Inventering av vattenvegetation Flaten 2006

En studie av Flatens makrofytflora
- artsammansättning, förekomst och utbredning

Utförd av Nordisk Biokonsult för Stockholm Vatten.

STOCKHOLM Vatten

Inventering av vattenvegetation, Flaten 2006

En studie av Flatens makrofytflora
- artsammansättning, förekomst och utbredning

Inventeringen är utförd av Nordisk Biokonsult, på uppdrag av Stockholm Vatten.

Fältarbete, databehandling och rapportframställning:
Gustaf Lilliesköld Sjöö och Erik Mörk

Framsida: Vit näckros, *Nymphaea alba*, Flaten 2006.

Gustaf Lilliesköld Sjöö
Fil mag. Biologi, med inriktning mot akvatisk ekologi och systemekologi.
Utexaminerad vid Stockholms Universitet, 2004.
NAUI Divemaster
gustaf@biokonsult.se
0704-82 29 53

Erik Mörk
Fil mag. Biologi, med inriktning mot akvatisk ekologi och systemekologi.
Utexaminerad vid Stockholms Universitet, 2004.
NAUI Divemaster
erik@biokonsult.se
0739-82 01 15

Nordisk Biokonsult

www.biokonsult.se

Innehållsförteckning

Sammanfattning 1
Syfte 1
Resultat 1
Slutsatser 1

1. Inledning 2
1.1 Syfte 2
1.2 Områdesbeskrivning och bakgrund 2

2. Vattenväxter 3
2.1 Vattenväxter i Flaten 4
2.1.1 Undervattensvegetation – submers vegetation 4
2.1.2 Flytbladsvegetation 6
2.1.3 Fritt flytande växter – lemnider 6
2.1.4 Övervattensvegetation - helofyter 7
2.1.5 Mossvegetation – bryofyter 9
2.1.6 Alger 9
2.1.7 Cyanobakterier 9
2.2 Rödlistade arter 10

3. Metoder 10
3.1 Metodens framtagande 10
3.2 Skillnader mot ursprungsmetoden 10
3.3 Inventeringens genomförande 10
3.4 Biologisk mångfald 11
3.5 Statusbedömning 11
3.6 Databehandling 11

4. Resultat av inventeringen 12
4.1 Bottensubstrat 12
4.2 Växtzonens utbredning 12
4.3 Artantal och förekomst 14
4.4 Täckningsgrad 17
4.5 Diversitet 18

5. Förslag till uppföljning av inventeringen 18

6. Referenser 19

Bilaga 1. Karta över lagda transekter 20
Bilaga 2. Kartor över bottensubstrat och växtzon 21
2.1 Bottensubstrat 21
2.2 Växtzonens utbredning 22
Bilaga 3. Grafer över växtzonen 23
Bilaga 4. Grafer över artantalet 24
Bilaga 5. Grafer över täckningsgraden 25
Bilaga 6. Grafer över diversiteten 27
Bilaga 7. Bedömningsgrunder för sjöars artrikedom 29
7.1 Artrikedom och näringsindikatorer 29
7.2 Artlista 31

Sammanfattning

Flaten har en yta på 62 ha och är belägen i Skarpnäck, söder om Stockholm. Sjön är relativt djup, med ett maximalt djup på 13,6 m och ett medeldjup på 7,4 m. Inventeringen av Flaten 2006 utfördes på uppdrag av Stockholm Vatten. Den tillämpade metoden är baserad på Upplandsstiftelsens inventeringsmetod för havsvikar, men modifierad för att passa sjöns förhållanden. Metoden tar även hänsyn till Naturvårdsverkets föreskrifter för makrofytinventering i sjöar. Den använda metoden togs fram i samband med Bornsjöinventeringen 2005. Eftersom stora delar av växtzonen i sjön sträcker sig ned till relativt stora djup har dessa områden inventerats av apparatdykare medan de grundare områdena kunnat täckas av fridykare. Totalt avsattes en två veckor lång fältperiod för projektet. Inventeringen har omfattat växtzonens utbredning, artförekomst, artantal, arternas täckningsgrad och diversitet. Dessutom noterades bakgrundsfaktorer såsom bottenförhållanden.

Syfte

Syftet med inventeringen var att på ett grundläggande sätt dokumentera växtligheten i Flaten. Resultaten från inventeringen tillämpas för att utvärdera sjöns status.

Resultat

Inventeringen omfattade 18 transekter, fördelade över sjöns olika delar. Dessa hade en total längd av 2540 m, vilket innebär att en area av ca 0,5 ha inkluderats i transekter. I sin tur motsvarar detta ca 0,8 % av sjöns totala area eller ca 2 % av dess växtzon. I dessa transekter lades total 494 inventeringsrutor. Resultatet av inventeringen visade att växtzonen i sjön kan sträcka sig ända ner till 10 m men har en medelsträckning till 7,4 m. I växtzonen hittades totalt 36 arter, varav 25 återfinns i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för artrikedom. Av arterna som återfinns här är 17 st undervattens- och flytbladsväxter. Av de funna arterna fanns bara Sjöhjortron med i rödlistan**.** Medelantalet arter/10 m transekt beräknades till 2,5 st och diversiteten inom samma yta till H'=1,16 alt. D=0,49. Växtzonen omfattar 23 ha eller ca 37 % av sjöns bottenyta och har en medeltäckningsgrad av ca 33 %.

Tabell 1. *Sammanfattning av inventeringens huvudresultat.*

Område	Totalt antal arter i transekter	Medel-artantal /10m	Medel-täckning (%)	Medel-diversitet /10m (H')	Medel-diversitet /10m (D)
Hela Flaten	28	2,5	32,9	1,16	0,49
Södra delen	18	2,4	32,4	1,15	0,47
Mellersta delen	14	2,1	36,1	0,86	0,37
Nordvästra delen	18	2,7	36,1	1,33	0,55
Nordöstra delen	23	2,7	25,5	1,21	0,51

Slutsatser

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder anses Flaten vara artrik för en sjö med dess storlek och geografiska placering. De funna arternas näringsindikatortal ligger över det normala värdet för en sjö med Flatens egenskaper som inte nämnvärt påverkats av människan. Sjön har dock ett relativt stort siktdjup och syrebrist noterades ändast på sjöns absolut djupaste bottnar. Att de rödlistade Sjöhjortronen förekommer i sjön indikerar att Flaten är en sjö med måttliga närsaltshalter som inte är nämnvärt försurad. Detta eftersom Sjöhjortronen inte klarar varken försurning eller kraftigt förhöjda närsaltshalter.

1. Inledning

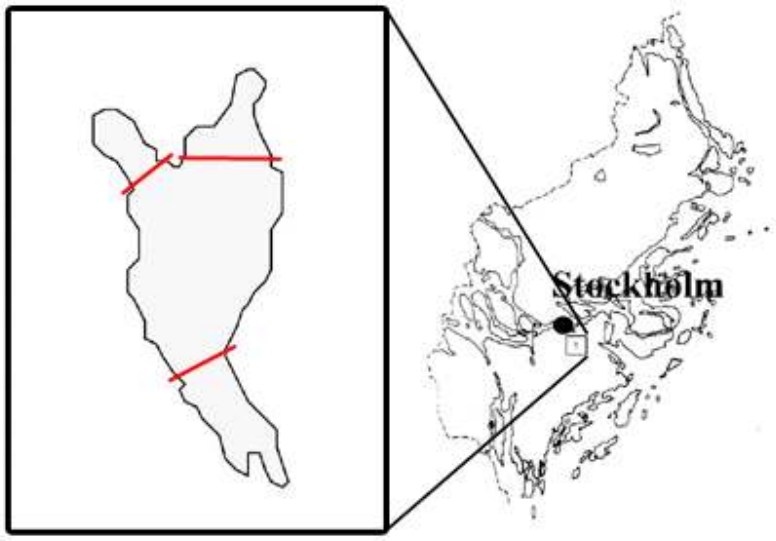
Flaten är belägen söder om Stockholm, i Skarpnäcks statsdelsområde. Sjöns omgivning domineras av skogsmark. Sjön är även en mycket populär badsjö och har stockholms bästa vattenkvalitet. Sjöns halt av näringsämnen och andra kemiska faktorer bevakas av Stockholm Vatten. Under sommaren 2006 genomförde två dykande biologer en grundlig inventering av sjöns växtliv. Inventeringen utfördes på uppdrag av Stockholm Vatten, med avseende att utreda bottenflorans komposition. Inventeringen omfattar huvudsakligen växtzonens utbredning, artförekomst, artantal, arternas täckningsgrad och diversitet.

1.1 Syfte

Syftet med studien var att på ett grundläggande sätt dokumentera växtlighetens utbredning i sjön, vilka arter som finns och om det finns skillnader mellan olika bottentyper. Dessa data är tänkta att ligga till grund för en bedömning av sjöns biologiska status.

1.2 Områdesbeskrivning och bakgrund

Sjön är i huvudsak omgiven av skogsområden och är ett populärt strövområde. Flaten har en area på 62 ha, har ett medeldjup på 7,4 m (Tabell 2) och är belägen 21,9 m över havet. Flaten har länge varit en populär badsjö med god vattenkvalité. Under början av 1980-talet började dock Axslingan (*Myriophyllum spicatum*) att breda ut sig i sjön, och dominerar idag stora delar av sjöns grundare bottnar. Till följd av upprepade algblomningar behandlades sjön 2000 med aluminiumklorid. Detta medförde minskade algblomningar, förbättrad vattenkvalitet och ett ökat siktdjup. Dock tros det också ha ökat Axsslingans utbredning i sjön.



Figur 1. *Flatens geografiska position.*

Tabell 2. *Flatens egenskaper.*

Område	Total yta (Ha)	Maxdjup (m)	Medeldjup (m)	Volym (Milj. m^3)	Strandlinje inkl. öar (m)
Flaten	62	13,6	7,4	4,56	5460

2. Vattenväxter

Faktaruta: *Vattenväxternas indelning, med artexempel..*

Vattenvegetationens olika grupper

Undervattensvegetation – Submers vegetation

Kortskottsväxter – isoetider. Arter som växer under vattnet från strandkanten och ända ned till 10 m om ljusförhållandena är goda. Kortskottsväxternas blad bildar bladrosetter och är ofta småväxta. Växtgruppen förekommer framförallt i näringsfattiga sjöar med klart vatten. Notblomster (*Lobelia dortmanna*), vekt braxengräs (*Isoetes echinospora*) och styvt braxengräs (*Isoetes lacustris*) är arter som tillhör denhär gruppen.

Långskottsväxter – elodeider. Arter som växer helt nedsänkta i vattnet med blommor eller fröställning som hos vissa arter når vattenytan. De flesta av dessa arter är förankrade i botten med rötter och en del arter kan förekomma ned på stora djup. Exempel på arter inom denna grupp är hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) och vattenpest (*Elodea canadensis*).

Kransalgsvegetation – characéer. Kransalger lever bottenfast och fäster i botten med hjälp av rhizom, men saknar rötter. Kransalger är vanligast i kalkrika sjöar. Arterna skörsträfse (*Chara globularis*) och mattslinke (*Nitella flexilis*) är exempel på arter ur den här gruppen.

Fritt flytande växter – lemnider. Arter som växer fritt flytande på ytan eller nedsänkta. Då de saknar rotsystem tar de upp sina närsalter direkt från vattnet och gynnas därför i näringsrika sjöar. Lemniderna tvingas till lugna skyddade vikar då de inte är fastsittande och lätt störs av rörligt vatten. Exempel från den här gruppen är andmat (*Lemna minor*) och korsandmat (*Lemna trisulca*).

Mossvegetation – bryofyter. Mossarterna lever antingen under vattnet eller vid ytan. Mossorna saknar rötter och tar upp näring direkt från vattnet. Vanliga arter är näckmossa (*Fontinalis antipyretica*) och sjönäckmossa (*Fontinalis hypnoides*).

Flytbladsvegetation

Flytbladsväxter – nympheider. Arter som växer på ca 0,5-3 m djup. Flytbladsväxter har, som namnet antyder, blad som flyter på vattenytan. Bladen är förbundna med rötter eller jordstammar genom en lång stjälk. Vit näckros (*Nymphaea alba*), gul näckros (*Nuphar lutea*) och gäddnate (*Potamogeton natans*) är exempel på vanliga arter inom den här gruppen.

Övervattensvegetation – Emers vegetation

Övervattensväxter – helofyter. Arter som växer från stranden och ut till ungefär 3 m djup och har en relativt stor bladyta ovanför vattnet. Många av övervattensväxterna är förankrade i botten med rotsystem. Exempel på vanliga arter i den här gruppen är vass (*Phragmites australis*) och säv (*Scirpus lacustris*).

Cyanobakterier. Cyanobakterier är som bekant inga växter, men har ändå tagits med i den här inventeringen då de är ljusassimilerande organismer som konkurrerar med växterna om näring, ljus och koloniserbara ytor. De cyanobakterier som beskrivs här är endast bottenliggande arter. De i vattnet fritt flytande har inte inventerats. Exempel på cyanobakterier är sjöplommon (*Nostoc pruniforme*) och sjöhjortron (*Nostoc zetterstedtii*).

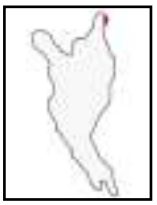
2.1 Vattenväxter i Flaten

Flaten är en artrik sjö, totalt har 36 arter hittats. Nedan listas dessa funna arter, varav de som hittats i transekter presenteras med en förekomstkarta och de mest förekommande arterna även med djuputbredningsdiagram.

2.1.1 Undervattensvegetation – Submers vegetation

Kortskottsväxter – isoetider

Vekt braxengräs, *Isoëtes echinospora*

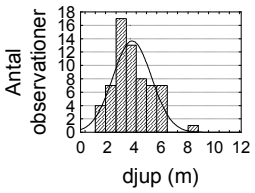


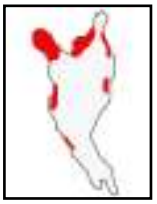
Ganska sällsynt på grunda skyddade finsedimentbottnar i hela landet. Vek bladrosett med genomskinliga blad som faller ihop när de tas upp ur vattnet.

I Flaten täcker denna art ca 0,02 ha och återfanns på 0,5 m djup.

Långskottsväxter – elodeider

Hornsärv, *Ceratophyllum demersum*

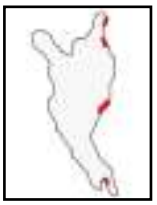




Ganska vanlig i södra Sverige, förekommer i näringsrika sjöar, dammar och åar. Mörkgrön växt med styva borstlika blad.

I Flaten täcker denna art ca 3,83 ha och återfanns på 1-9 m djup.

Vattenpest, *Elodea canadensis*



Förvildad nordamerikansk art som numera är vanlig i näringsrika vatten i södra Sverige. Tunn grenig stjälk med mörkgröna fint tandade, avlånga blad. Bildar ofta tätvuxna ängar över stora områden.

I Flaten täcker denna art ca 0,28 ha och återfanns på 0,5-3 m djup.

Smal vattenpest, *Elodea nuttallii*

Liksom vanlig vattenpest, så är smal vattenpest en förvildad art som förekommer, men är sällsynt i näringsrika vatten i södra Sverige. Tunn grenig stjälk med blekgröna, smalt triangulära/linjära avlånga blad.

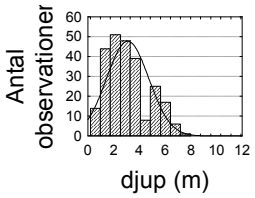
I Flaten täcker denna art ca 0,05 ha och återfanns på 1-7 m djup.

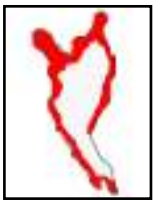
Hårslinga, *Myriophyllum alterniflorum*

Vanlig på näringsfattiga hårdbottnar i hela landet. Täta spretiga och korta blad, på långa stjälkar, ger hårslingan ett piprensarlikt utseende. I Flaten på relativt grunda grus- och stenbottnar.

I Flaten täcker denna art ca 0,17 ha och återfanns på 0-4 m djup.

Axslinga, *Myriophyllum spicatum*
Ganska sällsynt på näringsrika mjuk- eller hårdbottnar i södra Sverige. Har en rödaktig stjälk med blad i kransar och vanligen fyra blad i varje krans.



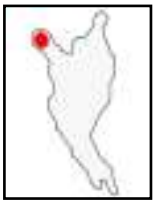


I Flaten täcker denna art ca 9,32 ha och återfanns på 0,5-8 m djup. Arten är den klart vanligaste och dominerar de grunda, och mellandjupa, mjukbottnarna. Axslingan föredrar relativt näringsrika vatten samt har visat sig vara en mycket konkurrenskraftig art, kapabel att producera allelopatiska kemikalier.

Gräsnate, *Potamogeton gramineus*
Ganska vanlig i hela Sverige på sandbottnar i grunda vatten. Har 3-7 cm långa ovala flytblad på långa skaft och 3-10 cm långa smala oskaftade undervattensblad.

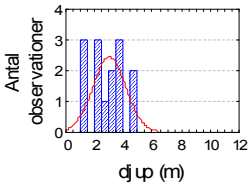
I Flaten täcker denna art ca 0,02 ha och återfanns på 3 m djup.

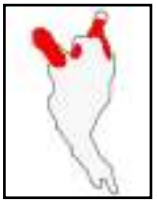
Ålnate, *Potamogeton perfoliatus*
Vanlig i hela Sverige på mjukbottnar i ganska näringsrikt klart vatten. Har stjälkomfattande 2-8 cm långa blad.



I Flaten täcker denna art ca 0,07 ha och återfanns på 0,5-2 m djup.

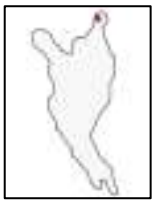
Långnate, *Potamogeton praelongus*
Ganska sällsynt art på humusblandad sandbotten i djupt och klart vatten. Liknar Ålnate men har 10-20 cm långa blad där enbart de nedre bladen är stjälkomfattande.





I Flaten täcker denna art ca 1,25 ha och återfanns på 1,5-5 m djup.

Vitstjälksmöja, *Ranunculus baudotii*
Ganska vanlig art som trivs bäst på hårdbottnar i brackvatten. Har vitaktig stjälk och saknar flytblad.

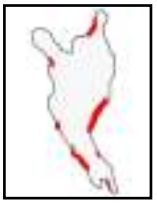


I Flaten täcker denna art ca 0,05 ha och återfanns på 2 m djup.

Vattenaloe, *Stratiotes aloides*
Sällsynt art i grunda, näringsrika sjöar. Består av en 15-70 cm stor bladrosett med styva vassa sågtandade blad. Flyter upp till ytan vid blomningen och blommar med vita blommor över vattenytan.

I Flaten täcker denna art ca 0,03 ha och återfanns på 2 m djup.

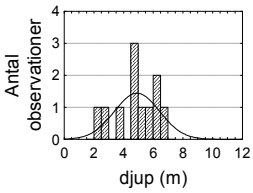
Kransalgsvegetation – characéer

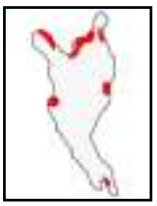


Skörsträfse, *Chara globularis/fragilis*
Späd mörkgrön alg med smala grenar, allmän i sötvatten och i brackvatten.

I Flaten täcker denna art ca 0,23 ha och återfanns på 0,5-6 m djup.

Glansslinke/Mattslinke, *Nitella flexilis/Nitella opaca*
Två arter som endast kan särskiljas under mikroskop när de blommar. Allmänna arter i hela Sverige. Smala, gröna, förgrenade alger med smala grenar.

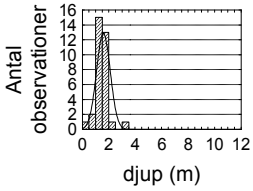


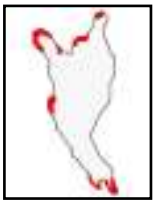


I Flaten täcker denna art ca 0,63 ha och återfanns på 2-7 m djup.

2.1.2 Flytbladsvegetation

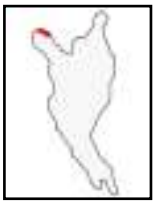
Gul näckros, *Nuphar lutea*
Vanlig i hela Sverige i ganska näringsrika sjöar ner till 4 m djup. Har ofta både flytblad och undervattensblad. Flytbladen har grön undersida och 20 eller fler sidonerver.





I Flaten täcker denna art ca 1,73 ha och återfanns på 0,5-3,5 m djup.

Vit näckros, *Nymphaea alba*
Vanlig på dybottnar i lugna vatten i södra halvan av Sverige. Flytbladen har ofta rödaktig undersida och runt tio sidonerver.



Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Vattenpilört, *Persicaria amphibia*
Ganska vanlig i södra halvan av Sverige mindre vanlig i norr. Har avlånga ca 10 cm långa flytblad och rosa till vit axlik blomsamling

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Gäddnate, *Potamogeton natans*
Vanlig på dybottnar i hela Sverige. Har 6-10 cm långa bruna till gröna flytblad och ofta ett 3-5 cm långt uppstickande ax. Flytbladen övergår i vinkel till skaftet.

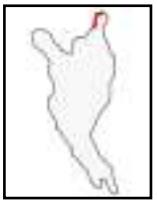
Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

2.1.3 Fritt flytande växter – lemnider

Under inventeringen återfanns inga lemnider i Flaten.

2.1.4 Övervattensväxter – helofyter

Sjöfräken, *Equisetum fluviatile*
Vanlig i vatten och på fuktig mark i hela landet. Stjälk grön med en central hålighet som utgör 85 % av stjälkens bredd.



I Flaten täcker denna art ca 0,05 ha och återfanns på 0,5 m djup.

Strandfräken, *Equisetum litorale*
Sällsynt hybrid mellan sjöfräken och åkerfräken. Stjälkens centrala hålighet som utgör 50 % av stjälkens bredd.

I Flaten täcker denna art ca 0,02 ha och återfanns på 0,5 m djup.

Svärdslilja, *Iris pseudacorus*
Vanlig på våt, ganska näringsrik mark söder om Dalälven. Grågröna 1,5-3 cm breda blad och stora gula blommor.

I Flaten täcker denna art ca 0,03 ha och återfanns på 0,5 m djup.

Topplösa, *Lysimachia thyrsiflora*
Vanlig på våt, näringsfattig mark utom i fjällkedjan. Har långsmala blad från en rödbrun stjälk. Gula blommor i bladvecken men ej i toppen, därav namnet.

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

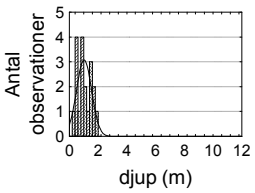
Strandlysing, *Lysimachia vulgaris*
Vanlig på fuktig något näringsrik mark i södra halvan av Sverige. Blad med fint dunhårig undersida och gula blommor i toppen.

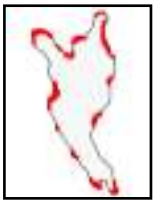
Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Fackelblomster, *Lythrum salicaria*
Vanlig på våt öppen mark i södra halvan av Sverige. Smala gröna blad och purpurröda blommor.

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Bladvass, *Phragmites australis*

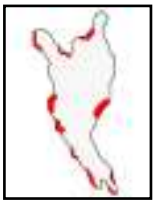




Mycket vanlig i hela landet på våt gärna näringsrik mark. Kan bli upp till 4 m hög och har långsmala blad och en brunviolett vippa i toppen.

I Flaten täcker denna art ca 0,63 ha och återfanns på 0-2 m djup.

Säv, *Scirpus lacustris*



Vanlig i vatten på fasta bottnar i hela landet utom fjällkedjan. Strån 7-10 mm breda, runda, med vit märg. Undervattensblad smala, bandformade och ljusgröna.

I Flaten täcker denna art ca 0,19 ha och återfanns på 0-2 m djup.

Vasstarr, *Carex acuta*

Vanlig på våt, näringsrik, lerig mark, helst i grunt vatten. Förekommer i hela landet förutom i fjällkedjan. Bildar utbredda bestånd eller glesa tuvor. Strån grova och kantiga med 4-10 mm breda blad.

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Bunkestarr, *Carex elata*

Vanlig på våt, näringsrik, lerig mark. Förekommer framförallt i landets södra delar. Bildar vanligtvis stora täta tuvor. Strån styva, vasst trekantiga med 4-6 mm breda blad.

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Slokstarr, *Carex pseudocyperus*

Ganska sällsynt på blöt, kalkhaltig, näringsrik mark. Förekommer framförallt i landets södra delar. Bildar vanligtvis lösa tuvor. Strån styva med 5-10 mm breda blad.

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Starr (Obest), *Carex sp.*

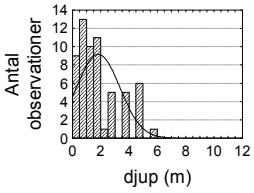
Under arbetets gång påträffades individer av starrsläktet som inte kunde artbestämmas. Detta eftersom starrarna innefattar 117 arter, vilka kan vara svåra att skilja åt utan mogna fruktgömmen.

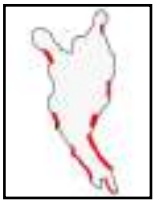
Tåg (obest) *Juncaceae sp.*

Under arbetets gång påträffades individer av tågsläktet som inte kunde artbestämmas. Detta eftersom de funna individerna saknade utvecklade blomställningar och frukter.

2.1.5 Mossvegetation – bryofyter

Mattformig mossa (obest.)
Kortväxt mossa som bildar täta mattor på de branta submersa klipporna, längs sjöns stränder.

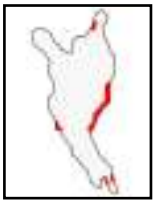




I Flaten täcker denna ”art” ca 0,45 ha och återfanns på 0-6 m djup.

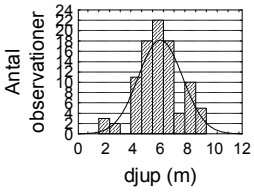
2.1.6 Alger

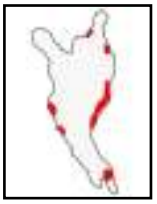
Filamentösa grönalger, *Chlorophyceae sp.*
Mycket fintrådiga gröna alger vars trådar är runt 0,1 mm i diameter. Många arter, mycket svåra att artbestämma utan mikroskop och speciallitteratur.



I Flaten täcker dessa ca 0,07 ha och återfanns på 0-3m djup.

Getraggsalg, *Cladophora aegagropila*
Vanlig sötvattensart som även växer i Bottenhavet. Bildar ostrukturerade mörkgröna bollar eller mattor på mjukbotten.

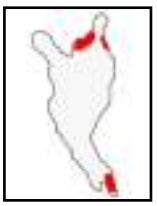




I Flaten täcker denna art ca 1,99 ha och återfanns på 1,5-9,5m djup.

2.1.7 Cyanobakterier

Sjöplommon, *Nostoc pruniforme*
Kolonibildande cyanobakterier, ser ut som runda släta svarta geléklumpar i storlek mellan en ärta och en mandarin.

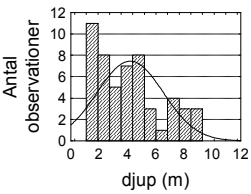


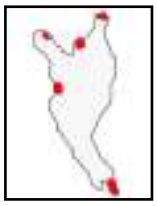
I Flaten täcker denna art ca 0,26 ha och återfanns på 0-7,5m djup.

Sjöhjortron, *Nostoc zetterstedtii*
Kolonibildande cyanobakterier, ser ut som runda svarta geléklumpar med gyttrig yta i storlek mellan en ärta och en mandarin. Skiljs från sjöplommon på den gyttrade ytan. Mycket sällsynt art som endast har påträffats i 80 sjöar i världen varav 50 i Sverige.

Denna art återfanns aldrig i transekt, men observerades under arbetet i sjön.

Cyanobacteria (obest)
Vid flera områden i sjön återfanns relativt stora blomningar av cyanobakterier. Dessa blomningar kan ha innefattat ett flertal olika arter.





I Flaten täcker dessa ca 1,74 ha och återfanns på 1-9m djup.

2.2 Rödlistade arter

Av de arter som hittades under inventeringen återfinns endast sjöhjortron (*Nostoc zetterstedtii*) i den svenska rödlistan för 2005. Sjöhjortron klassificeras som missgynnad och är rödlistad pga. att arten ej tål försurning och dessutom missgynnas av eutrofiering och ökade humushalter. Att denna art är vanlig i sjön och förekommer i flera delar borde tyda på att sjön inte visar tydliga tecken på varken försurning eller eutrofiering.

3. Metoder

3.1 Metodens framtagande

Den inventeringsmetod som använts under inventeringen av Flaten togs fram i samband med inventeringen av Bornsjön 2005. Metoden är framtagen av biologerna Gustaf Lilliesköld Sjöö och Erik Mörk, då det vid inventeringstillfället inte fanns några standardiserade, fastslagna inventeringsmetoder för inventering av djupare sjöar. Metoden är en modifierad variant av Upplandsstiftelsens metod för kartering av undervattensvegetation i grunda havsvikar. Metoden tar även hänsyn till Naturvårdsverkets metod för makrofytinventering i sjöar. Att dessa metoder använts som bas beror på att de använts vid en rad olika projekt, däribland flera EU-projekt, och anses därför väl beprövade och vedertagna. Dock är metoderna inte avsedd för områden med större djup (utan framförallt för områden inom 1,5-5m) och har därför modifierats för att i större utsträckning ta hänsyn till det större djupet (medeldjupet i Flaten är 7,4 m och växtzonen når maximalt ned till ca 10m).

3.2 Skillnader mot ursprungsmetoden

Den ursprungliga metoden baseras på tvärtransekter lagda med 50 alt. 100 m intervall längs ett bastransekt. Dessa intervall skulle i Flatens fall medföra att många viktiga delar av växtzonen skulle förbises då djupet i sjön i många fall ökar mycket fort och växtzonen då inte sträcker sig 50 m från land. Därför baseras den modifierade metoden istället på djup och tvärtransekterna läggs istället på förutbestämda platser. Provrutorna läggs var 10:e m av tvärtransekterna (precis som i originalmetoden) men också vid varje halv djupmeter de första två metrarna och sedan varje hel meter. Den enda andra skillnaden mot Upplandsstiftelsen metod är att tvärtransekterna avslutas då minst 20 m kontinuerligt obeväxt botten passerats. I dessa fall delas transektet upp i två delar som sträcker sig ut från vardera stranden. Detta har varit en nödvändighet eftersom stora delar av sjön är så pass djup att växtlighet saknas.

3.3 Inventeringens genomförande

Som nämnt ovan så lades tvärtransekter vid förutbestämda platser längs bastransektet. Därefter placeras provtagningsrutor (50*50 cm) ut var 10:e m av tvärtransektet. Transektet kompletterades även med extra rutor vid varje halv djupmeter ned till 2 meters djup och därefter varje hel djupmeter. Inom rutorna registreras täckningsgraden av de ingående växtarterna i procent (observera att summan kan överstiga 100 %). Vid varje ruta noteras även djup (0,1 m noggrannhet) och substrat. Mellan rutorna (10 m sträckor) registreras arternas förekomst inom 1m på vardera sida om transektlinjen, och klassificeras enligt en

fyrgradig skala (1 enstaka förekomst, 2 sparsam, 3 vanlig, 4 dominerande). Genom att sammanställa den totala förekomsten (total summa av samtliga förekomstvärden) och sedan beräkna den enskilda artens del av detta har vi bedömt procentuell förekomst för varje enskild art. De grunda transekterna (med ett maxdjup av 4 m) genomfördes av snorklare medan de djupare transekterna genomfördes av två apparatdykare.

3.4 Biologisk mångfald

Inom EU:s ramdirektiv för vatten läggs stor fokus på biologisk mångfald. Dock finns det idag inga fastslagna rekommendationer för hur detta skall presenteras. Ett av de vanligaste sätten är att använda sig av det funna artantalet. Detta mått är dock ganska grovt eftersom det inte tar hänsyn till arternas inbördes dominansförhållande, dessutom hittas ofta fler arter ju längre man letar. Detta gör att diversitet ofta är ett lämpligare mått, då det även inkluderar till vilken grad varje enskild art förekommer. I sin tur finns det ett flertal olika sätt att beräkna diversitet, men inte heller här finns det någon fastslagen standard för diversitetsberäkningar av vattenväxter. Bland de vanligaste beräkningssätten återfinns Shannon-Weiner's (H´) och Simpson's (D) diversitetsindex. Ingen av dessa två är dock ideala eftersom H´ lätt påverkas vid förändring av sällsynta arter och förutsätter att man känner till totalartantalet i hela samhället. Å andra sidan så ger D huvudsakligen utslag för förändringar bland de vanligare arterna. Med dessa skillnader i åtanke har vi valt att beräkna och presentera båda index, för att undvika missvisande resultat. Dessutom kan det vara bra att båda resultaten finns tillgängliga eftersom det är troligt att något av dessa blir standard i framtiden. De två olika index beräknas enligt formlerna nedan:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i)(\log_2 p_i) \qquad D = 1 - \sum_{i=1}^{S} (p_i)^2$$

S = antal arter p_i = i-artens proportion av den totala observationen

H' är ett kontinuerligt mått som kommer att öka med det funna artantalet i oändlighet, medan D har ett teoretiskt maximalt värde på 1.

3.5 Statusbedömning

För bedömning av artrikedom och näringspreferens, användes Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Vad gäller näringspreferens så anser Naturvårdsverket att om inventeringen av sjön är utförlig nog att representera den i sin helhet så kan ett noggrannare indikatorvärde räknas ut med hjälp av kvantifiering. Eftersom vi anser att den utförda inventeringen är tillräckligt noggrann för att representera sjön så har en sådan kvantifiering beräknats. Kvantifieringen innebär att arternas indikatorvärde viktas mot deras respektive förekomst och ett nytt (ev. mer representativt) medelvärde beräknas.

3.6 Databehandling

För behandling av data och statistiska beräkningar har Excel och Statistica 7 använts. För statistiska jämförelser mellan olika grupper, har Tukey's HSD test använts. Detta förutsatt att ANOVA kriterierna, beträffande variansernas homogenitet, variablernas normalfördelning och korrelationen mellan medelvärden och varianser har uppfyllts. När dessa kriterier inte uppfyllts trots transformeringar så användes icke parametriska tester (Kruskal-Wallis ANOVA och Mann-Whitney U-test). För att kunna föreslå lämplig

omfattning på uppföljningsstudier har vi använt POWER of ANOVA analyser. Dessa POWER-analyser beräknar sannolikheten att kunna upptäcka en förändring av vald storlek, utifrån ett givet försöksupplägg.

4. Resultat av inventeringen

Inventeringen omfattade 18 transekter, fördelade över hela sjön. Dessa hade en total längd av 2540 m vilket innebar att en area av ca 0,5 ha inkluderats i transekter. I sin tur motsvarar detta ca 0,8 % av sjöns totala area eller ca 2 % av dess växtzon. I de här transekterna lades total 494 inventeringsrutor. Inventeringens omfattning är planerad för att ge en stor statistisk styrka till de nedan presenterade resultaten.

4.1. Bottensubstrat

Huvuddelen av Flatens bottensubstrat består av olika typer av mjukbottnar (tabell 3). Till dessa räknas dy-, sand- och lerbottnar, varav dy är den absolut vanligaste typen, då de täcker i princip alla djupare och flacka bottnar. Till hårdbottnarna räknas häll-, sten- och grusbottnar, vilka framförallt återfinns nära strandlinjen, där lutningen är stor. Bottensubstraten fördelar sig ofta utefter en gradient från strandlinjen, med det grövsta substratet överst, för att sedan avta i kornstorlek mot finkorniga sedimentbottnar (dy).
Denna gradient är ett resultat av fluviala processer (vattenrörelser) som är störst på små djup (pga. vågverkan) och medför att finkorniga substrat till större utsträckning spolas bort från dessa områden. Dessa processer har störst inverkan på branta bottnar där den större lutningen medför en större möjlighet för substrat att tronsporteras nedåt. (Bilaga 2.1)

Tabell 3. *Bottensubstratets fördelning i sjön.*

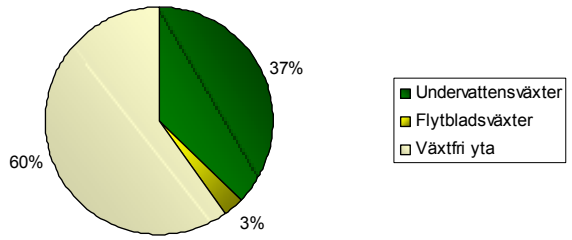
Område	Andel hårdbotten av bottenyta (%)	Andel hårdbotten av strandsträcka (%)
Hela Flaten	1,6	78,2
Södra Delen	3,8	97,9
Mellersta Delen	5,2	86,8
Nordvästra Delen	2,0	48,3
Nordöstra Delen	0,3	50,9

4.2. Växtzonens utbredning

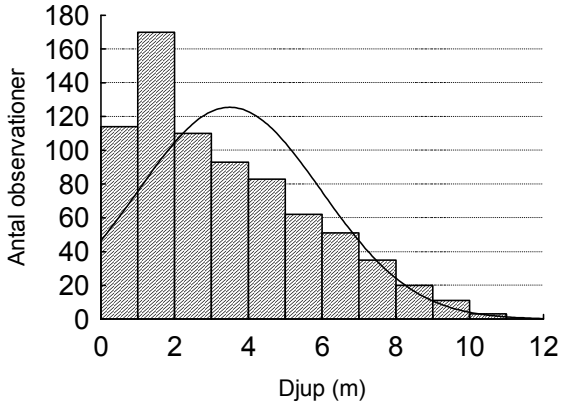
Eftersom Flaten är en relativt djup sjö, saknar stora delar av dess bottnar helt växtlighet (fig. 2, bilaga 2.2). Detta beror på en mängd olika faktorer, däribland ljusinstrålning, syreförhållanden och temperatur. Tillgången till ljus är avgörande för växternas fotosyntes och överlevnad, vilket medför att den sätter gränser för växtlighetens utbredning. Ljustillgången påverkas i sin tur av en rad faktorer såsom väderstreck (växter på sjöns sydsida skuggas av strandens växtlighet och topografi under en större del av dygnet),

turbiditet (grumlighet) och djup. Detta medför att växtzonens utbredning i sjöns olika delar varierar.

Den beväxta zonen i sjön omfattar ca 23 ha, vilket motsvarar ca 37% av sjöns totala area. Sjöns stränder kantas av helofyter, däribland vass, säv och andra arter. Växtligheten i sjön utgörs undervattens- och flytbladsväxter (fig. 2, bilaga 2.2). Växtzonen når djupast i den mellersta delen av sjön, där den når ända ner till 8,5 m (tabell 4, bilaga 3.1). I den nordvästra delen av sjön finns växtlighet över hela bottnen, ända ner till 6 m, och växtzonens maximala djup kan därför inte mätas här. Den mesta växtligheten förekommer på grunda bottnar, men har observerats ned till ett maximalt djup av 10 m (fig. 3). Det finns ingen skillnad i växtzonens djuputbredning mellan öst- och västsidor (bilaga 3.2). Både väst- och östsidor uppvisar en likartad gradient från söder till norr, där växtzonen sträcker sig djupast i den mellersta delen (bilaga 3.3-3.4).



Figur 2. *Bottentäckning och växtzonens fördelning mellan undervattens- och flytbladsvegetation.*



Figur 3. *Djuputbredning för samtliga växter i sjön.*

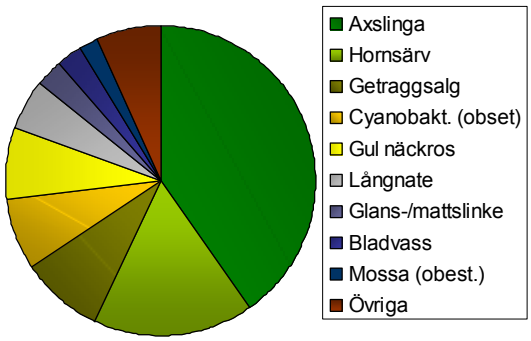
Tabell 4. *Växtzonens utbredning, djup, fördelning och andel av sjöns totala area.*

Område	Växtzonens totala area (Ha)	Växtzonens medeldjup (m)	Undervattensväxter (Ha)	Undervattensväxter (%)	Flytbladsväxter (Ha)	Flytbladsväxter (%)
Hela Flaten	23,1	7,4	23,1	37	1,9	3
Södra delen	4,0	6,7	3,6	35	0,4	4
Mellersta delen	9,7	8,5	9,5	24	0,1	0,3
Nordvästra delen	6,0	-	4,9	100	1,1	24
Nordöstra delen	5,3	6,8	5,1	70	0,2	2

4.3. Artantal och förekomst

Inom växtzonen fann vi totalt 36 olika arter, alla växttyper inkluderade. Av dessa arter är 13 undervattensväxter (kransalger inräknat), 4 flytbladsväxter, 13 helofyter, 1 mossa, 3 cyanobakterier och 2 alger (tabell 5). Av de observerade arterna återfanns 28 st i transekterna medan de övriga observerats vid andra tillfällen. De flesta av dessa arter förekommer i mindre utsträckning, medan ett fåtal är klart dominanta. Den i särklass vanligaste arten i sjön är Axslinga. De åtta övriga mest frekvent förekommande arterna var: hornsärv, getraggsalg, hornsärv, cyanobakterier, gul näckros, långnate, glans-/mattslinke, bladvass och mossa (fig. 4).

Figur 4. *De mest frekvent förekommande arterna och deras respektive andel av den totala förekomsten i hela sjön.*



Naturvårdsverket har utarbetat en bedömningsgrund för artrikedom där man räknar antalet förekommande undervattens-, flytbladsväxter och lemnider som återfinns i deras framtagna kontrollista (bilaga 7.2). Normalvärdet för en sjö i södra Sverige, belägen under 60 möh och med en yta mellan 0,1-1 km^2 är 11-16 arter. I Flaten återfanns 17 arter från Naturvårdsverkets lista, vilket ligger inom intervallet för en artrik sjö, och ligger precis över normalvärdena för en sjö i den här storleken med samma geografiska förutsättningar. De arter som återfinns på listan är markerade i fet stil i tabell 5.

I Naturvårdsverkets bedömningsgrunder ingår även indikatortal för de listade arternas näringspreferens. Indikatortalet avspeglar de olika arternas beroende av vattnets

näringsrikedom (arter med låga indikatorvärden uppträder främst i näringsfattiga vatten och vice versa). Sjöns värde beräknas som ett medelvärde av de förekommande arternas indikatorvärde och normalvärdet för en sjö av Flatens typ är 8,1. Efter beräkning av medelvärde fann vi att Flatens indikatortal är 7,78 (tabell 5), vilket ligger nära normalvärdet. När indikatorvärdet kvantifierats (beräknats med hänsyn till de olika arternas förekomst) framräknades ett värde på 9,3 vilket ligger över det normala.

Tabell 5. *De funna arterna och deras resp. förekomst, täckning, djuputbredning och näringsindikatortal. De beräknade värdena av täckningsgrad är baserade på extrapoleringar av den undersökta ytan och den höga exaktheten har behållits för att möjliggöra framtida jämförelser av de enskilda arternas täckning.*

Vetenskapligt Namn	Svenskt Namn	Förekomst I transekter (%)	Täckning i rutor (%)	Täckning av växtzon (Ha)	Djup-utbredning (m)	Indikatortal
Undervattensväxter						
Isoetider						
Isoetes echinospora	**Vekt Braxengräs**	0,08	0,16	0,02	0,5	4
Elodeider						
Ceratophyllum demersum	**Hornsärv**	16,53	7,92	3,83	1 - 9	10
Elodea canadensis	**Vattenpest**	1,20	0,20	0,28	0,5 - 3	8,5
Elodea nuttallii	**Smal vattenpest**	0,23	0	0,05	1 - 7	10
Myriophyllum alterniflorum	**Hårslinga**	0,75	1,70	0,17	0 - 4	5,5
Myriophyllum spicatum	**Axslinga**	40,19	28,54	9,32	0,5 - 8	10
Potamogeton gramineus	**Gräsnate**	0,08	0	0,02	3	7,3
Potamogeton perfoliatus	**Ålnate**	0,30	0,11	0,07	0,5 - 2	7,3
Potamogeton praelongus	**Långnate**	5,41	1,00	1,25	1,5 - 5	7,3
Ranunculus baudotii	**Vitstjälks möja**	0,23	0,02	0,05	2	10
Stratiotes aloides	**Vattenaloe**	0,15	0	0,03	2	9
Kransalger						
Chara globularis/fragilis	**Skörsträfse**	1,05	1,67	0,23	0,5 - 6	8,5
Nitella flexilis/opaca	**Glans-/ mattslinke**	2,70	0,37	0,63	2 - 7	5,5
Mossor						
Bryophyta sp.	Mattformig mossa (obest)	1,95	18,07	0,45	0 - 6	

Alger						
Chlorophyceae sp.	Filamentösa grönalger	0,30	3,85	0,07	0 - 3	
Cladophora aegagropila	Getraggsalg	8,56	14,20	1,99	1,5 - 9,5	
Flytbladsväxter						
Nuphar lutea	**Gul näckros**	7,66	5,46	1,73	0,5 - 3,5	8,5
Nymphaea alba	**Vit näckros**	0	0	0	0,5 - 1,5	6,7
Persicaria amphibia	**Vattenpilört**	0	0	0	0,5 - 1	9
Potamogeton natans	**Gäddnate**	0	0	0	1	6,7
Helofyter						
Carex acuta	**Vasstarr**	0	0	0	0	10
Carex elata	**Bunkestarr**	0	0,47	0	0	8,5
Carex pseudocyperus	**Slokstarr**	0	0,02	0	0	10
Carex sp.	Starr (obest)	0	0,07	0	0	
Equisetum fluviatile	**Sjöfräken**	0,23	0,09	0,05	0,5	7
Equisetum litorale	Strandfräken	0,08	0,02	0,02	0,5	
Iris pseudacorus	**Svärdslilja**	0,15	0,04	0,03	0,5	8,5
Juncaceae sp.	Tåg (obest)	0	0,13	0	0	
Lysimachia thyrsiflora	**Topplösa**	0	0	0	0	5,5
Lysmachia vulgaris	Strandlysing	0	0	0	0	
Lythrum salicaria	Fackel-blomster	0	0	0	0	
Phragmites australis	**Bladvass**	2,70	2,24	0,63	0 - 2	7,3
Scirpus lacustris	**Säv**	0,83	1,32	0,19	0 - 2	7,3
Cyanobakterier						
Nostoc pruniforme	Sjöplommon	1,13	0,88	0,26	0 - 7,5	
Nostoc zetterstedtti	Sjöhjortron	0	0	0		
Cyanobacteria sp.	Cyanobakterie (obest)	7,51	11,45	1,74	1 - 9	
Total		**100**	**100**	**23,11**		
Medel						**7,78**

Medelantalet arter funna per 10 m transekt ger en överblick över förändringen av antal arter i sjöns olika delar och miljöer. Medelvärdet för sjön i sin helhet beräknades till 2,5 arter/10 m (tabell 1). Den nordvästra delen uppvisar ett signifikant högre artantal än den mellersta delen, men i övrigt finns inga signifikanta skillnader mellan sjöns olika delar (bilaga 4.1).

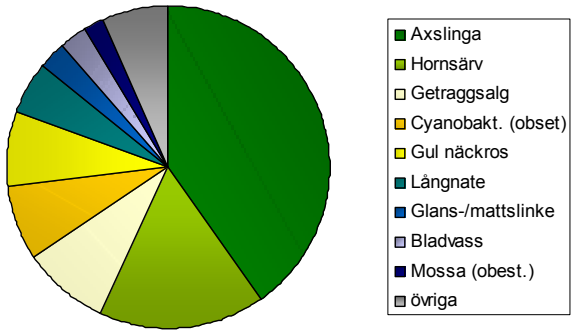
Beträffade väderstråckens inverkan, så uppvisade östsidor generellt signifikant större artantal än västsidor (bilaga 4.2). Detta kan förklaras av skillnader i ljustillgång som skuggning medför. Generellt för hela sjön tenderar östsidor även att ha ett större artantal på större djup än västsidor (bilaga 4.3).

Samma faktorer som begränsar växtzonens djuputbredning påverkar även hur antalet arter förändras med ökat djup och antalet arter avtar med djupet i hela sjön (bilaga 4.4).

4.4. Täckningsgrad

Inom växtzonen är bottenytan beväxt till varierande grad. Växtzonens totala medeltäckningen i hela sjön uppgår till 32,9 %, innefattande alla typer av växtlighet. Den mellersta delen uppvisar en högre medeltäckning än den nordöstra delen. I övrigt finns inga signifikanta skillnader mellan sjöns delar (bilaga 5.1). De flesta arterna har en mycket liten total täckning i sjön, medan ett fåtal är tydligt dominanta (tabell 5). De arter som står för den största täckningen av växtzonen är: axslinga, hornsärv, getraggsalg, cyanobakterier, gul näckros, långnate, glans-/mattslinke, bladvass och mossa (fig. 5).

Figur 5. *De arter som utgör den största täckningsandelen av växtzonen.*



Täckningsgraden uppvisar inga signifikanta skillnader mellan västsidor och östsidor (bilaga 5.2). Täckningsgraden tycks även minska i samma takt med djupet vid båda väderstråcken (bilaga 5.3).

Liksom växtzonen och artantalet så avtar även växtlighetens täckningsgrad med djupet i hela sjön (bilaga 5.4).

Bottensubstratet har inte en tydlig inverkan på täckningsgraden vid olika djup i sjön. Trenden visar att täckningsgraden på både hård- och mjukbottnar minskar med djupet på ett likartat sätt (bilaga 5.5-5.6).

4.5. Diversitet

Artdiversitet avser antalet funna arter och deras inbördes fördelning. Detta innebär att ett område med ett högt antal arter med likvärdig förekomst får ett högt diversitetsvärde, medan ett område med ett litet antal arter eller en kraftigt dominerande art får ett lägre värde. Om alla de 28 arter som återfunnits i våra transekter utgjorde lika stor andel av populationen, skulle detta innebära maximal diversitet i det funna materialet. Om detta vore fallet skulle H' beräknas till 4,81 och D till 0,96. Den teoretiskt maximala diversiteten för det funna medelantalet arter/10m transekt (2,5 st) uppgick till 1,32 (H'), alternativt 0,60 (D). När den funna diversiteten beräknades som ett medelvärde av samtliga 10 m transektsträckor, uppvisade sjön en diversitet på 1,16 (H'), alternativt 0,49 (D) (tabell 1). Den mellersta delen uppvisade en signifikant lägre diversitet än båda de två norra delarna (bilaga 6.1a-b), vilket skulle kunna vara en följd av det höga artantalet i de delarna.

Östsidor uppvisar en signifikant högre diversitet än västsidor (bilaga 6.2a-b). Diversiteten på östsidorna är också högre på större djup (bilaga 6.3a-b). Beträffande diversitetens förändring med djupet ser vi ett generellt avtagande mot större djup (bilaga 6.4a-b).

5. Förslag till uppföljning av inventeringen

Omfattningen av den utförda studien är tänkt att fastställa sjöns nuvarande tillstånd, med tillräckligt god säkerhet för att kunna upptäcka en rimlig förändring. Vi eftersträvar att kunna upptäcka en 20 % förändring med 80 % sannolikhet. Vi anser att detta är realistiska ambitioner då en mindre detekterbar förändring skulle kräva en mycket mer omfattande inventering. POWER-beräkningarna (styrkeberäkning för ANOVA) visade att en inventering av samma omfattning vid ett senare tillfälle, beräknas ha 91 %, 94 % respektive 99 % sannolikhet att upptäcka en 20 % förändring, av täckning, diversitet respektive artantal. Detta innebär att en uppföljande inventering skulle kunna minskas med ett grunt transekt (maxdjup < 2 m) för varje del av sjön (förutom mittendelen). Detta skulle innebära att Naturvårdsverkets krav för replikering fortfarande uppfylls för varje del av sjön, separat. Med detta nya försöksupplägg skulle en 20 % förändring av den mest varierande parametern (täckningsgrad) kunna upptäckas med ca 85 % sannolikhet. Med dessa aspekter i åtanke rekommenderar vi därför att en uppföljande studie sker i en svagt reducerad omfattning, jämfört med den genomförda inventeringen. Tidsåtgången skulle kunna reduceras från 10 till 9 fältdagar. Att tids-reduceringen inte blir större i förhållande till antalet rutor som tas bort beror på att de transekter som kan undvaras måste tas från de grunda, mest lättinventerade transekterna.

6. Referenser

Campbell, N.A., Reece, J.B. & Mitchell, L.G. 1999. Biology. 5th Ed. Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Chernicoff, S. 1999. Geology. 2nd Ed. Houghton Mifflin Company.

Gärdenfors, U. 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005. Artdatabanken, SLU, Uppsala.

Krebs, J. K. 2001.Ecology. 5th Ed. Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Krok, O.B.N., Almquist, S. 1994. Svensk flora. 27:e upplagan. Erik Almquist, Lena Jonsell, Bengt Jonsell och Liber AB.

Lennmark, I. 1993. Sjö & Älv – en bok om djur och växter i sötvatten. Inge Lennmark förlag.

Mossberg, B., Stenberg, L. & Ericsson, S. 1992. Den nordiska floran. Wahlström & Widstrand.

Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 1999. Biology of plants. 6th Ed. W.H. Freeman and Co/Worth Publishers.

Skytte Christiansen, M., von Krusenstierna, E. & Wærn, M. 1976. Vår flora i färg, Kryptogamer. Almquist & Wiksell Förlag AB, Stockholm.

Tolstoy, A., Österlund, K. 2003. Alger vid Sveriges östersjökust – en fotoflora. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.

Internetreferenser:

Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för vattenväxter i sjöar:
http://www.naturvardsverket.se/dokument/lagar/bedgrund/sjo/sjodok/vattvaxt.html

Upplandsstiftelsen
http://www.upplandsstiftelsen.se/

Bilaga 1. Karta över lagda transekter

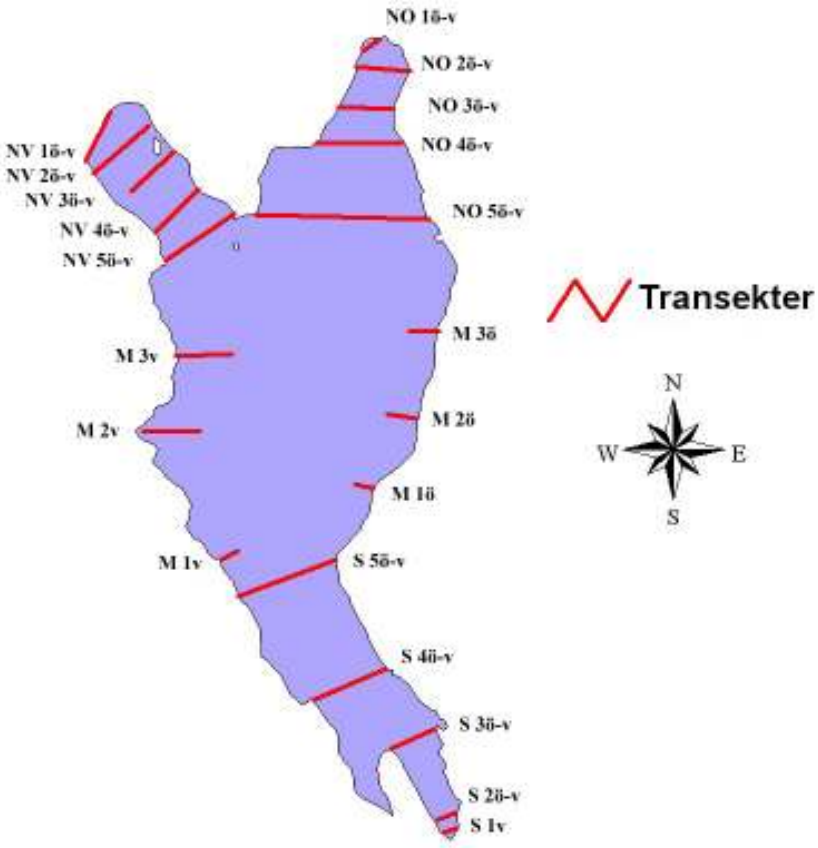


Fig. 1.1. *Lagda transekter i Flaten.*

Bilaga 2. Kartor över bottensubstrat och växtzon

2.1 Bottensubstrat

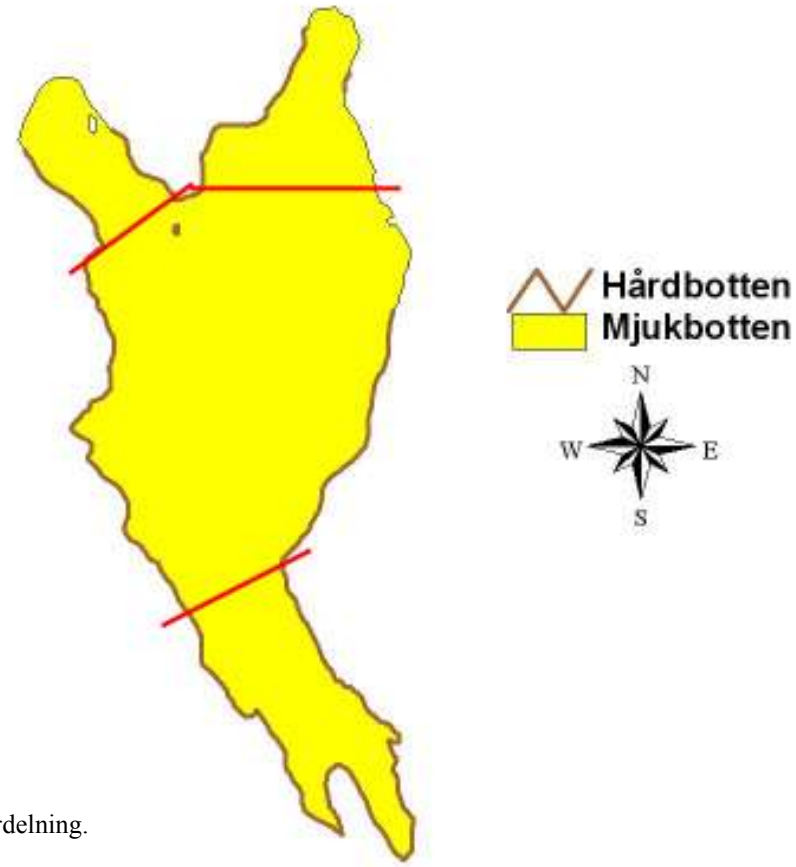


Fig. 2.2. Bottensubstratens fördelning.

2.2 Växtzonens utbredning

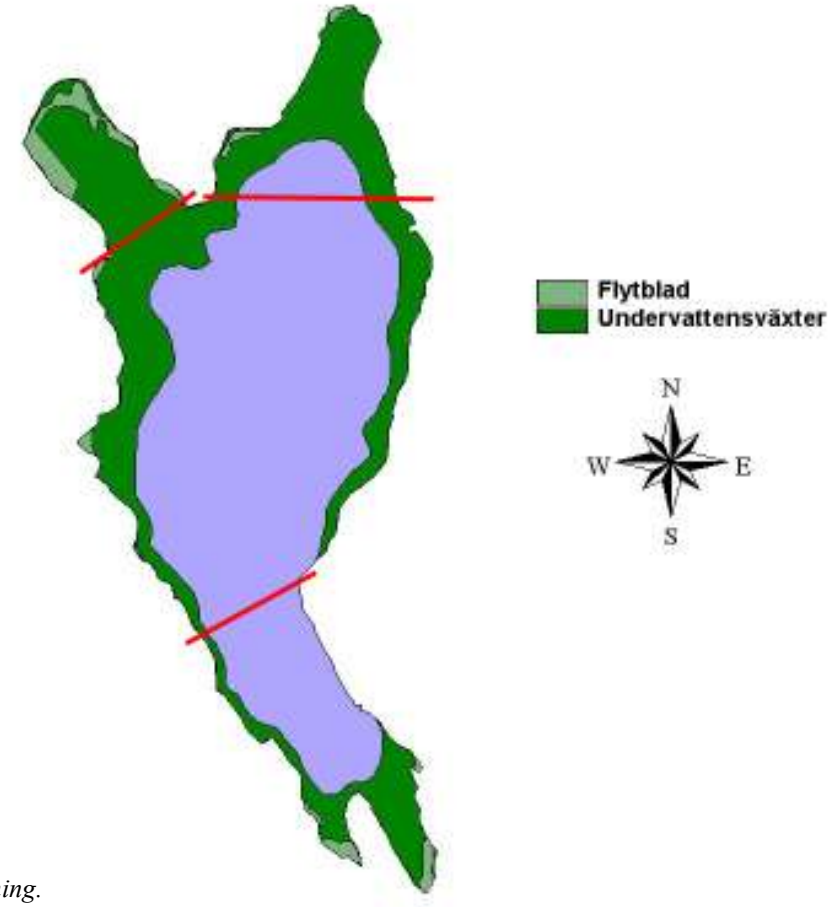


Fig. 2.2. *Växtzonens utbredning.*

Bilaga 3. Grafer över växtzonen

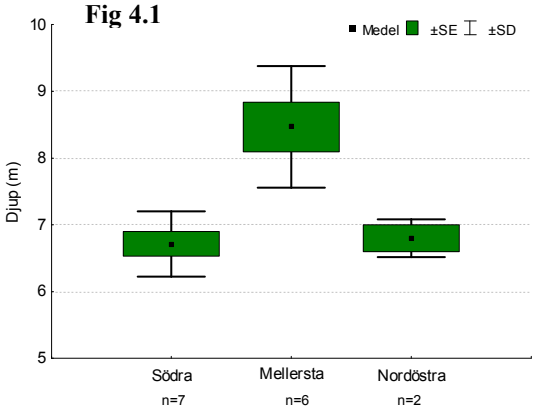


Fig. 3.1. *Växtzonens djup i de sjöns olika delar.*

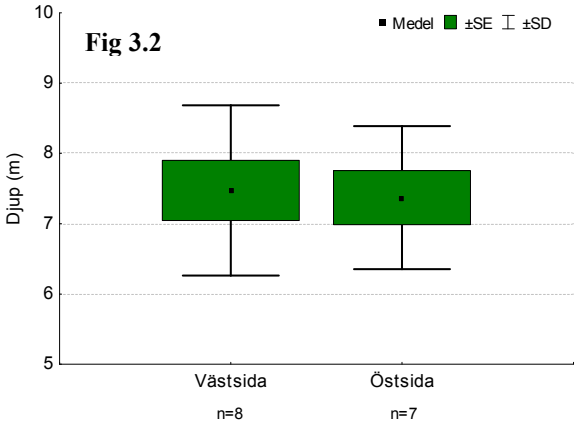
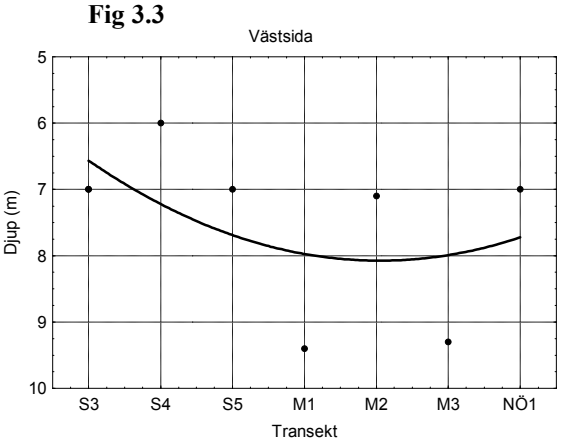


Fig. 3.2. *Växtzonens djup vid väst- och östsidor i Flaten.*

M-W U:
Västsida-Östsida p=ns



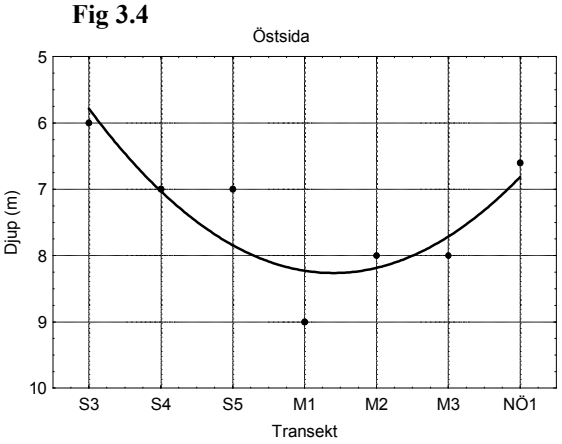


Fig. 3.3 – 3.4. *Växtzonens djupförändring på väst- och östsidor, från söder till norr.*

Bilaga 4. Grafer över artantalet

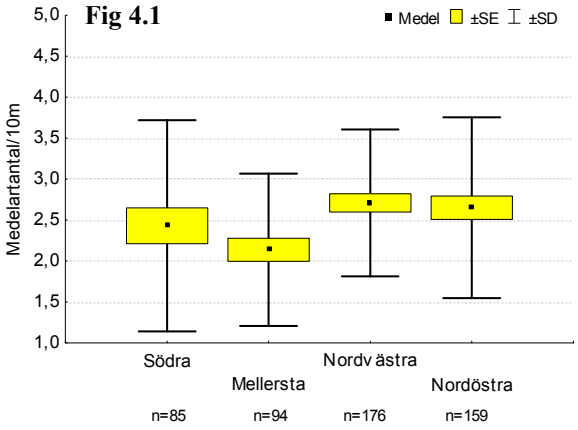


Fig. 4.1. *Antalet arter /10m i sjöns olika delar.*

Tukey HSD:
Mellersta-Nordvästra p<0,05

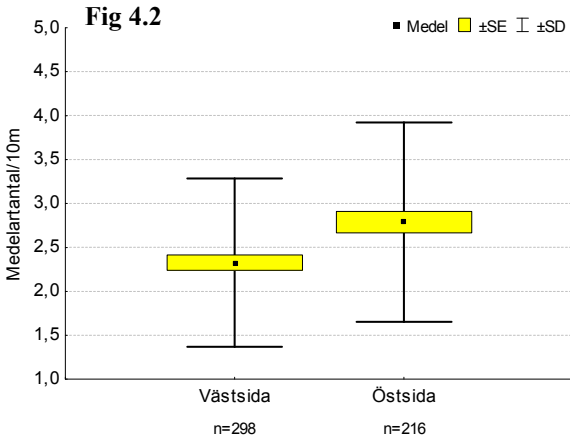


Fig. 4.2. *Medelartantalet på Väst- och östsidor i hela sjön.*

M-W U:
Västsida-Östsida p<0,01

Fig 4.3

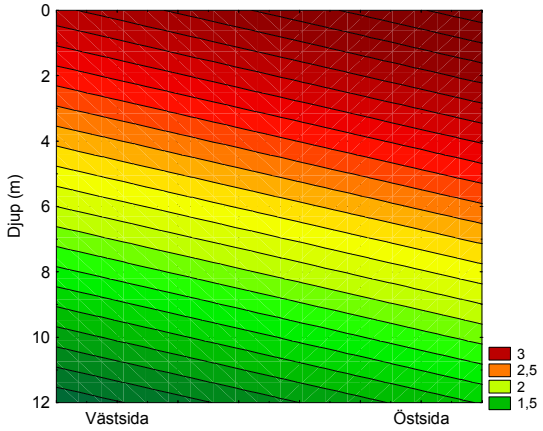


Fig. 4.3. *Artantalets förändring med djupet vid de olika väderstrecken.*

Fig 4.4

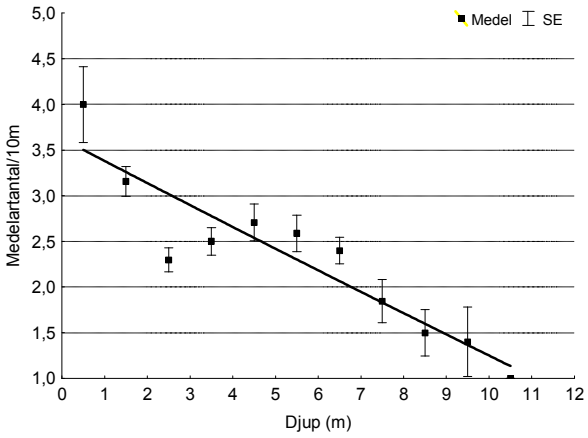


Fig.4.4. *Artantalets förändring med djupet i hela Flaten.*

Bilaga 5. Grafer över täckningsgrad

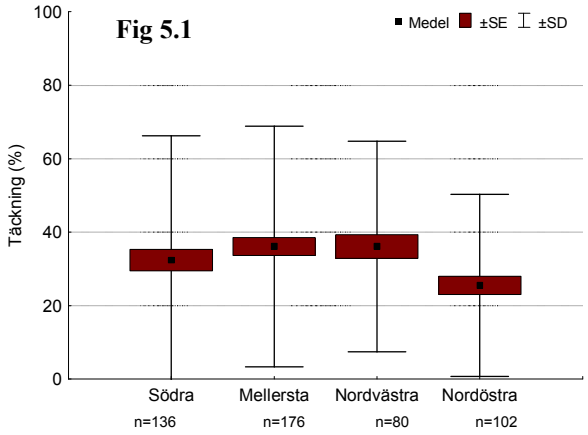


Fig. 5.1. *Medeltäckningsgraden i sjöns olika delar.*

Tukey HSD:
Mellersta-Nordöstra p<0,05

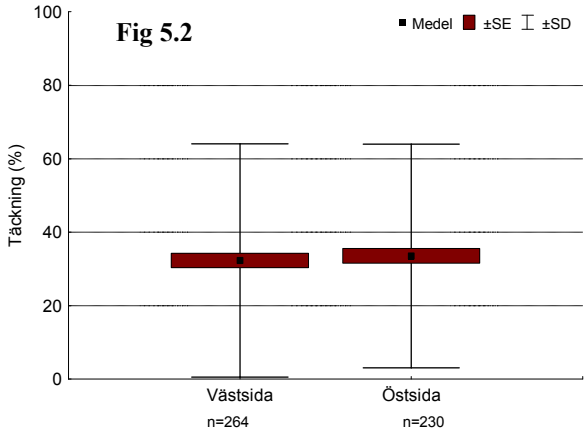


Fig. 5.2 *Medeltäckningsgraden på Väst- och Östsidor i hela sjön.*

Tukey HSD:
Nordsida-Sydsida p<<0,05

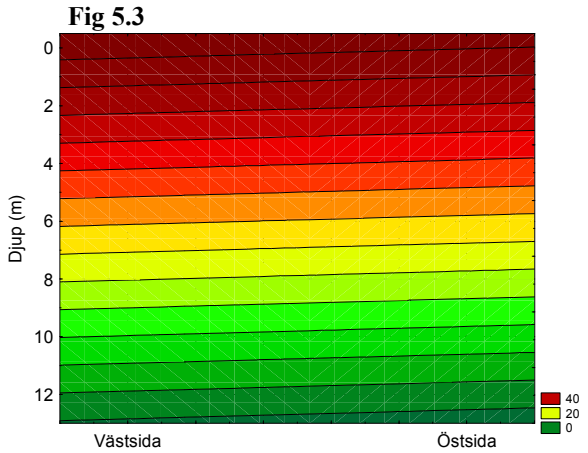


Fig. 5.3. *Täckningsgradens förändring med djupet vid de olika väderstrecken.*

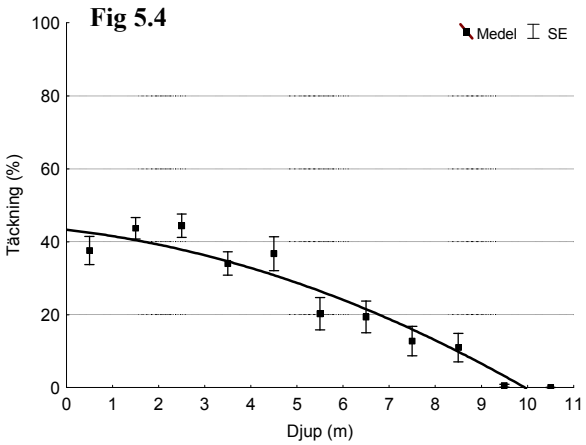


Fig. 5.4. *Täckningsgradens förändring med djupet i hela Flaten.*

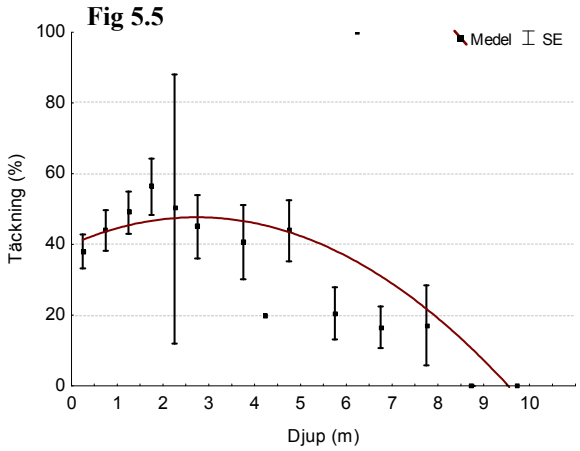


Fig. 5.5. *Täckningsgradens förändring med djupet på hårdbottnar.*

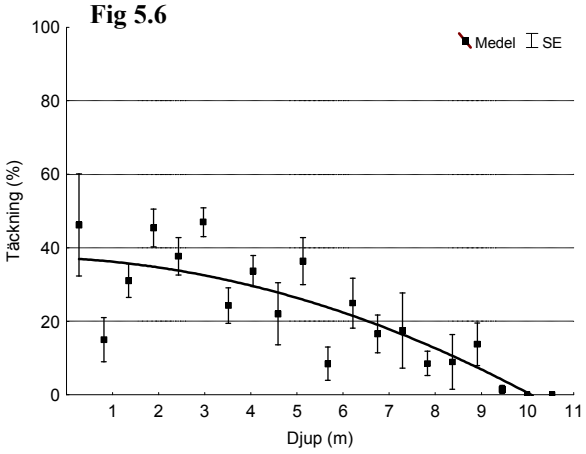


Fig. 5.6. *Täckningsgradens förändring med djupet på mjukbottnar.*

Bilaga 6. Grafer över diversiteten

Fig 6.1a

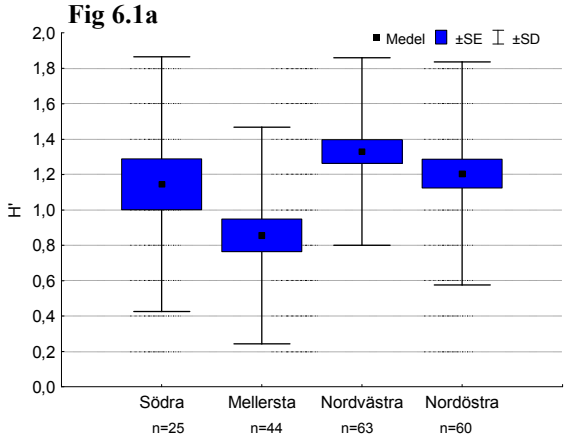


Fig 6.1b

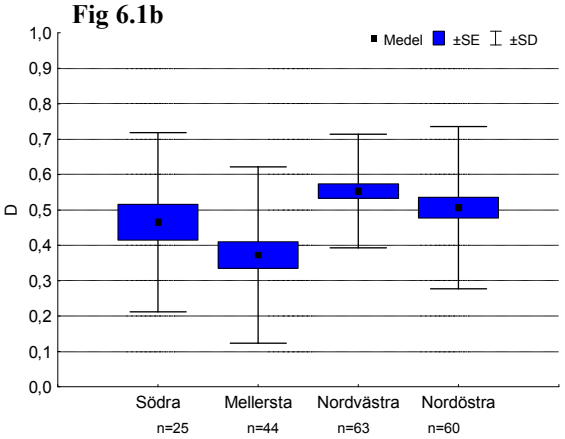


Fig. 6.1a-b. *Medeldiversitet för de olika bassängerna, a visar Shannon-Wieners index (H´) medan b visar Simpsons index (D).*

Tukey HSD:
Mellersta-Nordvästra p<0,05

Fig 6.2a

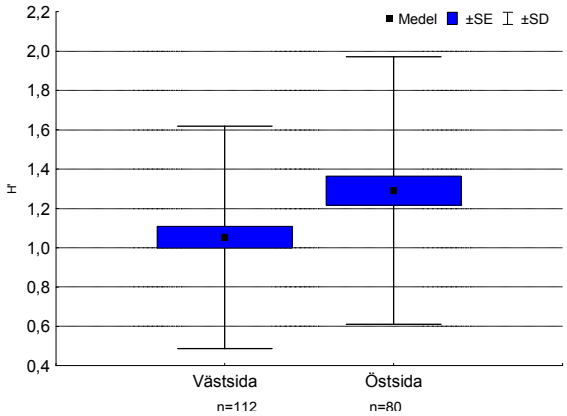


Fig 6.2b

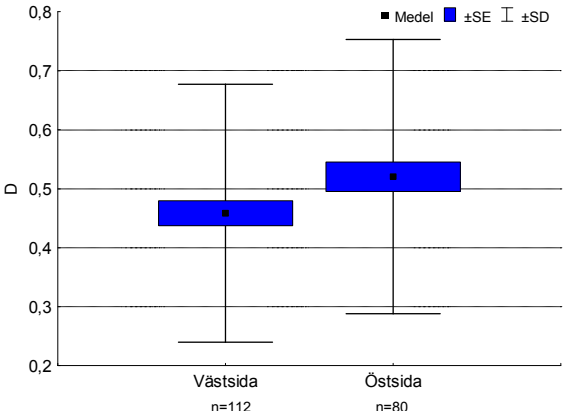


Fig. 6.2a-b. *Medeldiversiteten på Väst- och Östsidor i hela Flaten, a visar Shannon-Wieners index (H´) medan b visar Simpsons index (D).*

M-W U:
Västsida-Östsida p<0,01

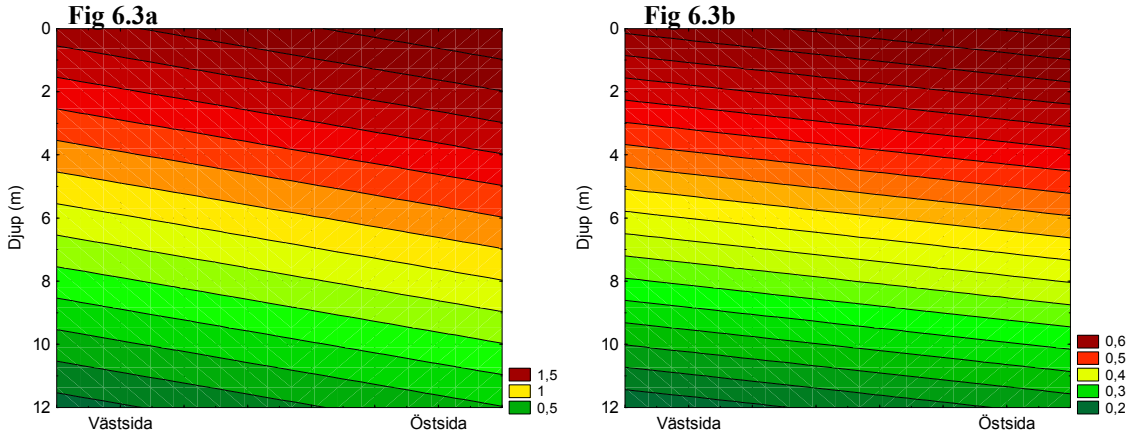


Fig. 6.3a-b. *Täckningsgradens förändring med djupet vid de olika väderstrecken, a visar Shannon-Wieners index (H´) medan b visar Simpsons index (D).*

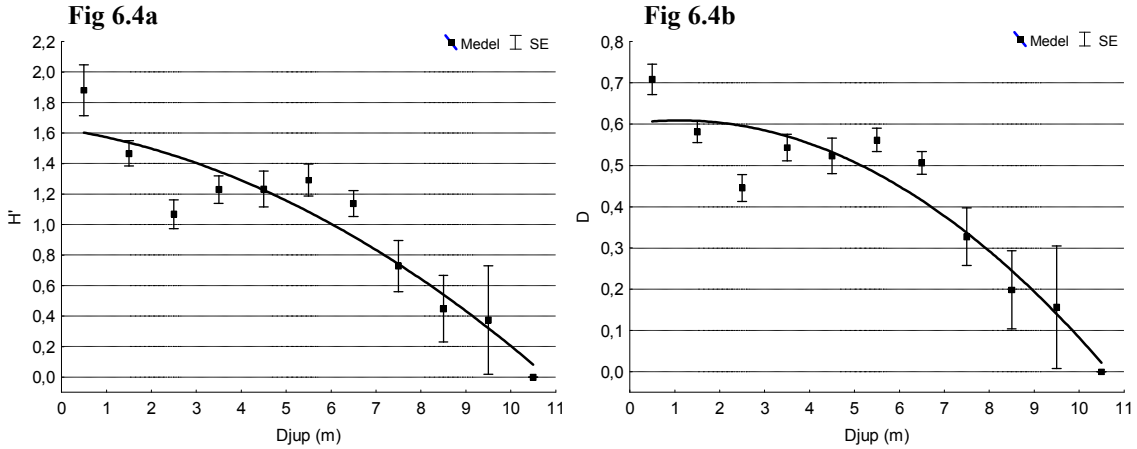


Fig. 6.4a-b. *Medeldiversitetens förändring med djupet för hela Flaten, a visar Shannon-Wieners index (H´) medan b visar Simpsons index (D).*

Bilaga 7. Bedömningsgrunder för sjöars artrikedom

7.1 Artrikedom och näringsindikatorer

Vattenväxter i sjöar
Artrikedom och artsammansättning hos flytblads- och undervattensväxter i sjöar kan utnyttjas som mått på sjöekosystemets tillstånd i stort. Mer specifikt kan sådana data användas som indikatorer på eutrofiering.

Bakgrund
Vattenväxterna spelar en viktig roll i sjöars ämnesomsättning och bildar livsmiljö för många andra organismer. Växternas artmångfald och utbredning påverkas av eutrofiering, försurning och andra förändringar i miljön. Både enskilda arter och hela växtsamhällen kan därför tjäna som indikatorer på sjöekosystemets tillstånd.
Den bedömningsmetod som presenteras här utnyttjar främst flytbladsväxter och undervattensväxter (utom mossor). Tillståndsbedömningen utgår från antalet påträffade arter inom dessa grupper (se artlista). Vid bedömning av avvikelse från jämförvärde används också ett indikatortal som avspeglar olika arters beroende av vattnets näringsrikedom (arter med låga indikatorvärden uppträder främst i näringsfattiga vatten och vice versa). Inventeringen av sjöns flora ska genomföras under högsommar eller sensommar. (Flatens tillstånd är markerat i fet stil)

Bedömning av tillstånd

Artantal, undervattens- och flytbladsväxter		
Klass	**Benämning**	**Antal arter**
1	Mycket artrikt	> 18
2	**Artrikt**	**15–18**
3	Ganska artrikt	10–14
4	Ganska artfattigt	5–9
5	Artfattigt	0–4

Jämförvärden **Höjd över havet**	**Sjöareal** (km^2)	**Artantal**		**Indikatortal**	
		N Sverige	**S Sverige**	**N Sverige**	**S Sverige**
< 60 m	< 0,1	3–5	4–12	5,5	7,4
	0,1–1	9–14	**11–16**	6,5	**8,1**
	1–10	10–18	15–23	6,3	8,0
	> 10	17–21	17–25	6,5	8,0
60–200 m	< 0,1		5–11		6,9
	0,1–1	5–13	10–17	6,3	7,0
	1–10	10–16	17–25	5,8	6,5
	> 10	13–20	> 17	6,3	6,6
> 200 m	< 0,1				
	0,1–1	4–11	8–16	6,3	7,2
	1–10	8–15	15–25	6,2	6,2
	> 10	13–17		5,9	

Jämförvärdena anger typiska artantal och indikatortal för floran i vatten som inte nämnvärt påverkats av människan. Med norra Sverige avses området norr om Dalälven. I vissa fall saknas jämförvärden på grund av bristande underlag.

Artlista över vattenväxter i sjöar
De indikatortal som anges här avspeglar arternas beroende av vattnets näringsrikedom (arter med låga indikatorvärden uppträder främst i näringsfattiga vatten och vice versa). För vissa arter har inget indikatortal fastställts.

7. 2 Artlista

Undervattensväxter	Indikatortal
Isoetider	
Crassula aquatica	3
Baldellia ranunculoides	4
Isoetes echinospora	4
Subularia aquatica	4
Isoetes lacustris	5
Lobelia dortmanna	5
Limosella aquatica	5,3
Peplis portula	5,3
Ranunculus reptans	5,3
Pilularia globulifera	5,5
Elatine hydropiper	6
Littorella uniflora	6,7
Eleocharis acicularis	8,5
Elodeider	
Alisma gramineum	
Callitriche brutia (pedunculata)	
Callitriche cophocarpa	
Callitriche platycarpa	
Najas intermedia	
Najas minor	
Ranunculus fluitans	
Ruppia maritima	
Ruppia spiralis	
Sagittaria natans	
Utricularia australis (neglecta)	
Utricularia ochroleuca	
Potamogeton polygonifolius	3
Sparganium angustifolium	3
Juncus bulbosus	3,7
Scirpus fluitans	4
Sparganium friesii	4
Utricularia intermedia	4
Utricularia minor	4
Callitriche hamulata	5
Callitriche palustris (verna)	5
Myriophyllum alterniflorum	5,5
Nitella spp.	5,5
Potamogeton alpinus	5,5
Utricularia vulgaris	5,5
Potamogeton berchtoldii (pusillus)	7,3
Potamogeton gramineus	7,3
Potamogeton obtusifolius	7,3
Potamogeton perfoliatus	7,3
Potamogeton praelongus	7,3
Callitriche stagnalis	7,7
Hippuris vulgaris	7,7
Potamogeton compressus(zosterif.)	7,7
Callitriche obtusangula	8,5
Callitriche hermaphroditica	8,5
Chara spp.	8,5
Ceratophyllum submersum	8,5
Elodea canadensis	8,5
Potamogeton crispus	8,5
Ranunculus aquatilis	8,5
Ranunculus peltatus	8,5
Ranunculus trichophyllus	8,5
Hottonia palustris	9,0
Stratiotes aloides	9,0
Ceratophyllum demersum	10
Elodea nuttallii	10
Myriophyllum spicatum	10
Myriophyllum verticillatum	10
Najas flexilis	10
Najas marina	10
Oenanthe aquatica	10
Potamogeton acutifolius	10
Potamogeton filiformis	10
Potamogeton friesii (mucron.)	10
Potamogeton lucens	10
Potamogeton pectinatus	10
Potamogeton rutilus	10
Potamogeton trichoides	10
Ranunculus baudotii	10
Ranunculus circinatus	10
Zanichellia palustris	10
Flytbladsväxter	
Sparganium angustifolium	3
Sparganium hyperboreum	3
Nuphar pumila	6
Glyceria fluitans	6,3
Nymphaea alba	6,7
Nymphaea candida	6,7
Potamogeton natans	6,7
Alopecurus aequalis	7,7
Nuphar lutea	8,5
Sparganium gramineum	8,5
Pesicaria amphibium	9
Sagittaria sagittifolia	9
Lemnider	
Lemna minor	8,5
Hydrocharis morsus-ranae	9
Lemna gibba	10
Lemna trisulca	10
Nymphoides peltata	10
Spirodela polyrrhiza	10
Helofyter	
Alisma lanceolatum	
Scutellaria galericulata	
Eriophorum angustifolium	2,5

Carex limosa	4
Carex rostrata	4,3
Carex nigra	4,7
Menyanthes trifoliata	5,3
Ranunculus flammula	5,3
Carex aquatilis	5,5
Carex lasiocarpa	5,5
Juncus effusus	5,5
Lysimachia thyrsiflora	5,5
Peucedanum palustre	5,5
Potentilla palustris	5,5
Sparganium minimum (natans)	5,5
Agrostis stolonifera	5,7
Veronica scutellata	6,3
Equisetum fluviatile	7
Hydrocotyle vulgaris	7
Calla palustris	7,3
Caltha palustris	7,3
Carex vesicaria	7,3
Eleocharis mammilata	7,3
Eleocharis palustris	7,3
Galium palustre	7,3
Myosotis scorpioides	7,3
Phragmites australis	7,3
Scirpus lacustris	7,3
Myosotis laxa	7,7
Alisma plantago aquatica	8,5
Carex elata	8,5
Cicuta virosa	8,5
Cladium mariscus	8,5
Iris pseudacorus	8,5
Mentha aquatica	8,5
Phalaris arundinacea	8,5
Ranunculus hederaceus	8,5
Sparganium erectum (ramosum)	8,5
Typha latifolia	8,5
Acorus calamus	9
Ranunculus lingua	9
Sium latifolium	9
Apium inundatum	10
Berula erecta	10
Bidens cernua	10
Bidens tripartita	10
Bolboschoenus maritimus	10
Butomus umbellatus	10
Carex acuta	10
Carex acutiformis	10
Carex pseudocyperus	10
Carex riparia	10
Glyceria maxima	10
Nasturtioum officinale	10
Polygonum hydropiper	10
Ranunculus sceleratus	10
Rorippa amphibia	10
Rumex hydrolapathum	10
Scirpus tabernaemontani	10
Solanum dulcamara	10
Sparganium emersum (simpl.)	10
Typha angustifolia	10
Veronica anagallis-aquatica	10
Veronica beccabunga	10