



Rapport 2003:18



LÄNSSTYRELSEN  
I STOCKHOLMS LÄN

# Exploatering av stränder

Metodstudie för övervakning av exploateringsgraden II.  
Vidareutveckling av indikatormetoden.



# Exploatering av stränder

Metodstudie för övervakning av exploateringsgraden II.  
Vidareutveckling av Indikatormetoden.

*Författare*

Annelie Mattisson, Länsstyrelsen i Stockholms län

*Handledare*

Volter Arnberg, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi,  
Stockholms universitet

Arbetet har skett i nära samarbete med  
Klara Tullback Rosenström och Gunnar Aneer på Länsstyrelsen i Stockholm

Foto omslag: Christina Fagergren

Utgivningsår: 2003

ISBN: 91-7281-109-9

# Förord

Under hösten 2001 påbörjade Länsstyrelsen i Stockholm, finansierat av Naturvårdverkets miljöövervakningsmedel, arbetet med att kartera länets stränder enligt den indikatormetod som Länsstyrelsen tidigare utvecklat tillsammans med länsstyrelserna i Blekinge och Norrbotten län i rapporten *Fysisk störning av stränder – Metodstudier för övervakning av exploateringsgraden, Länsstyrelsen i Stockholms län rapport 2001:22*. Rapporten finansierades av Naturvårdsverket. Metodiska problem uppstod emellertid när det insamlade materialet skulle analyseras. Detta ledde till att Länsstyrelsen i Stockholms län sökte och beviljades ytterligare medel från Naturvårdsverket för att lösa problemen. Under förutsättning av att problemen löstes skulle vi även skriva ett förslag till Naturvårdsverkets handbok för övervakning.

Redan 1999 initierades arbetet med att testa metoderna i *Bedömningsgrunder för miljökvalitet – kust och hav*, kapitlet *Fysisk störning av stränder*, Naturvårdsverket, 1999, vilket bland annat resulterade i rapporten *Fysisk störning av stränder – prov av bedömningsgrunder för miljökvalitet, Länsstyrelsen i Stockholms län rapport U2000:25*.

I denna rapport redovisas vidareutvecklingen av indikatormetoden samt förslag till handböcker som kan användas av den som själv vill genomföra metoden. Under hösten 2003 kommer Länsstyrelsen i Stockholms län att utvärdera länets skärgårds- och Mälärstränder med den vidareutvecklade indikatormetoden.

Studien har utförts av Annelie Mattisson, Länsstyrelsen i Stockholms län, under handledning av Wolter Arnberg, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi vid Stockholms universitet. (Studien utgör även ett projektarbete på kursen Geografisk analys och presentation i GIS, 10 p, på Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.) Arbetet har skett i nära samarbete med Klara Tullback och Gunnar Aneer, Länsstyrelsen i Stockholms län. Maria Kilnäs, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, har också hjälpt till med råd och synpunkter. För rapportsammanställningen står Annelie Mattisson.

Stockholm september 2003



Lars Nyberg  
Miljö- och planeringsdirektör  
Länsstyrelsen Stockholms län



# Innehåll

<b>FÖRORD</b> .....	<b>2</b>
<b>INNEHÅLL</b> .....	<b>5</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>7</b>
<b>ENGLISH SUMMARY</b> .....	<b>8</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>9</b>
BAKGRUND .....	9
MÅLSÄTTNING .....	9
BESKRIVNING OCH PROBLEMATISERING AV BEFINTLIG ANALYSMETOD.....	9
RASTERANALYS SOM MÖJLIG LÖSNING.....	13
<b>STUDIEOMRÅDEN OCH MATERIAL</b> .....	<b>14</b>
<b>METODER</b> .....	<b>15</b>
VEKTORANALYS.....	15
<i>Sökning av objekt eller egenskaper hos objekt</i> .....	15
<i>Buffring av ytoobjekt</i> .....	15
<i>Hopslagning av två olika kartskikt (union)</i> .....	15
<i>Klippning</i> .....	15
RASTERANALYS .....	16
<i>Grannskapsanalys – Neighbourhood statistics</i> .....	16
<i>Samband mellan hus och bryggor</i> .....	16
<i>Skärmtolkning</i> .....	16
<i>Diagramanalys</i> .....	17
<b>RESULTAT</b> .....	<b>18</b>
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>19</b>
METODUTVECKLING .....	19
<i>Ändrat fokus för bedömning av fysisk störning</i> .....	19
<i>Ändrad stranddefinition</i> .....	20
<i>Val av pixelstorlek</i> .....	20
<i>Test av samband mellan husfrekvenser och bryggfrekvenser</i> .....	21
<i>Grannskapsanalysens omfattning</i> .....	23
<i>Klassning av vägfrekvenser</i> .....	28
INDIKATORERNA .....	28
<i>Bryggindikatorn</i> .....	28
<i>Bebyggelseindikatorn</i> .....	29
<i>En framtida vägindikator</i> .....	30
<i>Indexering</i> .....	31
EXEMPEL PÅ ANDRA METODER FÖR ANALYS AV STRÄNDER .....	32
FELKÄLLOR .....	33
<i>Felkällor i inköpt GIS-material</i> .....	33
<i>Felkällor i flygbildstolkat material</i> .....	34
SLUTDISKUSSION.....	34
<i>Analys och programvara</i> .....	34
<i>Förutsättningar för användning av metoden</i> .....	34

<i>Indelning av exploateringsindikationen i fem klasser</i> .....	35
<i>Presentation i kartform</i> .....	36
<i>Slutsatser</i> .....	36
<b>KONTAKTPERSONER</b> .....	<b>38</b>
<b>REKOMMENDERAD LITTERATUR</b> .....	<b>39</b>
REKOMMENDERADE HEMSIDOR.....	39
<b>TACK!</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>41</b>
SKRIFTLIGA OCH DIGITALA REFERENSER.....	41
MUNTLIGA REFERENSER.....	41
<b>BILAGOR</b> .....	<b>43</b>
<b>BILAGA 1:</b> HANDBOK FÖR TOLKNING OCH GIS-DIGITALISERING AV EXPLOATERING AV STRÄNDER	
<b>BILAGA 2:</b> HANDBOK FÖR GIS-ANALYS FÖR EXPLOATERING AV STRÄNDER	
<b>BILAGA 3:</b> FÖRSLAG TILL METADATABLAD FÖR GIS-SKIKT	
<b>BILAGA 4:</b> KARTEXEMPEL FRÅN STUDIEOMRÅDENA	



# Sammanfattning

Den svenska kustens stränder är utsatta för ett högt exploateringsstryck. Trots att kustområdena är viktiga för både biologisk mångfald och biologisk produktion är kunskapen liten om den faktiska exploateringsgraden. Rapporten *Fysisk störning av stränder – Metodstudier för övervakning av exploateringsgraden* (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001) presenterade indikatormetoden som ett verktyg för övervakning av av graden av exploatering i svenska kustområden. Datainsamlingen, som är relativt snabb och enkel, är baserad på flygbildstolkning och användning av befintliga digitala kartor. Den insamlade informationen behandlas och analyseras i ett vektorbaserat geografiskt informationssystem (GIS). När indikatormetoden tillämpades visade det sig emellertid att problem uppstod vid analysen av insamlat material.

I denna studie försöker jag lösa dessa problem genom att analysera insamlat data på ett alternativt sätt i ett rasterbaserat GIS. I metodstudien tar jag steg för steg upp problemen som uppstod med ursprunglig metodik och motiverar varför rasteranalys är en bättre lösning. I bilagorna presenteras därefter två förslag till Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning, en för insamling av grunddata och en för den nya GIS-analysen av grunddata.

Innehållet i indikatorerna (se nedan) har ändrats och några definitioner har även finjusterats. Exempelvis har jag frångått begreppet ”störning” och använder mig istället av ”exploatering” som jag har valt att definiera som *en antropogen fysisk modifiering av naturmiljön*. Samma analysprincip tillämpas på bryggor och byggnader. Vägindikatorn skiljer sig emellertid så pass mycket från de två andra indikatorerna att en specialstudie krävs för att göra klar denna.

## **Bryggindikatorn**

- bryggfrekvens utanför tätort och hamnområde indelad i fem klasser
- förekomst av hamnområde
- förekomst av tätort

## **Byggnadsindikatorn**

- byggnadsfrekvens utanför tätort indelad i fem klasser
- förekomst av tätort

## **Vägindikatorn**

- inte klar

Brygg- och byggnadsfrekvenserna analyserades med hjälp av så kallad grannskapsanalys. Syftet var att skapa en karta av kustlinjen som varken visade själva bryggorna eller byggnaderna utan *hur tätt* bryggorna eller byggnaderna förekommer. Principen är att en högre täthet innebär en högre exploateringsgrad. Tätheten delades in i fem klasser baserade på fyra kustområden; Stockholms och Blekinge län samt Haparanda och Öckerö kommun. Detta arbete beskrivs också i rapporten. Ytområdena, hamnarna och tätorterna, lades över de klassade kartorna när de hade transformerats till vektorformat. Dessa områden klassificerades som kraftigt modifierade (högsta exploateringsklass).

Viktiga slutsatser från metodarbetet är bland annat att:

- Frekvensanalys är en effektiv metod som ger en bättre bild av verkligheten jämfört med ursprunglig buffertmetod.
- Rasterbaserade GIS är mycket lämpliga för analyser av ytutbredning och exploatering.
- Även om metoden eller de föreslagna klassgränserna ändras går det att ta fram ”nya” resultat med hjälp av äldre insamlat material.

# English summary

## Revision of the indicator method for monitoring physical exploitation in Swedish coastal areas

The shores of the Swedish coast and archipelagoes are subject to high pressure from human exploitation. Although the coasts are important both in terms of biological diversity and production, few if any are monitored and the actual extent of exploitation is mainly unknown.

The County Administrative Board of Stockholm has previously developed a method for monitoring the degree of physical exploitation in Swedish coastal areas (Tullback et al. 2001). The indicator method, which enabled rapid and easy collection of data, was based on aerial interpretation and the use of existing digital maps. The information was then compiled and analyzed in a vector-based geographical information system (GIS). However, we encountered a number of problems when we analyzed the maps according to the indicator method.

In this study I present an alternative means to analyze the data, by using raster-based GIS. The report gives a step-by-step description of the problems associated with the previous indicator method and explains why raster analysis provides a better solution. The appendices present two proposals for inclusion in the Swedish Environmental Protection Agency's *Handbook for Environmental Monitoring*. One method is for the identification and collection of basic data and the other is a new method for GIS-analysis of the data.

I have changed some of the definitions: for example, I use the term "exploitation", defined as *anthropogenic physical modification of the natural environment*, instead of the term "disturbance", which was used by Tullback et al. (2001). I have also modified the descriptions of the indicators (below). The indicators for jetties and buildings were developed using similar principles. The road indicator, however, was based on different principles and is not yet complete. A special study is needed to complete the road indicator.

<u>The jetty indicator</u>	<u>The building indicator</u>	<u>The road indicator</u>
- Jetty frequency divided into five classes, outside urban centers	- Building frequency divided into five classes, outside urban centers	- Not complete
- Presence of harbours/marinas	- Presence of urban centers	
- Presence of urban centers		

I analyzed the jetty and building frequencies by means of neighbourhood analysis. The aim was to create a map of the coastline that shows neither the jetties nor the buildings themselves, but the *density* of the constructions. The idea is that a higher density means a higher exploitation.

I divided the frequencies into five classes based on reference areas from four Swedish coastal regions; the counties of Stockholm (northern Baltic proper) and Blekinge (southern Baltic proper) and the municipalities of Haparanda (Gulf of Bothnia) and Öckerö (Kattegat). I then superimposed the surface areas, e.g. harbours/marinas and population centers on the classed map after it had been transformed to vector format. These surface areas were classified as heavily modified (highest exploitation class).

The main conclusions from this methodological study are:

- Frequency analysis is an effective method that gives a better picture of reality compared to the initial buffer method.
- Raster-based GIS is a very suitable method for analyses of the degree of physical exploitation and surface analysis in general.
- Even if the method or the proposed class limits are altered it is possible to produce "new" results with the initial basic data.

# Inledning

## Bakgrund

Länsstyrelserna i Stockholms, Blekinges och Norrbottens län har arbetat med att ta fram metoder för bedömning av fysisk störning längs stränder med utgångspunkt i Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav* (1999). Målsättningen var en metod för kartering och klassificering av fysisk störning som kunde utföras på ett enkelt och tidseffektivt sätt, både på regional och på nationell nivå. Det var också viktigt att samtliga inblandade länsstyrelser hade praktiska verktyg för att genomföra metoden. Arbetet resulterade i en rapport, *Fysisk störning av stränder – metodstudier för exploateringsgraden* (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001) där bland annat ett förslag till metod, den så kallade indikatormetoden, för inventering av större områden presenterades.

Under hösten 2001 utnyttjades indikatormetoden för att kartera hela Stockholms läns kust- och skärgårdsområden med avseende på fysisk störning av stränder. Under arbetets gång konstaterades emellertid både brister och rena felaktigheter i utvärderingen av insamlat material. Detta arbete är en vidareutveckling av analysen av det material som samlades in med indikatormetoden.

## Målsättning

Målsättningen med detta arbete är att lägga upp en ny, mer vetenskapligt korrekt och praktiskt fungerande, analys av insamlat material i ett geografiskt informationssystem (GIS). Metoden ska kunna genomföras med befintliga resurser på samtliga länsstyrelser som kan tänkas ha användning för den. Den ska kunna dela in resultatet i fem störningsklasser enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav. En annan viktig del av metoden är att resultatet ska kunna presenteras i kartform på ett tydligt, överskådligt och snyggt sätt.

## Beskrivning och problematisering av befintlig analysmetod

Indikatormetoden redovisar potentiell fysisk störning av stränder med hjälp av tre så kallade indikatorer. Syftet med metoden är att "...på ett tidseffektivt och illustrativt sätt, visa hur potentiellt störd stranden är utgående från valda indikatorer", där den potentiella störningen antas främst ha negativa effekter för växt- och djurliv (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001). Analysen av det insamlade materialet sker i ett vektorbaserat GIS.

Indikatormetoden använder följande indikatorer:

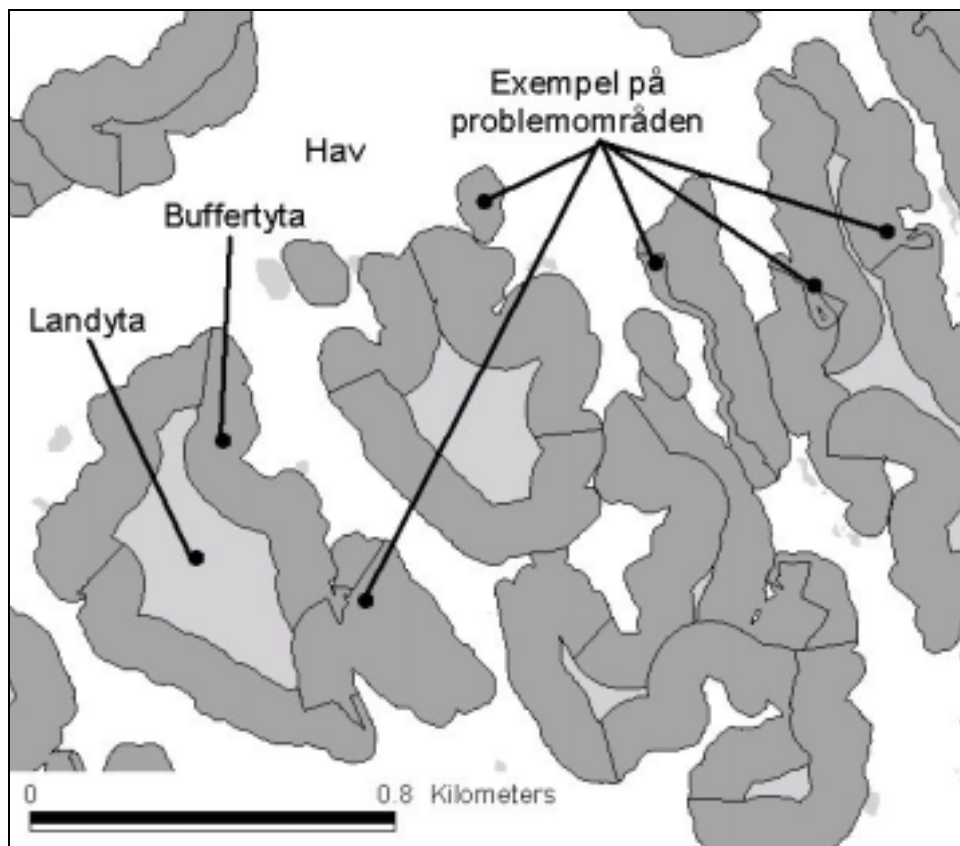
- antal byggnader per kilometer strand
- antal bryggor per kilometer strand
- meter väg per kilometer strand

Indikatormetoden tar hänsyn till följande störningsfaktorer:

- bryggor
- byggnader (GSD Fastighetskartan)
- vägar (GSD Fastighetskartan)
- tätorter (GSD Röda kartan/Överskikt kartan)
- hårdgjorda stränder
- småbåtshamnar
- hamnar

Indikatorerna är inte bara störningar i sig själva utan indikerar även att potentiellt störande aktiviteter pågår i anslutning till dem. Det kan handla om erosion, oljespill, båt- och biltrafik, förändringar av naturmiljön i tomtområden etc.

Antalet bryggor respektive byggnader samt längden väg beräknas separat inom skapade buffertytor. Dessa buffertytor baserar sig på buffrade strandlinjer. Varje buffertyta sträcker sig 1000 meter längs med stranden, 100 meter upp på land och valfritt avstånd ut i vattnet beroende på hur bryggorna har karterats (se figur 1). Buffert- eller presentationsytorna bildas med hjälp av ett buffertskript som utvecklats enkom för denna metod. Där en strandlinje går nära en annan, exempelvis i en djup vik är skriptet skrivet så att det inte ska bildas något överlapp mellan buffertytorna. Där överlapp uppstår mellan buffertytor klipper helt enkelt den nyskapade buffertytan den redan befintliga.



**Figur 1:** Buffertytor bildade med hjälp av buffertskriptet. Varje buffertyta sträcker sig 1000 meter längs med stranden, 100 meter upp på land och valfritt avstånd ut i vattnet beroende på hur bryggorna karterats. Metoden och buffertskriptet leder till att det i vissa fall blir problematiskt att tolka resultatet.

Beroende på antalet bryggor, hus eller längden väg i varje enskild buffertyta delas ytorna sedan in i fem olika störningsklasser som går från ingen potentiell störning till hög grad av potentiell störning. Ingen sammanslagning av de olika indikatorerna görs, antal bryggor, hus respektive längd väg per kilometer strand redovisas för sig.

När indikatormetoden och buffertskriptet används uppstår dessvärre flera problem och fel som redovisas nedan:

**Problem 1:** Cirka 40 procent av buffertytorna får en strandsträcka kortare än en kilometer. Dessa ytor ”räknas om” till att gälla en kilometer genom att antalet störningar divideras med strandsträckans längd för att sedan multipliceras med 1000 meter. Statistiskt sett är detta långt ifrån idealiskt och ger tydligt tveksamma resultat i form av överskattad potentiell störning (se figur 2).



**Figur 2:** Bilden visar tre öar smalare/mindre än 200 meter där bufferterna täcker hela öarna. Kvadraterna anger byggnader. Strandsträckor under en kilometer som räknats om och fått en högre (helgrått område) respektive lägre (vitt område) störningsklass än de antagligen borde ha fått.

**Problem 2:** På grund av strandens utseende med djupa vikar och smala sund ger buffertskriptet ytor som är av olika areal och som kan se mycket konstiga ut. Detta medför att de enskilda buffertytorna som klassas ofta inte är representativa för hela strandzonen (100 meter upp på land från strandlinjen) baserat från den kilometersträcka som de skapades utifrån. Detta förvärras ytterligare av att det finns fel i buffertskriptet som exempelvis kan ge märkliga ”utstickare” på ytorna. Se figur 1.

**Problem 4:** Buffertskriptet gör ett systematiskt fel. Skriptet ska redovisa sammanlagd strandsträcka inom varje buffertyta. I vissa fall klipper exempelvis en kustlinjes buffertyta en buffertyta som hör till en närliggande ö. Därmed hamnar delar av öns strandlinje inom kustbuffertens yta. Denna strandlinje beräknas inte av skriptet. Detta gäller för varje fall där skriptet klipper en strandlinje som inte tillhör den strandlinje som bufferten skapats utifrån. Dessa sträckor ”försvinner” istället utan att redovisas någonstans i buffertyornas resultattabell.

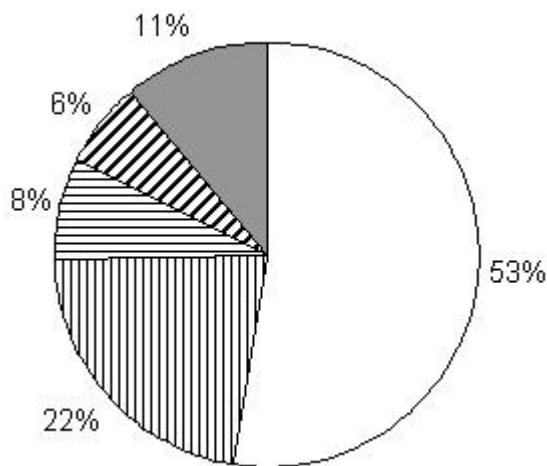
**Problem 5:** Buffertskriptet klipper ibland buffrarna längs med strandlinjen och redovisar sedan längden i **båda** angränsande buffertytor. Denna dubbelredovisning av strandsträckorna ställer till med problem när strandsträckan ska summeras eller användas i andra beräkningar.

**Problem 6:** Bebyggelsen kan vara fördelad till endast en liten del av buffertytan som ändå i sin helhet klassas till exempelvis klass 5. Vidare kan bebyggelse finnas i anslutning till en

gränsszon och delas mellan två bufferttytor som därför få en lägre klassning än vad området skulle få om det existerat i en enda buffertzona.

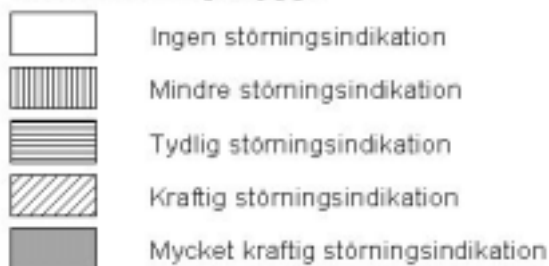
**Problem 7:** Metoden tillåter endast redovisning av *antalet* klassade bufferttytor (se figur 3) och inte fördelningen av längden strand. Om längden ska presenteras måste den räknas ut den med hjälp av strandsträckan inom respektive buffert.

**Problem 8:** Det går att diskutera valet av en kilometer som längdbegränsning av klassificeringsenhet. Erfarenhet visar att det blir mycket grova generaliseringar med denna sträckavgränsning.



### **Potentiell fysisk störning av stränder**

#### **Klassindelning brygga**



**Figur 3:** Diagrammet visar fördelningen av *antalet* klassade bufferttytor i Stockholms läns kust- och skärgårdsområden. (Bryggor, hårdgjord strand och hamnområden är tolkade i infraröda flygbilder från 1999 och tätortsområden har hämtats från GSD Fastighetskartan och GSD Röda kartan.)

### Sammanfattning av de problem som uppstår med nuvarande utformning av indikatormetoden

- ♦ analysen i vektormiljö medför vissa statistiska problem
- ♦ valet av en analysenhet på en kilometer är godtycklig
- ♦ buffertskriptet fungerar inte som det var tänkt
- ♦ fel i buffertskriptet leder till nya fel i analysen

## Rasteranalys som möjlig lösning

Jag föreslår att en rasterbaserad frekvensanalys av exploateringar används som lösning till ovanstående problem. Tanken är att en frekvensanalys skulle innebära följande förbättringar (numreringen motsvarar problemupställningen):

Förbättring 1 och 8: Med frekvensanalyser elimineras behovet av att räkna om buffertzoner som har en strandsträcka kortare än en kilometer. På detta sätt undviks också de felkällor i form av för höga klassningar som denna omräkning i vissa fall kan medföra.

Förbättring 2: I en frekvensanalys analyseras ett bestämt område kring varje rastercell, det så kallade grannskapet. Om storleken på grannskapet är nio rasterceller kommer frekvensen för varje rastercell att bli det sammanlagda värdet av sig själv och de åtta rasterceller som ligger runt om (se figur 4). I vårt fall kommer således varje hus och varje brygga beräknas för varje rastercell som ligger inom det bestämda grannskapet. Detta gör en efterföljande klassning mer realistisk.

Förbättring 3 och 4: I en rasterbaserad frekvensanalys finns inget behov av att använda det problematiska och delvis felaktiga buffertskriptet. Den buffertzona som används för att avgränsa strandområdet i slutet av analysen behöver inte vara avgränsad i kilometerlånga sträckor och därför kan vanlig buffring med hjälp av ArcView's egna *Create Buffers* användas.

Förbättring 5: Större och mindre opåverkade områden förs inte automatiskt till högsta exploateringsklassen för att de ligger nära tätortsbebyggelse. På detta sätt kan småbiotoper identifieras. Dessa är ofta värdefulla inslag i exploaterade miljöer. Klassningen av tät bebyggelse kan också göras noggrannare då det inte finns någon risk för att bebyggelsen delas upp på två buffertzoner och därför får en lägre klassning. Vidare påverkar även bebyggda öar, trånga sund och smala vikar områden som ligger på andra sidan vattnet. Till exempel får en obebyggd ö som ligger nära en mycket bebyggd ö en högre klassning jämfört med om den skulle ha legat nära andra obebyggda öar.

Förbättring 6 och 7: Eftersom analysen görs i ett rastersystem behöver inte de enskilda buffertzoner som varierar i storlek och strandsträcka användas längre. På det sättet undviks ett missvisande resultat i form av en statistisk redovisning av antalet buffertzoner.

# Studieområden och material

Studieområdena som användes i den ursprungliga indikatormetoden (beskrivs nedan) bestod av kustområden i Blekinges, Norrbottens och Stockholms län samt i Öckerö kommun. För närmare beskrivningar rekommenderas Fysisk störning av stränder – metodstudier för exploateringsgraden (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001).

I den vidareutveckling av indikatormetoden som presenteras i denna rapport har jag framför allt använt material från Stockholms län (öar över 0,5 hektar samt kusten). Men material från Blekinge län, Haparanda kommun i Norrbottens län och Öckerö kommun i Västra Götalands län har också utnyttjats, bl.a. för försök till klassning samt för test av metodens användbarhet.

Tabell 1 ger en kort presentation av det material som använts i analyserna. GSD står för Geografiska SverigeData från Metria. Materialet har behandlats i GIS-programmet *ArcView 3.2* med diverse programtillägg, där det viktigaste har varit *Spatial Analyst* som möjliggör en rasterbaserad analys. Även det rasterbaserade GIS-programmet *IDRISI* har utnyttjats.

**Tabell 1: Material som har använts i arbetet med vidareutvecklingen av indikatormetoden**

GIS-skikt	Objekttyp	Källa	Kort beskrivning
byggnader	Ytobjekt	GSD Fastighetskartan, BY_.shp	Byggnader (samtliga objekt i skiktet)
vägar	Linjeobjekt	GSD Fastighetskartan, VL_.shp	Vägar (samtliga objekt i skiktet)
bebyggda omr.	Ytobjekt	GSD Fastighetskartan, MB_.shp	Tät bebyggelse enligt GSD Fastighetskartan (samtliga objekt i skiktet)
tätorter	Ytobjekt	GSD Röda kartan (äldre version av GSD Översiktskartan) To97_x.shp (x=aktuella länsbokstäver)	Tätorter enligt GSD Röda kartan/Översiktskartan. (samtliga objekt i skiktet)
bryggor	Punktobjekt	IRF-flygbilder samt ortofoton från olika årtal	Samtliga tolkade bryggor, längs med kust- och östränder utanför tätort hamnområde och hårdgjord strand i aktuellt studieområde.
hamnar	Ytobjekt	IRF-flygbilder samt ortofoton från olika årtal	Samtliga tolkade hamnområden längs med kust- och östränder utanför tätort i aktuellt studieområde.
hårdgjorda stränder	Ytobjekt	IRF-flygbilder samt ortofoton från olika årtal	Samtliga tolkade hårdgjorda stränder längs med kust- och östränder utanför tätort aktuellt studieområde.



# Metoder

I denna studie har jag använt flera olika metoder för att undersöka de fyra studieområdena. Samtliga har utförts med hjälp av digitala kartor i två olika typer av GIS-miljöer; vektorbaserad och rasterbaserad. Nedan förklaras några GIS-analyser och -manipulationer mycket kort. I diskussionskapitlet beskrivs mer noggrant vad som gjorts på vilka geografiska objekt samt resonemang och slutsatser av försöken.

## Vektoranalys

Samtliga ingående GIS-kartskikt i denna studie ligger som vektorbaserade objekt. Det vill säga, kartskikten består av enskilda objekt som lagras med hjälp av x- och y-koordinater. Punkter lagras som ett enkelt koordinatpar medan linjer och ytor lagras som serier av koordinatpar där varje par står för en brytpunkt eller slutet/början på en linje (ESRI 1996-99).

Analyser i vektormiljöer handlar framför allt om att undersöka geografiska enskilda objekt och deras egenskaper i form av lokalisering, storlek, utseende m.m. I denna studie har jag framför allt använt vektormetoder för att söka ut vissa typer av objekt samt för att manipulera objekten med hjälp av klippning, buffring etc.

## Sökning av objekt eller egenskaper hos objekt

Sökning kan göras för objektens samtliga egenskaper som finns i attributtabellen. Sökning kan också göras inom områden som bestäms av andra vektorskikt. Exempelvis har jag sökt samtliga hus som ligger strax över 200 meter från Fastighetskartans strandlinje på detta sätt.

## Buffring av ytojekt

Med hjälp av buffring går det lätt skapa zoner i utkanterna av olika typer av objekt. I denna studie har jag bland annat använt buffring för att skapa en strandzon på 100 meter från Fastighetskartans strandlinje och upp på land. Jag har också använt buffring för att lägga till en buffertzon på 100 meter runt om tätorter, hårdgjorda stränder och hamnar som därefter definierats tillhörande dessa, det vill säga, en typ av förstoring av ett ytojekt.

## Hopslagning av två olika kartskikt (union)

Att slå ihop kartskikt kan vara mycket praktiskt, särskilt då även attributtabellerna slås ihop. Där exempelvis ytor från båda skikten överlappar varandra klipps den gemensamma ytan ut och blir ett eget objekt. Samtliga egenskaper, från båda kartskikt, registreras därefter i attributtabellen (ESRI 1996-99). I denna studie har jag slagit ihop hårdgjorda stränder, hamnar och tätorter.

## Klippning

Att klippa ett kartskikt med ett annat skikt som mall kan vara mycket praktiskt när det endast är delar av ett kartskikt som ska presenteras. Exempel från detta arbete är att en presentation av strandexploateringen endast ska visa den definierade strandzonen. Objekt som kan vara intressanta att presentera i kombination med denna är naturligtvis vägar, bryggor och byggnad

der. För att få ett kartsikt som innehåller dessa typer av objekt endast inom strandzonen kan de lätt klippas ut med hjälp av kartsiktet för strandzonen.

## Rasteranalys

I ett rasterbaserat GIS som *Spatial Analyst* lagras den geografiska informationen i ett regelbundet rutsystem som är organiserat i ett antal kolumner och rader. Varje ruta, eller rastercell har ett bestämt värde (ESRI 1996-99). Rastersystemet är praktiskt att använda för geografiska egenskaper som sträcker sig och varierar över stora ytor, som exempelvis typ av berggrundstyp, markanvändning eller årlig nederbörds mängd. Storleken på rastercellen bestäms utifrån vad det är som analyseras och vilken frågeställning som ska undersökas.

Med rasterskikt går det lätt att utföra olika matematiska och statistiska manipulationer på enskilda eller flera kartsikt med olika typer av variabler. Dessa operationer görs ofta med en så kallad kartkalkulator (*Map Calculator*).

## Grannskapsanalys – Neighbourhood statistics

En grannskapsanalys tar fram statistik för den enskilda rastercellen samt för *omgivande* rasterceller (ESRI 1996-99). Detta kan göras på olika sätt (olika form och storlek på grannskapet) och med olika typer av statistik (summa, medelvärde, etc.). I denna studie har jag arbetat med frekvenser, det vill säga programmet har beräknat det sammanlagda antalet av objekt, exempelvis bryggor, inom ett område av en bestämd storlek (grannskapet). Se figur 4.

## Samband mellan hus och bryggor

Jag har använt linjär regression för att undersöka om det går att förutsäga bryggfrekvensen i ett område med hjälp av husfrekvensen i samma område (för noggrannare resonemang se *Test av samband mellan husfrekvenser och bryggfrekvenser* i diskussionsdelen). Analysen utfördes i *IDRISI* med hjälp av en modul som kallas *REGRESS*. Denna beräknar regressionskoefficienten, som är ett värde på hur mycket av variansen i materialet som förklaras av regressionen, samt koefficienterna för den räta linje som bäst passar sambandet (Ebdon, D. 1988). Husfrekvensen antogs styra bryggfrekvensen.

Ekvationen för förväntad bryggfrekvens (y):  $y(x) = a + kx$

y = skattad frekvens för beroende variabel

k = riktningskoefficient

a = y-intercept

x = frekvens för oberoende variabel

Med hjälp av ekvationen kunde materialet ytterligare undersökas med hjälp av de residualer som beräknas genom att subtrahera den skattade bryggfrekvensen från den iakttagna. Det ger möjlighet att upptäcka geografiska avvikelser från det allmänna sambandet mellan hus och bryggor.

## Skärmtolkning

För samtliga studieområden finns ortofoton tillgängliga. För att förstå exempelvis residualerna från den linjära regressionen (beskriven ovan) har jag tolkat ortofoton i områden som varit

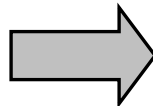
avvikande. Skalintervallet som använts har legat ungefär mellan 1:2800 till 1:10000. Förslag på klassindelningar samt referensområden har också undersökts med hjälp av direkt tolkning mot skärmen. Annan typ av skärmtolkning har också utförts.

## Diagramanalys

Frekvenser och klassförslag har granskats med hjälp av olika typer av diagram och indelningar för att få en större förståelse för hur de enskilda områdena samt det sammantagna materialet ser ut.

*Rasterområde som ska frekvensberäknas*

0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0



*Resultande frekvensbild*

	1	1	1	0	2	
	3	3	2	1	1	
	2	2	1	1	0	
	2	2	1	1	0	
	0	0	0	0	0	

## Grannskapsanalys

Grannskapsstorlek: 9 celler

Grannskapsform: fyrkantig

Värden i rasterområdet: 0 = Inget objekt i rastercellen; 1 = Ett objekt i rastercellen

Frekvens: Det sammanlagda antalet objekt, utgående från varje rastercell, inom den bestämda grannskapsstorleken på 9 celler

För varje cell analyseras grannskapet på 9 celler (cellen själv samt dess åtta grannceller) och antalet objekt förekomster grannskapet beräknas och registreras för varje rastercell i den resulterande frekvensbilden.

*Figur 4: Grannskapsanalys*

# Resultat

Två förslag till Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning har tagits fram. I den första, *Förslag till Naturvårdsverkets Handbok - Handbok för tolkning och GIS-digitalisering av exploatering av stränder* (bilaga 1), beskrivs metodiken för kartering av de objekt och företeelser som behövs för att genomföra exploateringsanalysen. I den andra, *Förslag till Naturvårdsverkets Handbok - Handbok för GIS-analys av exploatering av stränder* (bilaga 2), finns noggranna beskrivningar av hur själva GIS-analysen av exploateringen kan utföras.

# Diskussion

## Metodutveckling

### Ändrat fokus för bedömning av fysisk störning

Fysisk störning definieras i Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – kust och hav* (1999) som en ”mekanisk/fysisk störning på kust och hav som kan utgöra ett hot mot bevarandet av den biologiska mångfalden”. I *Fysisk störning av stränder – metodstudier för exploateringsgraden* definieras begreppet som ”alla antropogena fysiska ingrepp i livsmiljön för biota, vilka kan utgöra ett hot mot den biologiska mångfalden”. De likställer den potentiella fysiska störningen med hot mot den biologiska mångfalden och det är således hotet mot, eller störningen på biota som ska mätas och klassas. Detta leder till vissa problem när graden av fysisk störning ska delas in i fem klasser. Det var också därför de introducerade begreppet ”**potentiell** fysisk störning” (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001).

För hur ökar till exempel störningsgraden med antalet hus? Linjärt, exponentiellt eller på annat sätt? Vad som kan tas fasta på är att ett hus innebär ett ingrepp i den fysiska miljön. Det är odiskutabelt att det faktiskt ligger ett hus eller en väg på en plats och att detta är exempel på människans utnyttjande av naturmiljön oavsett hur mycket den hotar den biologiska mångfalden. Därefter kan det antas att detta markutnyttjande med stor sannolikhet påverkar den biologiska mångfalden på något sätt och att denna påverkan antagligen varierar med omfattningen på ingreppen i naturmiljön. Men hur dessa olika typer av markutnyttjanden verkar och samverkar är omöjligt att säga idag.

Därför föreslår jag ett ändrat fokus. Istället för att mäta och klassa graden av potentiell fysisk störning och se denna som hot mot den biologiska mångfalden, anser jag att de insamlade variablerna bör ses som indikatorer på exploaterings- eller störningsgrad av naturmiljön **utan** att lägga in en värdering av eller hotbild för den biologiska mångfalden. Förekomster av bryggor, hus och vägar kan då ses för vad de är och inte vad de potentiellt kan innebära. På detta sätt blir det lättare att dela in materialet i enskilda klasser baserade på **förekomst** och **frekvens**, dvs. antal och geografisk spridning.

Härmed kommer frågan vad det som mäts bör kallas. Det finns en mängd olika uppfattningar om vad begreppen störning och exploatering betyder. I en svensk synonymordbok (Nordstedts förlag 1992) och i Svenska Akademiens ordlista över svenska språket (1998) ges exempel på spännvidden.

#### *Exploatera*

- ⇒ bearbeta, utnyttja (hänsynslöst), dra (oskälig) fördel av
- ⇒ göra fruktbringande/vinstgivande, ta i bruk, bruka, hävda, bearbeta, dra nytta av, använda, skörda vinst av; hänsynslöst utnyttja, dra (oskälig) fördel av, suga ut

#### *Störa/störning*

- ⇒ besvära, oroa, vålla omak, avbryta och dylikt
- ⇒ rubbning, incident (ibland), oro, virrvarr, oreda, derangering, villervalla, stockning, upplopp, tumult, perturbationer (astr. o. fys.)

Enligt dessa två uppslagsböcker går det att sluta sig till att en exploatering kan vara både positiv och negativ och även lämnar utrymme för en neutral bedömning medan en störning i de allra flesta fall behandlas som något negativt. Jag anser därför att innan det finns tillräckliga bevis för att hus, bryggor och vägar i de allra flesta fall innebär något negativt för naturmiljön bör de kallas för exploateringar av naturmiljön. Och att exploateringen då kan innebära alltifrån en utsugning och ett hänsynslöst utnyttjande av naturmiljön till en neutral bearbetning eller användning av den.

Utifrån definierade klassgränser kan sedan en diskussion föras om kopplingen mellan exploateringsgrad, störningar och förutsättningar för den biologiska mångfalden. Med tiden när nya forskningsresultat dyker upp kan det kanske vara möjligt att gå vidare och dela in indikatorerna i klasser som baserar sig på grad av störning av och/eller hot mot den biologiska mångfalden.

## Ändrad stranddefinition

I *Fysisk störning av stränder – metodstudier för exploateringsgraden* (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001) definieras strandzonen som området 100 meter från GSD Ekonomiska kartans/Fastighetskartans strandlinje, in mot land och ut mot vatten, det vill säga både land- och vattenmiljöer ingår. Valet att avgränsa landstranden vid 100 meter från GSD Ekonomiska kartans/Fastighetskartans strandlinje baserades främst på att det stämmer med det generella strandskyddet (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001).

Metodiken som presenteras i denna rapport bygger på att presentera frekvenser av objekt. Eftersom bryggorna karterats som punkter vid strandlinjen kommer frekvensen av bryggor att avspeglade sig i brytpunkten mellan vatten och land oavsett om bryggan är tre eller trettio meter lång. Förutom att en brygga är ett ingrepp i den fysiska miljön i sig så signalerar den också båttrafik. Den signalerar emellertid endast att det *kan* finnas båttrafik men inte hur mycket eller var. På land finns byggda vägar som kan analyseras, kvantifieras och användas som indikatorer på biltrafik. Inget motsvarande "vägnät" finns emellertid för vattenmiljön utanför farlederna. Att presentera hela hundrameterssträckan för vattenområdet skulle således ge intryck av att detta är till största delen orört och ofotografiskt, något det egentligen går att uttala sig mycket litet om. I nuvarande kunskapsläge rekommenderar jag därför att endast presentera strandzonen som finns på land, dvs. 100 meter från Fastighetskartans strandlinje och upp på land.

## Val av pixelstorlek

Avståndet mellan objekten som ska frekvensberäknas måste vara det som avgör vilken pixelstorlek som används. Om till exempel två hus ligger 16 meter från varandra och en pixelstorlek på 20 meter väljs, där båda husen hamnar i samma pixel, kommer antalet hus i just denna pixel att "förloras" och bara representeras som en enda förekomst.

Avståndet mellan exempelvis bryggor kan vara mindre än tre meter vilket skulle motivera en pixelstorlek runt 2 x 2 meter. Ju mindre cellstorlek som väljs, desto mer data måste emellertid datorn bearbeta vilket kan ta lång tid. Ett område av Stockholms läns storlek indelad med pixlar på fyra kvadratmeter skulle ta mycket tid och datorkapacitet i anspråk. Med mindre cellstorlekar blir det också svårare att göra generaliseringar.

I och med att funktionen *Neighbourhood analysis* i ArcView-tillägget *Spatial Analyst* kan användas direkt på ett punktskikt, kan en större pixelstorlek användas än om den bara hade kunnat användas på rasterskikt. Detta eftersom den i täthetsanalysen tar hänsyn till hur många objekt/punkter den känner av i det område som sedan blir en pixel. Eftersom strandzonen är 100 meter bred ansågs 20 meter vara en lagom upplösning. På det sättet uppnås en viss gradering av strandzonen som kan vara intressant att analysera vidare.

Om det är intressant att jämföra regioner kan eventuellt ett rutnät av större storlekar användas. Exempelvis har Riksantikvarieämbetet arbetat med kilometerstora rutor när de tagit fram indikatorer för levande kust och skärgård (Moström muntl. 2002).

## Test av samband mellan husfrekvenser och bryggfrekvenser

Där det finns byggnader vid vattnet finns det också ofta bryggor. Mer sällan syns bryggor där det saknas byggnader. Ett följdresonemang blir därför att bryggorna byggs på grund av det finns byggnader i närheten, dvs. förekomsten av bryggor är beroende av förekomsten av hus. Därför borde det också gå att förutsäga förekomsten av bryggor utifrån förekomsten av hus. Ett tillägg till denna hypotes är att ju fler byggnader det finns i ett område, desto fler bryggor hittas också vid vattnet. Av detta påstående följer att bryggfrekvensen är beroende av husfrekvensen i området vilket, i gemenskap med bryggförekomsten, i sin tur leder till att bryggfrekvensen borde kunna beräknas utifrån husfrekvensen. För detta behövs emellertid en ekvation över sambandet. Denna ekvation kan fås med hjälp av en linjär regression. I regressionsanalysen produceras även regressionskoefficienten som är ett mått på hur mycket av den totala variansen mellan observerade och förutsagda värden som förklaras av regressionen (Ebdon, D. 1988). En hög förklaringsgrad, dvs. en regressionskoefficient närmare 1, betyder i vårt fall att bryggor inte behöver karteras. Det skulle räcka med att ta fram husfrekvensen i ett område för att sedan, med hjälp av ekvationen, beräkna bryggfrekvensen vilket skulle spara en hel del resurser.

För att få svar på om det, med tillräcklig säkerhet, går att förutsäga bryggfrekvenser utifrån husfrekvenser gjordes därför en linjär regression på bryggor och byggnader i hela Stockholms län (utanför tätortsområden, hamnar och hårdgjorda stränder, se nedan).

### Bestämning av grannskapsstorlek

För att bestämma vilken grannskapsradie som skulle användas i analysen testade jag först hur många bryggor som föll innanför olika radier från byggnader. Testet utfördes på bryggor som låg utanför tätortsområden (enligt Röda kartan), hamnar och hårdgjorda stränder (enligt egen kartering vid Länsstyrelsen i Stockholms län 2001). Resultatet visas i tabell 2:

Radie från byggnad	Andel bryggor som låg innanför radien
100 m	89 %
200 m	96 %
300 m	97 %
400 m	98 %
500 m	99 %

**Tabell 2: Andel karterade bryggor som faller innanför olika stora radier från byggnader i Fastighetskartans bebyggelseskikt för Stockholms län.**

Det verkar således finnas ett samband mellan bryggor och hus där bryggor i nästan samtliga fall ligger i närheten av bebyggelse. Redan vid 100 meters radie från byggnad kommer 89 procent av bryggorna med. Ökas radien till 200 meter ökar andelen till 96 procent. Därefter ökar bryggandelen endast med 1 procentenhet för varje 100 meter som läggs till radien. En radie på 200 meter verkade därför optimal för en frekvensberäkning med efterföljande regressionsanalys i rastermiljö.

### *Frekvensberäkningar och regressionsanalys*

I själva frekvensberäkningen använde jag information som fanns upp till 200 meter utanför strandzonen. I efterföljande analys klipptes emellertid samtliga områden utanför strandzonen bort. Ytterligare områden som klipptes bort från det område som analyserades var:

- Tätortsområden, enligt Fastighetetskartan, med en buffert på 200 meter (inga enskilda byggnader finns karterade inom dessa områden).
- Tätortsområden, enligt Röda kartan, med en buffert på 300 meter (ingen bryggkartering inom dessa områden samt cirka 100 meter utanför).
- Hamnar och hårdgjorda stränder med en buffert på 200 meter (ingen bryggkartering inom dessa typer av områden).

Därefter gjorde jag en regression i *IDRISI* (ett rasterbaserat GIS-program) för de frekvensberäknade byggnads- och bryggskikten. Byggnader sattes som den oberoende variabeln och bryggor som den beroende.

Regressionsresultat:      **Regressionskoefficient ( $r^2$ ) = 0,581**  
                                    **Riktningskoefficient ( $k$ ) = 0,38**  
                                    **y-intercept ( $a$ ) = 0,56**

Därefter togs en skattad täthetskarta fram med den linjära ekvationen för förväntad bryggfrekvens:

Ekvationen för förväntad frekvens ( $y$ ):       **$y(x) = 0,56 + 0,38x$**

$y$  = skattad bryggtäthet  
 $k$  = riktningskoefficient  
 $a$  = konstant  
 $x$  = hustäthet

Regressionen förklarade inte mer än 58,1 procent av variansen i materialet, dvs. över 40 procent av variansen berodde på något annat än sambandet mellan hus- och bryggfrekvens. För att ta reda på vilka typer av områden som sambandet inte stämde i studerades om det finns ett geografiskt mönster för residualerna (avvikelsena mellan observation och skattning). Detta för att avgöra om avvikelsena berodde på så pass viktiga företeelser att de fortfarande motiverade en kartering av bryggor. Residualkartan togs fram genom att de förväntade bryggfrekvenserna subtraherades från den ursprungliga bryggkartan (den iakttagna bryggfrekvensen).

En skillnad på +/- 5 bryggor accepterades i residualanalysen. Större skillnader mellan de bägge kartorna antogs bero på något speciellt förhållande på platsen. Det kan tyckas att +/- 5 bryggor är ganska generöst tilltaget på en strandsträcka på 400 meter. Det var emellertid nödvändigt att lägga gränsen någonstans eftersom hela området skulle skärmtolkas och +/- 5 bryggor verkade som en rimlig om ändock subjektiv avgränsning. Efter att jag översiktligt hade analyserat avvikande områden framträdde en bild där skillnaderna ofta berodde på:



- Systematiskt anläggande av bryggor i djupa vikar.
- Exponeringsgrad alternativt andra naturliga förutsättningar som gör stranden mindre lämplig för bryggor.
- Andel strand i förhållande till land. Uddar och öar får högre bryggtäthet jämfört med antal hus.
- Vissa bebyggda mindre öar tycks ha en högre täthet av bryggor jämfört med vad som kan förväntas utifrån antalet hus.
- Att flerbåtsbryggor användes istället för många enskilda bryggor i vissa husrika områden.

Således, flygbildstolkas inte bryggor missas följande företeelser:

- Områden som de facto har en högre bryggfrekvens än andra såsom vissa smala uddar, lugna vikar, mindre öar.
- Påverkan som ligger på andra sidan exempelvis smala sund. Husen ligger ju generellt högre upp på land. Detta leder således till en förskjutning i exploateringsområdet upp på land jämfört med bryggorna som alltid ligger i skiljelinjen vatten och land.
- Områden som har en mindre bryggfrekvens än väntat som till exempel exponerade stränder, vassrika vikar, sand- och grusstränder, klippbranter och hållrika stränder.

### Grannskapsanalysens omfattning

I testerna av samband mellan bryggor och hus valde jag ett cirkulärt grannskap med en radie på 200 meter eftersom det var detta område som verkade relevant för ett eventuellt samband (se resonemang ovan). I frekvensberäkningarna av de enskilda variablerna anser jag emellertid att ett mindre grannskap är mer relevant. En radie på 100 meter motiveras av följande faktorer:

- En radie på 100 meter garanterar att samtliga exploateringar, från strandlinje till gränslinjen 100 meter upp på land kommer med.
- Analyserat område krymper till 200 meter från strandlinjen och upp på land. Detta ger ett starkare fokus på den definierade strandzonen utan att för den skulle se zonen som en svart låda som saknar omvärldspåverkan.
- De byggnader som antagligen är relevanta för bryggorna, dvs. de hus som ligger 200 meter från bryggorna (eftersom bryggorna karteras precis vid vattenlinjen) fås fortfarande med.
- Den geografiska differentiering av exploateringarna blir tydligare. Bryggorna syns tydligare vid stranden och husen mer upp på land.

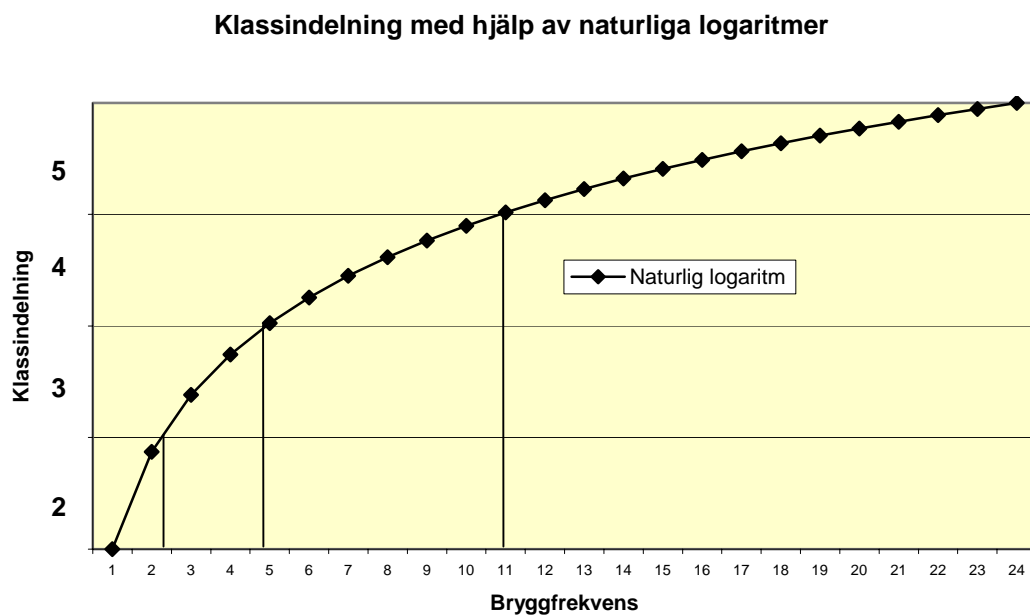
Notera att grannskapsanalyserna *endast* utförs för de områden som ligger utanför tätortsområden, hårdgjorda stränder och hamnar. Dessa tre typer av områden maskas i slutskedet ut i vektormiljö.

### *Klassning av bryggfrekvenser och byggnadsfrekvenser*

En tillståndsklassning ska, enligt *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet* (Naturvårdsverket 1999), ge en bild av tillståndet i miljön som är enkel att tyda och förstå. I de fall det är möjligt ska klassningen visa grad av påverkan. Klassgränserna ska helst relateras till ett referensvärde som gärna ska vara ett tillstånd ostört av mänsklig aktivitet (klass 1). För hus- och bryggfrekvenser innebär det en strand som är oexploaterad med avseende på aktuell variabel, det vill

såga områden med frekvensen noll. Frekvenser över noll ska, för varje variabel, delas in i fyra klasser (klass 2-5) som ska spegla den stigande exploateringsgraden. Dessa klasser ska lätt kunna urskiljas på en karta med hjälp av färger.

En direkt statistisk indelning av materialet går dessvärre inte att göra eftersom det för samtliga variabler är mycket snedfördelat mot områden med lägre frekvens av byggnader och bryggor. De klassgränser som jag föreslår i denna studie baserar sig därför på logaritmerade frekvenser som delas in linjärt, vilket också leder till att låga frekvenser får en noggrannare indelning än höga frekvenser (se figur 5).



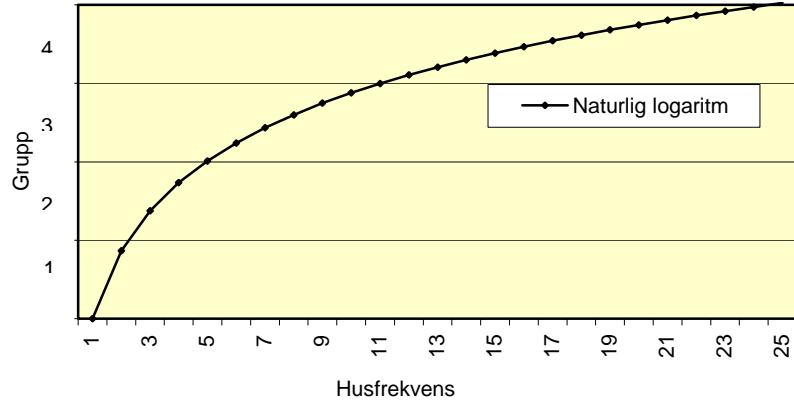
**Figur 5:** Exempel på en klassindelning (klass 2-5) som gjorts med hjälp av en ren linjär indelning av logaritmerade bryggfrekvenser. Låga frekvenser får med hjälp av logaritmering en noggrannare indelning med färre ingående frekvenser i klasser med låg exploateringsgrad jämfört med klasser med höga exploateringsgrader (jämför klass 2 och 4).

Till en början analyserade och klassade jag varje studieområde för sig. Detta för att undersöka skillnader och likheter mellan områdena. När respektive område klassindelas med utgångspunkt i max- och minimivärde för frekvenserna blir det olika klassgränser i olika områden (eftersom indelningen är linjär). Eftersom den lägsta frekvensen för samtliga områden är en brygga eller ett hus baseras indelningen i princip på den högsta frekvensen i aktuellt område.

I denna studie hittade jag de högsta frekvenserna för samtliga variabler i Öckerö kommun och i Stockholms län. De lägsta frekvenserna hittades i Haparanda kommun. När varje område klassindelas för sig leder detta till att i Stockholms län och Öckerö krävs det högre frekvenser för högsta klassning jämfört med i Haparanda (se tabell 3 och 4 samt figur 6-13).

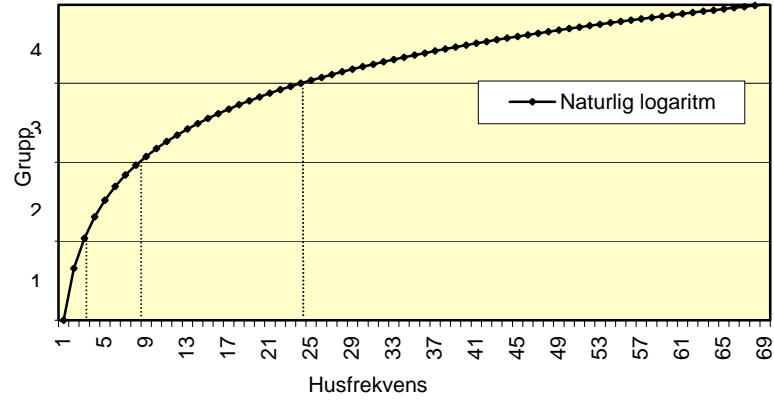
**Figur 6**

Haparanda - linjär indelning av logaritmerade husfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



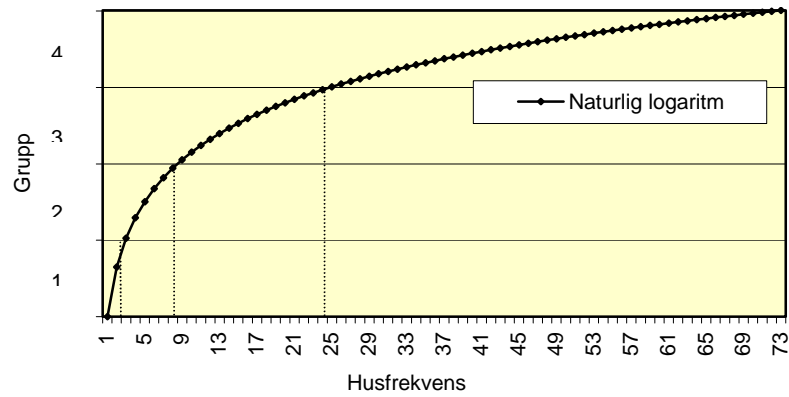
**Figur 7**

Stockholm - linjär indelning av logaritmerade husfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



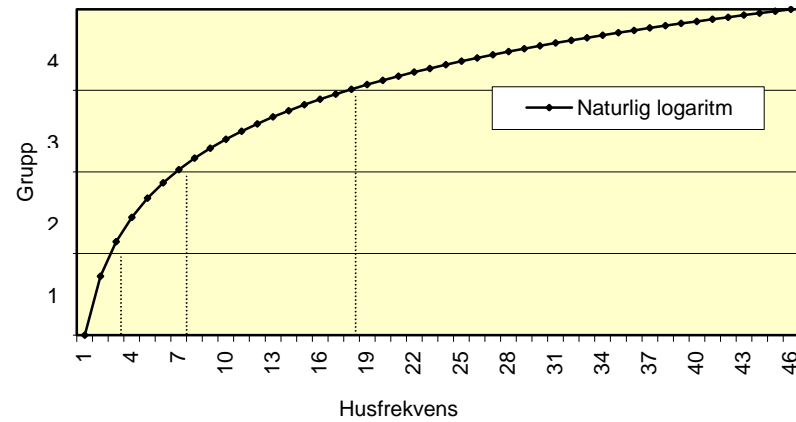
**Figur 8**

Öckerö - linjär indelning av logaritmerade husfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



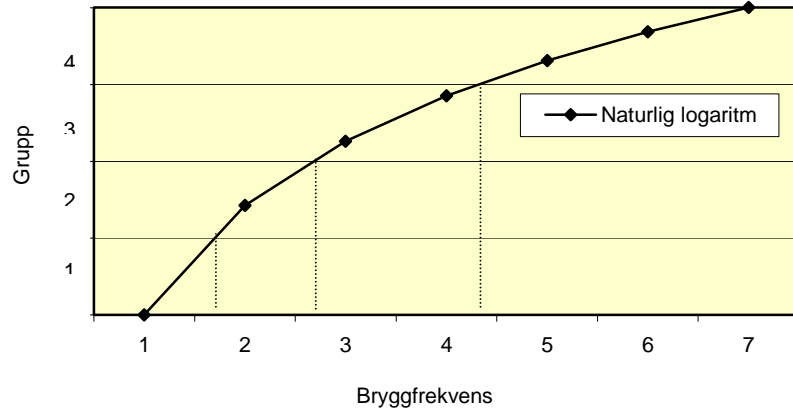
**Figur 9**

Blekinge - linjär indelning av logaritmerade husfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



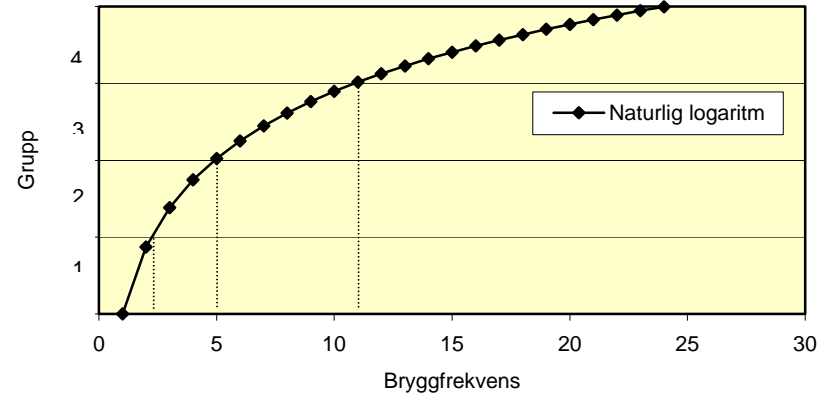
**Figur 10**

Haparanda - linjär indelning av logaritmerade bryggfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



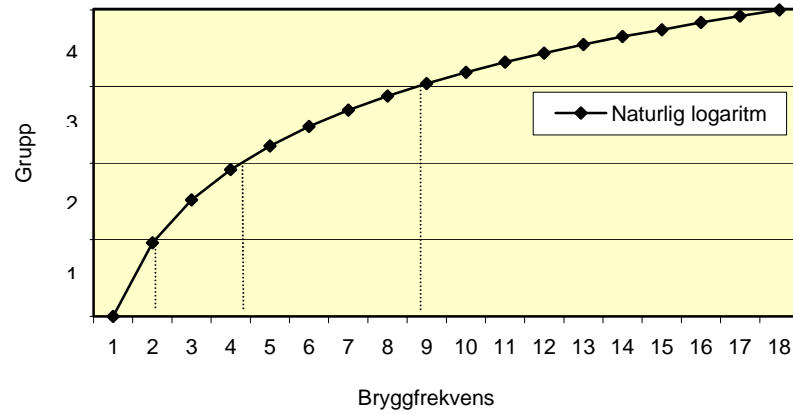
**Figur 11**

Stockholm - linjär indelning av logaritmerade bryggfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



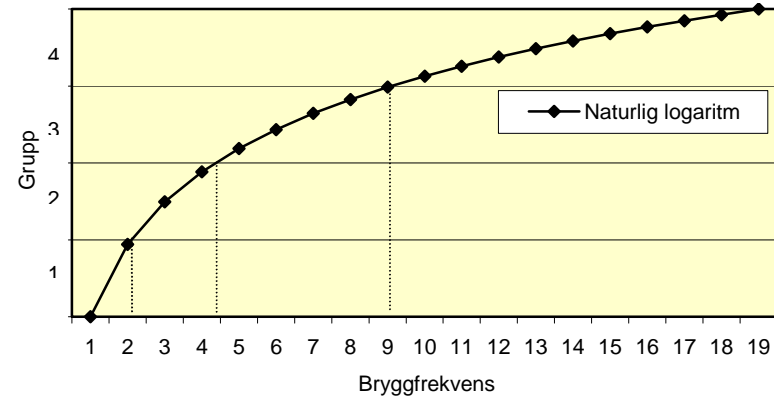
**Figur 12**

Öckerö - linjär indelning av logaritmerade bryggfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



**Figur 13**

Blekinge - linjär indelning av logaritmerade bryggfrekvenser baserad på max- och minfrekvens i området



**Tabell 3: Grupperingar i studieområdena som uppstår vid linjär indelning av logaritmerade bryggfrekvenser baserade på max- och minimifrekvens i respektive område. I tabellen är de logaritmerade värdena översatta tillbaka till bryggfrekvenser.**

<b>Bryggor</b>	<b>Grupp 1</b>	<b>Grupp 2</b>	<b>Grupp 3</b>	<b>Grupp 4</b>
<b>Haparanda</b>	1	2	3 - 4	5 - 7
<b>Stockholm</b>	1 - 2	3 - 4	5 - 9	10 - 24
<b>Öckerö</b>	1 - 2	3 - 4	5 - 8	9 - 18
<b>Blekinge</b>	1 - 2	3 - 4	5 - 9	10 - 19

**Tabell 4: Grupperingar i studieområdena som uppstår vid linjär indelning av logaritmerade husfrekvenser baserade på max- och minimifrekvens i respektive område. I tabellen är de logaritmerade värdena översatta tillbaka till husfrekvenser.**

<b>Byggnader</b>	<b>Grupp 1</b>	<b>Grupp 2</b>	<b>Grupp 3</b>	<b>Grupp 4</b>
<b>Haparanda</b>	1 - 2	3 - 4	5 - 11	12 - 25
<b>Stockholm</b>	1 - 2	3 - 8	9 - 24	25 - 69
<b>Öckerö</b>	1 - 2	3 - 8	9 - 24	25 - 73
<b>Blekinge</b>	1 - 2	3 - 6	7 - 17	18 - 46

Motiveringen till att ta fram logaritmerade frekvenser är att det är viktigare att upptäcka och urskilja lägre grader av exploatering jämfört med höga som ändå är mycket tydliga. Det är alltså upplevelsen av exploateringen som simuleras. Med hjälp av en logaritmisk klassindelning kan ett försök att lyfta fram och differentiera områden mellan extremerna icke exploaterad och extremt exploaterad göras. Dessa områden har inte analyserats tidigare men utgör fortfarande betydande ingrepp i naturmiljön. Därför är det viktigt att titta närmare på dem.

I den slutliga klassningen tog jag hänsyn till samtliga områdets indelningar för att inte få en extremindelning som baserade sig enbart på ett, med avseende på valda variabler, högexploaterat eller lågexploaterat område. Med hjälp av personer med stor erfarenhet av skärgård och kust (Aneer, Edberg, Pettersson, Siik, Överby muntl. 2002; Kilnäs, Nilsson muntl. 2003) kontrollerade jag klassgränserna i de fyra olika studieområdena. Med hjälp av kontrollerna finjusterade jag därefter klassgränserna något till de förslag för brygg- och husfrekvenser som hittas i Tabell 5 och 6.

De personer som hjälpte till med referensområden har olika bakgrund och ser därför antagligen något olika på vad som är en exploatering. Där en person anser att det är bryggor vid strandkanten som bör avgöra anser kanske en annan att det är tillgängligheten för det rörliga friluftslivet som är viktigast att ta hänsyn till. En mer omfattande studie eller intervjuundersökning bör antagligen göras där det mer noggrant undersöks varför ett område uppfattas som rört eller orört.

## Klassning av vägfrekvenser

Vägvariabeln skiljer sig mycket från hus- och bryggvariablerna. Eftersom vägar är kontinuerliga objekt dominerar vissa frekvenser. Lägre frekvensvärden hittas i områden där vägar tar slut eller på tillräckliga avstånd från vägen för att det ska märkas på frekvensen. Högre frekvensvärde hittas exempelvis vid skarpa kurvor, parallella vägar eller vägkorsningar. Om frekvenserna logaritmeras och delas in linjärt på samma sätt som för byggnader och bryggor leder detta till att en klass kommer att dominera, dvs. den som representeras av det vanligaste frekvensintervallet och som hittas mitt på en mer eller mindre rak väg. Eftersom vägar är kontinuerliga kan det kanske vara korrekt att hela vägområden hamnar i endast en klass. Det kan emellertid diskuteras att samtliga vägar likställs med varandra. Därför föreslår jag att förutsättningarna för en viktning av de olika typer av vägarna undersöks. En viktning av vägarna skulle antagligen leda till en differentiering mellan klasserna samtidigt som det skulle innebära en generalisering som ligger närmare verkligheten.

Pixelstorleken i studien, (20 x 20 meter) baserades framför allt på variablerna byggnader och bryggor. Eftersom vägar skiljer sig så starkt från bryggor och byggnader bör vägarna eventuellt analyserats med hjälp av en annan pixelstorlek och i ett annat grannskap. Sambanden mellan vägar och byggnader respektive vägar och bryggor är också något som ännu inte undersökts men som kan ge större förståelse för vilken typ av information som vägvariabeln tillför.

Jag anser att det är för tidigt att föreslå en klassindelning innan vägvariabeln undersökts mer vad gäller både samband mellan byggnader och bryggor samt förutsättningar för viktning. För vägvariabeln finns det troligen goda utvecklingsmöjligheter då en hel del forskning har genomförts inom området (Folkeson 2001; Wallentinus 1998; Naturvårdsverket 2001; Pågående projekt på SLU; Seminarium på Naturhistoriska riksmuseet 2002).

## Indikatorerna

### Bryggindikatorn

Till bryggindikatorn förs tre olika typer av information:

1. Bryggfrekvens utanför tätort och hamnområde indelad i fem klasser (se tabell 5)
2. Förekomst av hamnområde
3. Förekomst av tätort (Översiktskartan)

**Tabell 5: Förslag till klassindelning av bryggfrekvenser**

Klass	Färgkod	Benämning	Frekvens
1	blå	Ingen exploateringsindikation	0
2	grön	Mindre exploateringsindikation	1 - 2
3	gul	Tydlig exploateringsindikation	3 - 4
4	orange	Kraftig exploateringsindikation	5 - 7
5	röd	Mycket kraftig exploateringsindikation	8 -

Indikatorn är lämplig att presentera i kartform där strandzonen delas in i fem olika klassningar som kan visas med olika färger. Jag rekommenderar att Översiktskartans tätortsmask används som underlag i kartpresentationen. På det sättet framgår tydligare vilka områden som delats in i högsta exploateringsklass på grund av att de består av tätort.

Nedan motiveras varför information om hamnområden och tätort förs till bryggindikatorn. En redovisning av indelningen av bryggfrekvenser har redan gjorts (se *Klassning av bryggfrekvenser och byggnadsfrekvenser*).

### *Hamnområden*

Hamnområden definieras i denna studie som en samling av större bryggor, kajer, pontonbryggor eller ensam pontonbrygga som inklusive båtar upptar en yta över 0,25 ha. Det handlar således om områden och bryggor där alltför mycket information om exploateringen går förlorad om de skulle registreras enbart med en punkt. Därför bör de karteras som ytor istället. Hamnområden har emellertid samma funktion som bryggor. De finns till för båttrafiken och därför förs information om dessa typer av områden till bryggindikatorn.

Hamnområden antas generellt vara kraftigt modifierade jämfört med den ursprungliga naturmiljön genom igenfyllning etc. I anslutning till hamnar kan det också antas pågå mer båttrafik jämfört med en enskild brygga och att denna trafik kan bestå av allt från många fritidsbåtar till mycket tung båttrafik. Därför generaliseras samtliga hamnområden till högsta exploateringsklass (klass 5). I den tidigare metoden gällde klassningen för hela enkilometersbufferten eller bufferterna (se *Beskrivning och problematisering av befintlig analysmetod*) som hamnområdet existerade i. Med den nya analysmetoden får emellertid klassningen endast effekt för den karterade hamnytan.

### *Tätort*

Att arbeta med bryggfrekvenser i tätortsområden är olämpligt. Bryggfrekvensen är här inte ett bra mått på exploateringsgraden. Stränderna är ofta så starkt modifierade och påverkade i tätorten att en kartering av bryggfrekvensen skulle ge en missvisande bild.

Förutsättningarna för att kartera/flygbildstolka bryggor och kajer förändras också kraftigt i tätortsmiljö jämfört med andra områden. Det är många gånger svårt att avgöra huruvida stranden används som angöringsplats för båtar eller inte. Stranden är ofta hårdgjord eller stabiliserad. De bryggor och kajer som finns kan vara mycket långa och/eller stora.

Analyser av bryggfrekvenser i denna typ av område skulle därför ge ett mycket missvisande resultat för exploateringsgraden. Därför generaliseras strandområden som faller innanför tätort enligt Översiktskartan till högsta exploateringsklass (klass 5). En nackdel med att använda Översiktskartan är att även områden med mindre exploateringsgrad såsom parkmiljöer och mindre grönområden också maskas bort (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001).

## **Bebyggelseindikatorn**

Till bebyggelseindikatorn förs två olika typer av information:

1. Byggnadsfrekvens utanför tätort indelad i fem klasser (se tabell 6)
2. Förekomst av tätort (Fastighetskartan (endast i de fall då den av en senare upplaga än Översiktskartan) och Översiktskartan)

**Tabell 6: Förslag till klassindelning av byggnadsfrekvenser**

Klass	Färgkod	Benämning	Frekvens
1	blå	Ingen exploateringsindikation	0
2	grön	Mindre exploateringsindikation	1 - 2
3	gul	Tydlig exploateringsindikation	3 - 5
4	orange	Kraftig exploateringsindikation	6 - 13
5	röd	Mycket kraftig exploateringsindikation	14 -

Indikatorn är lämplig att presentera i kartform där strandzonen delas in i fem olika klassningar som kan visas med olika färger. Jag rekommenderar att Översiktskartans tätortsmask används som underlag i kartpresentationen. På det sättet framgår tydligare vilka områden som delats in i högsta exploateringsklass på grund av att de består av tätort.

Nedan motiveras varför information om tätort förs till bebyggelseindikatorn. En redovisning av indelningen av byggnadsfrekvensen har redan gjorts (se *Klassning av bryggfrekvenser och byggnadsfrekvenser*).

### *Tätort*

Det är olämpligt att arbeta med byggnadsfrekvenser i tätortsområden. Byggnaderna ökar i storlek, både vad gäller utbredning och höjd, och i ett enda hus kan det bo flera hundra människor. Det är också otillräckligt att endast använda Fastighetskartans bebyggelseskikt för att maska ut dessa områden. Att enbart redovisa den yta som exempelvis ett höghus upptar är grovt missvisande för exploatering i tätortsområden. Därför generaliseras de strandområden som faller innanför tätort enligt Översiktskartan till högsta exploateringsklass. En nackdel med att använda Översiktskartan är att även områden med mindre exploateringsgrad såsom parkmiljöer och mindre grönområden också maskas bort (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001).

För tätort behöver Fastighetskartans bebyggelseskikt *endast* användas i de fall då den är av en senare upplaga än tillgänglig Översiktskarta. Görs inte det riskerar nybyggda områden som inte registrerats i den äldre Översiktskartan att missas helt eftersom Fastighetskartans byggnader inte visas individuellt i tätortsområden med viss typ av samlad bebyggelse (Lantmäteriet 2002<sup>1</sup>; Lantmäteriet 2002<sup>2</sup>).

### **En framtida vägindikator**

Eftersom vägfrekvensen inte kunnat indelas i fem klasser på grund av tid- och kunskapsbrist bör beskriven vägindikator ses endast som en fingervisning för vad som bör ingå.

Till vägindikatorn förs tre olika typer av information:

1. Vägfrekvens utanför tätort indelad i fem klasser
2. Förekomst av hårdgjorda stränder
3. Förekomst av tätort (Översiktskartan)

Indikatorn är lämplig att presentera i kartform där strandzonen delas in i fem olika klassningar som kan visas med olika färger. Jag rekommenderar att Översiktskartans tätortsmask används som underlag i kartpresentationen. På det sättet framgår tydligare vilka områden som delats in i högsta exploateringsklass på grund av att de består av tätort.



Nedan motiveras varför information om tätort och hårdgjorda stränder bör föras till vägindikatorn. En redovisning av varför klassning av vägfrekvenser inte är möjlig i nuläget har redan gjorts (se *Klassning av vägfrekvenser*).

### *Hårdgjorda stränder*

Hårdgjorda stränder som är asfaltbelagda, stenlagda, betongsatta, bebyggda, stabiliserade eller på annat sätt starkt modifierade och inte tydligt fungerar som anföringsplats för båtar, större än 1 hektar förs till högsta exploateringsklass.

En motivering av karteringen av hårdgjorda stränder är att exempelvis parkeringsplatser i Fastighetskartan ligger i kategorin öppen mark. Eftersom hårdgjorda stränder ofta är parkeringsplatser eller på annat sätt ligger i anslutning till vägar samt att de har många egenskaper gemensamt med vägar förs de till vägindikatorn. Eftersom det krävs mer undersökning av hur vägarna i sig bör analyseras och klassindelas kan jag i nuläget inte föreslå någon klassning av dessa typer av områden.

### *Tätort*

Att arbeta med vägfrekvenser i tätortsområden är antagligen olämpligt. En stor del av tätortens stränder är hårdgjorda och hör till vägar i form av parkeringsplatser, vändplaner, mindre vägar i bostadsområden som ej redovisas etc. Därför generaliseras de strandområden som faller innanför tätort enligt Översiktskartan till högsta exploateringsklass (klass 5). En nackdel med att använda Översiktskartan är att även områden med mindre exploateringsgrad såsom parkmiljöer och mindre grönområden också maskas bort (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001).

## **Indexering**

Visas ovanstående indikatorer för sig blir resultatet två (tre om vägindikatorn någon gång blir klar) olika kartor som var och en visar en viss typ av exploatering. Sannolikt kommer dessa kartor att pusslas ihop i huvudet på den person som inte specifikt är intresserad av den ena eller andra indikatorn utan av exploateringen som helhet. Samtidigt som det finns mycket som talar för en indexering finns det också mycket som talar emot.

Fördelen med att slå ihop indikatorerna till ett index är exempelvis att:

- Den sammantagna exploateringen visas tydligt och bilderna av de olika indikatorerna behöver inte längre fogas samman i det egna huvudet.
- Presentationen blir kraftfullare. Problemområden framstår mer entydigt.

Nackdelen med att slå ihop indikatorerna till ett index är exempelvis att:

- Det syns inte vilken typ av exploatering det är frågan om. Informationen kring de enskilda, ingående indikatorer försvinner till stor del.
- För att göra en sammanslagning behövs ett mycket mer omfattande underlagsmaterial, dvs. det krävs mer resurser för att skapa ett index.
- Valet av indikatorer är inte gjort med tanke på en indexering.

En sammanslagning till ett index är således en svår historia där det krävs en hel del underlagsmaterial för att hamna rätt. Denna typ av underlagsmaterial har inte hunnit samlas in i samband med detta arbete. Här beskrivs därför endast en typ av metod som kan användas för en sammanslagning av indikatorerna.

1. En viktning av materialet bör antagligen göras. En bryggfrekvens på 5 bryggor inom en cirkel med diametern 200 meter betyder kanske inte lika mycket för exploateringsgraden som en byggnadsfrekvens på 5 hus i samma område. För att göra en viktning av denna typ krävs ett underlagsmaterial i form av forskning samt exempelvis en intervjuundersökning med skärgårds- och kustkunniga.
2. En omskalning av samtliga ingående variabler måste göras innan sammanslagningen. Denna utförs med hjälp av en transformation av typen  $x * (100 / x_{\max})$  där  $x$  står för varje frekvensvärde för respektive variabel och  $x_{\max}$  står för maxvärdet i frekvensspannet. Denna transformation görs för att samtliga variabler ska hamna i samma skala, i detta exempel 0 - 100.
3. Därefter genomförs en GIS-analys som kallas "fuzzy or" där samtliga omskalade variabler tas med. Vad "fuzzy or" gör är att den för varje rastercell väljer ut det högsta värdet från de olika variablerna och infogar det i en ny karta. Den nya kartan består alltså av varje rastercells maxvärde vad gäller de ingående variablerna.
4. Den sammanslagna kartan logaritmeras och klassificeras med hjälp av en linjär indelning av värdena samt en justering med hjälp av referensområden för de olika klassindelningarna.

## Exempel på andra metoder för analys av stränder

På Statistiska centralbyrån har statistik rörande bebyggelsepåverkade kuster och stränder i Sverige tagits fram (SCB 2002). De har, med hjälp av GIS, skapat buffertar med en radie på 100 meter runt varje byggnad. De buffertar som skär strand eller vatten har sökts ut och längden på strandlinjen som fallit innanför bufferten har beräknats och klassats som "bebyggelsepåverkad". Bebyggelsepåverkad strand betyder sålunda att en eller flera byggnader ligger inom 100 meter från kusten eller stranden. Analyser med 300 meters radie har även utförts. Metoden påminner mycket om indikatormetoden men skiljer sig ändå på flera punkter. Bland annat tas endast områden utanför tätort med. Minsta redovisningsenhet är kommun där snittet för antalet byggnader per hektar strand redovisas. Både indikatormetoden och SCB:s metod redovisar således förekomst av byggnader fast på något olika sätt och med olika generaliseringsgrad. Den metod som beskrivs i denna rapport ger en mer detaljerad bild av bebyggelsen samt klassificerar den även efter hur tätt byggnaderna ligger inom ett område. För ett område som Stockholms skärgård är det exempelvis viktigt att strandlinjen i ytterskärgården inte klumpas ihop med strandlinjen i innerskärgården som har ett mycket högre exploateringstryck. I och med att också tätortsområden klassificeras och tas med i byggnadsindikatorn ges en helhetsbild av strandzonen inom ett område, kommun eller region.

*I Kustnära bebyggelse. En undersökning av bebyggelsen och dess utveckling i Sveriges kustkommuner* (Szegö, J. Ansén, H.1996) hittas ytterligare en metod att se på bebyggelsen. Här presenteras hustätheten som ett snitt per kvadratkilometer för kustkommunen som helhet, dvs. kusten ges ett mycket vidare begrepp än i indikatormetoden där strandzonen som redovisas endast är 100 meter.

Huruvida man använder den ena eller den andra metoden är helt avhängigt frågeställningen samt kravet på noggrannhet.

## Felkällor

Kvaliteten på ingående datamaterial är oerhört viktigt i arbete med GIS-analyser. För det material som man själv samlar in har man förhoppningsvis en god bild av de svagheter och felaktigheter som finns. Insamlingen är i dessa fall också anpassad efter det egna syftet. I många fall köps emellertid material in från diverse leverantörer som kanske samlat in materialet för helt andra syften än det egna. Det är därför mycket viktigt att det i leveransen även ingår en beskrivning av insamlingsmetoden samt vilka styrkor och svagheter materialet har. I diskussionen kring felkällorna skiljer jag därför på felkällor i inköpt GIS-material samt felkällor som uppstår i och med beskriven flygbildstolkningsmetodik och digitalisering (se bilaga 1).

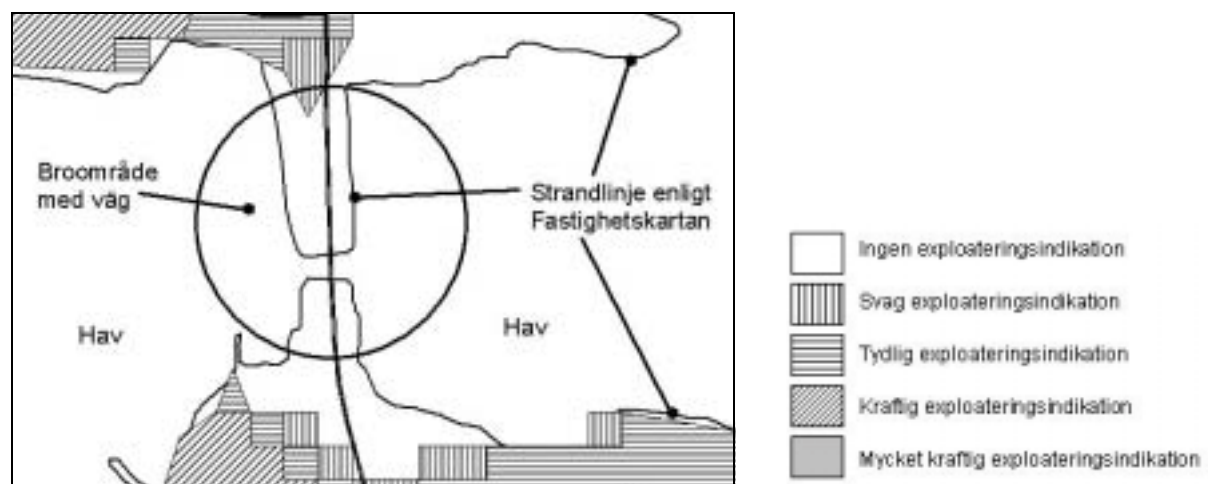
### Felkällor i inköpt GIS-material

Det digitala kartmaterialet som Stockholms län har använt sig av har tyvärr visat sig vara av skiftande kvalitet. Jämförelser mellan ortofoton och kartbilder visar exempelvis att byggnaderna i vissa fall har en korrekt position men att de i andra har en förskjutning på flera meter. Tillgängliga metadata från kartproducenten har också varit otillräckliga.

#### Strandlinje

Strandlinjen i Fastighetskartan överensstämmer ofta acceptabelt med stranden i ortofotot, åtminstone där inga större fasta bryggor eller pirar finns. Dessa typer av objekt kan vara inräknade i strandlinjen på ett osystematiskt sätt (exempelvis Norrbottens långa stenlagda bryggor eller pirar, eller i Öckerö kommun i Västra Götalands län) (Tullback, Kilnäs, Schönfeldt 2001). Detta leder till vidare artefakter både vid skapandet av den 100 meter breda strandzonen och fortsättningsvis vid frekvensräkningen och klassningen.

En artefakt som kan uppstå när en brygga eller bro är karterad som strand är att själva brygg- eller broytan blir klassad. Detta till följd av att bron/bryggan endast beräknas utifrån punkt-skiktet. Därför kan bron/bryggan som Fastighetskartan definierat som landområde få olika klassning över sin yta. Se figur 14. Pirar etc. kan korrigeras bort men detta tar förstås en del tid i anspråk beroende på hur stora fel strandlinjen har.



**Figur 14.** Exempel på en bro som karterats som landyta i Fastighetskartan. Ytan klassas per automatik enligt samma princip som resten av den verkliga strandzonen vilket i detta fall lett till att broområdet i stort klassas som ett område utan indikation på exploatering.

### *Tätbebyggda områden enligt Röda kartan/Översiktskartan och Fastighetskartan*

När Röda kartan/Översiktskartan och Fastighetskartan används uppstår två problem i tätortsområden. För det första ger Röda kartan/Översiktskartan oönskade effekter genom att den är starkt generaliserad och inte följer Fastighetskartans strandlinje i gränzonen mellan vatten och land. I de fall där den inte sträcker sig ända ner till strandlinjen fås inte tätortsklassning i områden som borde ha det. Effekten kan exempelvis bli att tätorter får klass 3 respektive klass 4 i delar av strandzonen. Det andra problemet är att enskilda byggnader inte finns registrerade i de ytor som enligt Fastighetskartan definieras som tätort. Dessa områden kan av naturliga skäl alltså inte frekvensberäknas för byggnader och förs därför direkt till högsta exploateringsklass. Problemet sträcker sig emellertid utanför dessa ytor eftersom det saknas underlag att beräkna byggnadsfrekvensen inom 100 meter från en yta där de enskilda byggnaderna inte finns registrerade.

I metodhandboken rekommenderar jag därför att Översiktskartans och Fastighetskartans tätortsytter buffras med 100 meter. Denna buffert räknas därefter tillhöra tätort och förs till högsta exploateringsklass. Det bedöms bättre med en generalisering i dessa områden jämfört med att de representeras med olika grader av rätt och fel på en karta där det inte framgår vilka områden som stämmer eller inte.

### **Felkällor i flygbildstolkat material**

Materialet i denna studie är hämtat från fyra olika studieområden med flera tolkare. Tolkningar och gränsdragningar skiljer sig naturligtvis mellan dessa personer. Ytterligare olikheter i materialet tillkommer i och med att något olika metoder och tolkningsurval gjorts i de fyra områdena. Vissa har tolkat bryggor in i hamnområden och vid hårdgjorda stränder medan andra inte har det. I klassförslaget har samtliga byggnader som finns i Fastighetskartan tagits med. Men eftersom det finns så stora olikheter mellan hur bryggorna har karterats har endast de bryggor tagits med som finns utanför hamnar, hårdgjorda stränder och tätortsområden. Här uppstår naturligtvis ett fel i frekvensberäkningen eftersom frekvensen för bryggor blir lägre 100 meter utanför dessa typer av områden än vad de egentligen skulle vara. För att kompensera detta har jag lagt en buffert på 100 meter utanför dessa typer av objekt och klassat den som tillhörande dessa. Anledningen till detta beslut är att felet eller generaliseringen med denna metod blir systematisk och inte slumpartat beroende på vilken tolkare som gjort vad vid vilket tillfälle. På detta sätt uppstår inte frågeställningen om frekvensen i närheten av hamnar etc. saknar bryggor eller inte.

## **Slutdiskussion**

### **Analys och programvara**

Det finns en mängd varianter på hur det insamlade och inköpta GIS-materialet kan analyseras. Vilken analysmetod som används är också avhängigt vilken typ av programvara det finns tillgång till. Riksantikvarieämbetet har, förutom *ArcView*, exempelvis arbetat med *IDRISI* (Moström muntl. 2002) som är ett GIS-program som har en mycket större spännvidd och kapacitet när det gäller rasteranalys. Vid tidpunkten för metodutvecklingen av rasteranalysen av fysisk exploatering hade inte Länsstyrelsen i Stockholm tillgång till *IDRISI*.

### **Förutsättningar för användning av metoden**

Analyser i rastermiljö tycks inte utnyttjas allmänt ute på landets länsstyrelser även om det finns många som är intresserade av utvecklingen. De personer som arbetar med mer avancerade analyser sitter ofta ensamma på respektive myndighet och saknar andra kunniga att bolla

problem med samtidigt som goda exempel än så länge är få eller inte tillräckligt spridda. Detta, snarare än brist på programvara, är i nuläget den största begränsningen för en spridning av ett mer analysinriktat GIS-användande på exempelvis Sveriges länsstyrelser.

I dagsläget har Länsstyrelsen i Stockholms, Norrbottens, Västra Götalands och Blekinge län gjort inventeringar av fysisk exploatering längs med stränder i kust- och skärgårdsområden. Och Länsstyrelsen i Västerbottens län ska precis påbörja en egen inventering (Strömberg, muntl. 2003). Dessa länsstyrelser kommer att kunna använda sig av beskriven metodik för att presentera exploateringen av sina stränder. Handboken för GIS-analysen innehåller förhållandevis noggranna beskrivningar men förutsätter ändå en viss grundkunskap i GIS. Även om analysen är snabb och lätt att göra underlättar baskunskaper i GIS förståelsen av vad det är som görs i de olika stegen. Kompetens inom GIS bedöms emellertid redan existera ute på Sveriges länsstyrelser vilket bör innebära goda förutsättningar för ett användande av metoden.

### **Indelning av exploateringsindikationen i fem klasser**

Klassningen i den föreslagna metoden bör ses som ett första steg som sannolikt behöver kvalitetsgranskas och justeras. En stor fördel med metoden är att grundmaterialet kan bevaras digitalt så även om analysmetoden utvecklas ytterligare eller om klassindelningarna ändras kommer jämförbara resultat att kunna hämtas med hjälp av äldre material.

I framtiden kommer det förhoppningsvis gå att knyta effekterna av exploateringarna närmare till klassindelningarna. Forskning om exempelvis båtars påverkan på bottenmiljö samt jämförelser av växtförekomst på stränder med olika exploateringsgrad har påbörjats på Fiskeriverket (Sandström muntl. 2002) respektive Stockholms universitet (Hult muntl. 2002). Resultaten från dessa studier och andra kan leda till en senare omvärdering av klassningen till att eventuellt gälla grad av hot mot biologisk mångfald i olika typer av områden. Alternativt kan en förfining av klassningen av exploateringen ske med hjälp av exempelvis viktning.

I beskriven metod maskas tätorter, hårdgjorda stränder och hamnar ut i vektormiljö. Detta kan leda till en skarp gränsdragning mellan högsta exploateringsklass (tätortsmiljön, hamnen eller hårdgjorda ytan) och en mycket lägre klassning. I verkligheten är det troligt att exploateringen i exempelvis en tätort är hög för att sedan gradvis minska med ökat avstånd från området. Gradvisa övergångar mellan hög och låg exploateringsklass riskeras att generaliseras bort med vald metodik. Ett sätt att lösa detta kan vara att även frekvensberäkna ytorna. Görs det uppstår en zon, med avtagande frekvenser utanför exempelvis hamnytan, som kan simulera den avtagande exploateringen. Det kan emellertid även vara så att antalet hus och bryggor som frekvensberäknas i sig, genom att frekvenserna ökar, speglar den stigande exploateringen ju närmare man kommer ett högexploaterat område. Detta torde mest avspegla sig i närheten av tätortsområden men kan eventuellt även vara relevant för hamnar och hårdgjorda stränder.

Jag vill poängtera att metoden inte ger en fullständig bild av exploateringsgraden. Ett område som får högsta klassning kan i vissa fall säkert passa bättre i en klass med lägre exploateringsgrad. Det omvända gäller naturligtvis också. Ett område som förts till "ingen exploateringsindikation" kan mycket väl vara exploaterat. Varför denna information missas kan bero på flera saker. Det digitala underlaget kanske inte stämmer, tolkningen kan ha blivit fel eller påverkan består av andra exploateringar än de vi tar hänsyn till i metoden. Naturhamnar kan ofta vara välbesökta och många områden kan därför vara under hårt besöksstryck. Denna typ av exploatering ingår emellertid inte i denna studie.

## Presentation i kartform

De resultat som tas fram med föreslagen, vidareutvecklad metodik är mer detaljerade än de som togs fram med den ursprungliga analysmetoden. För vissa användare kommer kartorna som skapas vara alltför noggranna medan andra har behov av en ännu högre detaljupplösning. I dessa fall går det naturligtvis att upprepa analyserna med exempelvis en annan storlek på grannskapet, det vill säga en större eller mindre radie på det område som tas hänsyn till i frekvensberäkningen. Jag har i denna studie försökt göra kompromiss där inte alltför många detaljer går förlorade samtidigt som materialet går att presenteras för större områden utan att bli för ”plottrigt”. I nuläget går det förhållandevis bra att presentera kartor i skalor upp till runt 1:1000 000. Tydligheten och skalan är mycket avhängig på kustens och skärgårdens utseende. En rakare kust kan presenteras med mindre skala än en skärgård där öarna ligger tätt med krokiga strandlinjer. En metodöversikt med kartexempel hittas i figur 15.

## Slutsatser

Denna studie har lett till flera nya och viktiga kunskaper:

- Frekvensanalys är en effektiv metod att arbeta med. Den ger också en noggrannare bild av verkligheten jämfört med den ursprungliga analysmetoden.
- Rasterbaserade GIS har visat sig vara väl lämpat för att analysera yttutbredning av exploatering. Det finns troligen stor potential för vidareutveckling av olika typer av rasteranalyser inom andra frågeställningar om miljön som innefattar en geografisk yttutbredning av något slag.
- Även om föreslagna klassgränser ändras kommer det att gå att ta fram ”nya” resultat baserade på gammalt material.
- Det finns ett samband mellan bryggor och byggnader. Sambandet är emellertid inte tillräckligt starkt för att motivera en klassning av bryggindikatorn endast på basis av husfrekvens.
- All exploatering kommer inte med i kartläggningen. Exempelvis missas förslitning av naturmiljön i exempelvis välbesökta naturhamnar.
- Finns önskemål om mer generaliserade eller mer noggranna frekvensanalyser går dessa att tas fram genom förändring av exempelvis grannskapsstorleken.

En hel del nya frågeställningar har emellertid uppkommit. Vad som bland annat förtjänar mer uppmärksamhet är:

- Är föreslagna klassgränser rimliga eller behöver de ändras?
- Finns ett eventuellt samband mellan vägar och bryggor respektive vägar och hus?
- Vad är en lämplig viktning av variablerna för ett skapande av index?
- Noggrannare studier av olika typer av index och klassningar.
- Studier av andra exploateringstyper.
- Borde bryggindikatorn presenteras för vattenstranden istället för landstranden?
- Finns det möjlighet att utnyttja Fastighetskartans markutnyttjande på flera sätt?

Sammanfattningen av denna studie är att frekvensanalys i rastermiljö är ett bättre sätt att arbeta med exploateringar i strandzonen jämfört med ursprunglig metod i vektormiljö. Samtliga problem med ursprunglig analysmetod har lösts. Det har visserligen tillkommit nya problem men jag anser ändå att framtagen metod ger en bättre representation av verkligheten jämfört med att arbeta med de ursprungliga kilometerlånga buffertzonerna.

## Byggindikatorn

innehåller information om förekomsten av

♦ Bryggor ♦ Hamnar/småbåtshamnar ♦ Tätort

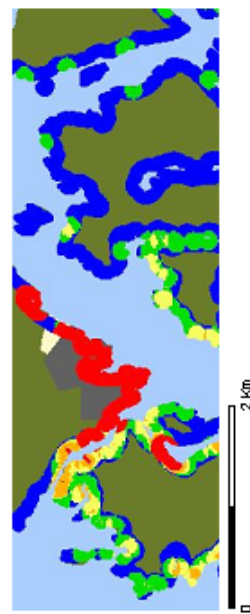
**STEG 1:** Bryggor och hamnar/småbåtshamnar identifieras och digitaliseras i vektorformat som punkter respektive yobjekt.

**STEG 2:** En karta över bryggfätheten längs med stranden beräknas med grannskapsanalys (summaareal) i ett fönster (radie 100 meter) i ett raster-GIS. En hög bryggfäthet tolkas som hög exploatering.

**STEG 3:** Bryggfätheten delas in i fyra exploateringsklasser. Kartan transformeras därefter tillbaka till vektorformat.

**STEG 4:** Tätorter identifieras från Lantmäteriets digitala kartor. Dessa läggs sedan, tillsammans med hamnar/småbåtshamnar, över i den klassificerade täthetskartan som området klassificerade täthetskartan som området med en mycket kraftig exploateringsindikation.

## Byggindikatorn



## Byggnadsindikatorn

innehåller information om förekomsten av

♦ Byggnader ♦ Tätorter

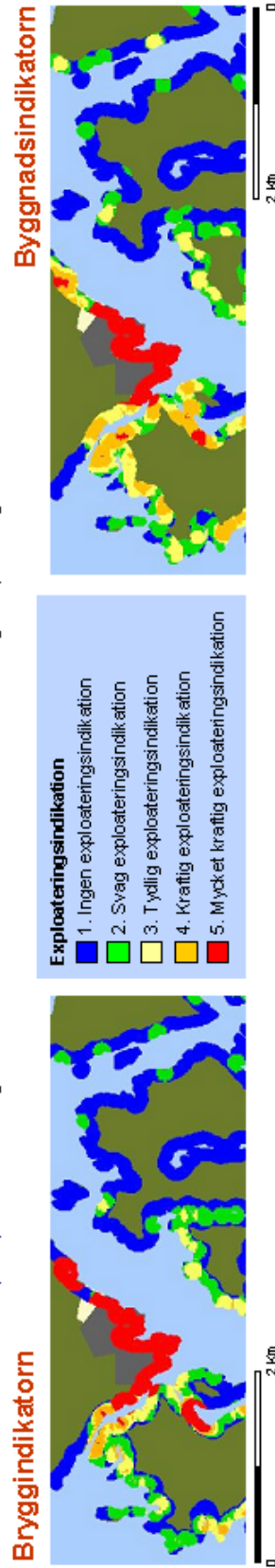
**STEG 1:** Byggnader identifieras från Lantmäteriets digitala Fastighetskartor och transformeras till punktobjekt.

**STEG 2:** En karta över hustätheten längs med stranden beräknas med grannskapsanalys (summaareal) i ett fönster (radie 100 meter) i ett raster-GIS. En hög hustäthet tolkas som hög exploatering.

**STEG 3:** Hustätheten delas in i fyra exploateringsklasser. Kartan transformeras därefter tillbaka till vektorformat.

**STEG 4:** Tätorter identifieras från Lantmäteriets digitala kartor. Dessa läggs sedan över i den klassificerade täthetskartan som området med en mycket kraftig exploateringsindikation.

**STEG 5 (både):** Strandzonen avgränsas i den klassificerade kartan och områden med ingen exploateringsindikation markeras med blått.



**Figur 15.** Här presenteras de huvudsakliga stegen för att skapa Byggindikatorn och Byggnadsindikatorn. I det här exemplet analyserar vi en del av Stockholms mellanskärgård. Strandzonen som analyseras och kartas avgränsas som 100 meter från strandlinjen enligt GIS Fastighetskartan som ges ut av Lantmäteriet.

# Kontaktpersoner

## ***Annelie Mattisson***

Länsstyrelsen i Stockholms län  
Box 22067  
104 22 Stockholm  
Telefon: 08 – 785 54 04  
E-post: [annelie.mattisson@ab.lst.se](mailto:annelie.mattisson@ab.lst.se)

## ***Klara Tullback Rosenström***

Länsstyrelsen i Stockholms län  
Box 22067  
104 22 Stockholm  
Telefon: 08 – 785 41 03  
E-post: [klara.tullback.rosenstrom@ab.lst.se](mailto:klara.tullback.rosenstrom@ab.lst.se)

## ***Gunnar Aneer***

Länsstyrelsen i Stockholms län  
Box 22067  
104 22 Stockholm  
Telefon: 08 – 785 51 18  
E-post: [gunnar.aneer@ab.lst.se](mailto:gunnar.aneer@ab.lst.se)



# Rekommenderad litteratur

- Tullback, K., Kilnäs, M., Schönfeldt, I., 2001: *Fysisk störning av stränder – Metodstudier för övervakning av exploateringsgraden*. Miljö- och planeringsavdelningen. Länsstyrelsen i Stockholms län rapport 2001:22.

## Rekommenderade hemsidor

ESRI:s sida för skript och tillägg: <http://arcscripts.esri.com/>

Lantmäteriet: <http://www.lantmateriet.se/>

Kartplan Lantmäteriet: <http://www.geolex.lm.se/>

Statistiska centralbyrån: [www.scb.se](http://www.scb.se)

# Tack!

Jag vill tacka följande personer som har bistått med material, praktisk och teoretisk information:

Wolter Arnberg på Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi

Klara Tullback Rosenström på Länsstyrelsen i Stockholms län

Gunnar Aneer på Länsstyrelsen i Stockholms län

GIS-gruppen på Länsstyrelsen i Stockholms län

Maria Kilnäs på Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Ola Inghe på Naturvårdsverket

Tina Nilsson på Länsstyrelsen i Norrbottens län

Hans Överby på Länsstyrelsen i Norrbottens län

Carola Sandström på Länsstyrelsen i Blekinge län

Jerker Moström på Riksantikvarieämbetet

Monica Pettersson på Norrtälje kommun

Flera andra medarbetare på Miljö- och planeringsavdelningen, Länsstyrelsen i Stockholms län

# Referenser

## Skriftliga och digitala referenser

- Clark Labs 2002: IDRISI Help. IDRISI. Clark University, USA.
- Ebdon, D. 1988. *Statistics in geography. Second edition*. Blackwell Publishers Ltd. 1998.
- Ekologiska effekter av infrastruktur*. Projekt på Institutionen för naturvårdsbiologi, Sveriges lantbruksuniversitet. <http://www-grimso.slu.se/forskning/infrastruktur/index.htm>
- ESRI 1992-99: *ArcView Help*. ArcView 3.2.
- ESRI 1996: *ArcView Spatial Analyst – Advanced spatial analysis using raster and vector data*. Environmental Systems Research Institute Inc. USA.
- Folkesson, L. 2001: *Uppföljning av naturmiljöeffekter i MKB*. VTI Meddelande 880. Väg- och transportforskningsinstitutet.
- Lantmäteriet 2002<sup>1</sup>: *Produktbeskrivning: GSD – Fastighetskartan, ytbildad med fastighetspunkter*.
- Lantmäteriet 2002<sup>2</sup>: *Lantmäteriet Specifikation – GGD*.
- Naturhistoriska riksmuseet och Miljöförvaltningen 2002: *Spridningsbarriärer och vandringshinder – kunskapsläge och praktiska lösningar. Abstracts*. Seminarium 7 mars 2002.
- Naturvårdsverket, 1999: *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav*. Rapport 4914.
- Naturvårdsverket 2001: *Konsekvenser för friluftsliv: Friluftsliv – en viktig del i bedömningen av miljökonsekvenser i planer, program och projekt för vägar och järnvägar*. Rapport 5166.
- Nordstedts förlag 1992: *Svensk synonymordbok*.
- Statistiska Centralbyrån (SCB) 2002: *Bebyggelsepåverkad kust och strand. MI 50 SM 0202*. <http://www.scb.se/statistik/mi0807/mi0807dia3.pdf>
- STG. 1996. *GIS-ordboken – Terminologi för geografiska informationssystem och datorstödd kartframställning*. STG handbok 167. SIS Förlag.
- Svenska Akademien 1998: *Svenska Akademiens ordlista över svenska språket*.
- Szegö, J., Ansén, H. 1996. *Kustnära bebyggelse. En undersökning av bebyggelsen och dess utveckling i Sveriges kustkommuner*. Boverket, Planavdelningen och Statistiska Centralbyrån (SCB), BoR/REN.
- Tullback, K., Kilnäs, M., Schönfeldt, I., 2001: *Fysisk störning av stränder – Metodstudier för övervakning av exploateringsgraden*. Miljö- och planeringsavdelningen. Länsstyrelsen i Stockholms län rapport 2001:22.
- Vägars ekologiska effekter på faunan*. Projekt på Institutionen för naturvårdsbiologi, Sveriges lantbruksuniversitet. <http://www-grimso.slu.se/forskning/infrastruktur/index.htm>
- Wallentinus, H-G. 1998: *Effekter på djurlivet av vägbyggnad. Fallstudie: E3/E18 genom Römossen-Långmossenområdet i Vallentuna kommun*. Utkast. Institutionen för landskapsplanering Ultuna, Sveriges lantbruksuniversitet.

## Muntliga referenser

- Aneer, G. Länsstyrelsen i Stockholms län
- Edberg, N. Länsstyrelsen i Stockholms län
- Hult, A. Botaniska institutionen, Stockholms universitet
- Kilnäs, M. Länsstyrelsen i Västra Götalands län
- Moström, J. Riksantikvarieämbetet
- Nilsson, T. Länsstyrelsen i Norrbottens län
- Pettersson, M. Norrtälje kommun
- Sandström, A. Fiskeriverket
- Siik, K. Länsstyrelsen i Stockholms län
- Strömberg, C. Länsstyrelsen i Västerbottens län
- Överby, H. Länsstyrelsen i Norrbottens län

## Länsstyrelsens rapportserie

### Tidigare utkomna rapporter under 2003

01. Integration i kommunerna - en mångfald av arbetssätt och förutsättningar, *socialavdelningen*
02. Föreoreade områden - Färgindustrin, *miljö- och planeringsavdelningen*
03. Luftföroreningar i Stockholms län - Resultat t.o.m. september 2001, (*finns endast som pdf*), *miljö- och planeringsavdelningen*
04. Bostadssubventioner - volymer och bidragsunderlag, helårsöversikt 2002, *socialavdelningen*
05. Skyddsvärda grundområden i Svealands skärgårdar, *miljö- och planeringsavdelningen*
06. Föreoreade områden - Bekämpningsmedelstillverkare och sprängämnestillverkare, *miljö- och planeringsavdelningen*
07. Samlad redovisning av förslagen till infrastrukturplaner för Stockholm - Mälardalenregionen, *avdelningen för regional utveckling*
08. Föreoreade områden - Träimpregneringsbranschen. En inventering av potentiellt föreoreade områden i Stockholms län, *miljö- och planeringsavdelningen*
09. Den öppna missbruksvården i Stockholms län - en kartläggning, *socialavdelningen*
10. Besökare i naturreservat - metodstudie och resultat av en enkätundersökning i Stockholms län 2002, *miljö- och planeringsavdelningen*
11. Nedfall av tungmetaller och kvicksilver - resultat från mätningarna vid Mjölsta i Stockholms län åren 1993-2001, *miljö- och planeringsavdelningen*
12. Tungmetaller i väggmossa i Stockholms län - Provtagning 2000, *miljö- och planeringsavdelningen*
13. Sjöfartens utsläpp till luft i Stockholms och Uppsala län år 2000, *miljö- och planeringsavdelningen*
14. Förslag till Länsplan för regional transportinfrastruktur i Stockholms län 2004-2015 - Underlag för regeringens beslut om definitiv planeringsram, *avdelningen för regional utveckling*
15. Riskanalyser i detaljplaneprocessen, *räddnings- och säkerhetsavdelningen*
16. Integrering av mångfalds- och ledarutveckling på Länsstyrelsen i Stockholms län
17. Beräkning av kväve- och fosforbelastning på Svealands kustvatten 1997, *miljö- och planeringsavdelningen*. Finns endast som pdf.
18. Exploatering av stränder - Metodstudie för övervakning av exploateringsgraden II. Vidareutveckling av indikatormetoden. *Miljö- och planeringsavdelningen*. Finns endast som pdf.

## **Bilagor 1-4 ligger som separata pdf-filer.**

- Bilaga 1-3:** Handbok för tolkning och GIS-digitalisering av exploatering av stränder  
Handbok för GIS-analys för exploatering av stränder  
Förslag till metadatablad för GIS-skikt
- Bilaga 4:** Kartexempel från studieområdena

**D**en svenska kustens stränder är utsatta för ett högt exploateringsstryck. Kunskapen om den faktiska exploateringsgraden är emellertid liten. Den här rapporten beskriver utvecklingen av en metod för att övervaka graden av exploatering i svenska kustområden med hjälp av indikatorer. Datainsamlingen och analysen görs med hjälp av flygbilder, digitala kartor och GIS (geografiska informationssystem). Resultaten kan presenteras som enkla kartor som är lätta att förstå där exploateringen delas in i fem klasser. Metoden ger möjlighet till jämförelse över tid och rum i stora områden. Rapporten innehåller en handboksdel och en diskussionsdel.

*Denna rapport finns bara i pdf-format.  
Du kan hämta hem den från vår webbsida  
**[www.ab.lst.se](http://www.ab.lst.se)**  
under rubriken Publikationer.*

*ISBN 91-7281-109-9*

***Adress***

*Länsstyrelsen i Stockholms Län  
Hantverkargatan 29  
Box 22 067  
104 22 Stockholm, Sverige  
Tel: 08- 785 40 00 (vxl)  
[www.ab.lst.se](http://www.ab.lst.se)*