

FÖRSLAG TILL KONTROLLPROGRAM FÖR LILLGRUND, ÖRESTADS VINDKRAFTPARK

Marin flora och fauna

Toxicon projekt 057/03

LANDSKRONA MAJ 2003

FÖRSLAG TILL KONTROLLPROGRAM FÖR LILLGRUND, ÖRESTADS VINDKRAFTPARK

Marin flora och fauna

1. Inledning

Föreliggande dokument avser att beskriva ett förslag till kontroll av den marina floran och faunan vid etablering av vindkraftparken vid Lillgrund. Förslaget baseras i huvudsak på erfarenheter från etableringen av Öresundsbron och de effekter som observerades i samband denna.

Erfarenheter från Öresundsförbindelsen har visat att den största påverkan på miljön kommer att vara genom sedimentspill från anläggningsverksamheten. Följaktligen lägges stor energi på att organisera en miljöövervakning som kan säkerställa att effekterna för dessa utsläpp kommer att minimeras.

Spilletts huvudsakliga effekt är en försämring av ljuspenetreringen i vattnet vilket påverkar vegetationens möjligheter för fotosyntes. Härvidlag har parametrarna skottäthet och biomassa hos ålgräs, samt kolhydrathalten i ålgräs visat sig vara speciellt känsliga. Det finns också en risk för överlagring av organismer när sedimentspillat sjunker till botten. Vid höga halter av spill och vid hög sedimentation har settling och överlevnad av blåmussellarver samt överlevnad av vuxna blåmusslor visat sig vara användbara parametrar.

2. Beskrivning av områdets marinbiologiska karaktär

Området på och omkring Lillgrund har ett vattendjup mellan 2,5 och 9 m och kännetecknas av ett stort vattenutbyte genom utflödet från Östersjön och periodvisa inflöden från Kattegatt. Botten består omväxlande av block, sten, grus och sand. I sand- och grusområdena finns mindre bestånd av ålgräs, framför allt på östra delen av södra Lillgrund, på västra delen av norra Lillgrund samt väster om södra Lillgrund. Söder och öster om Lillgrund finns stora ålgräsområden i Bredgrunds- och Klagshamns-området. Norr om Lillgrund finns mycket sparsamt med ålgräs.

På själva Lillgrund finns mindre områden med blåmusslor. Nord- och nordost om Lillgrund ökar blåmusselförekomsten successivt till Öresundsbron, där heltäckande musselbankar förekommer. Omedelbart väster, öster och söder om grunden dominerar sand- och grusbotten med mycket sparsamma epibentiska djur- och växtsamhällen. Djurlivet domineras här av infaunasamhällen av Macoma-karaktär (se 5.1. Infauna).

3. Principer för kontrollprogrammet

3.1. FBC-principen (Feed Back Control)

Kontrollprogrammet följer principen i det kontrollprogram som tillämpades vid etableringen av Öresundsbron. Detta innebär att klara överskridandegränser sätts upp för sedimentspill, flora- och faunaparametrar och att övervakade parametrar har tillräcklig statistisk styrka för att detektera fastställda, maximala förändringar inom en rimlig tid och med rimlig resursförbrukning. Vid överskridande av gränser rapporteras detta till byggentreprenören/byggherren, för vidare rapportering till myndigheter med åtgärder som följd.

FBC-principen syftar till att snabbt slå larm om byggarbetena orsakar en icke acceptabel förändring av utvalda parametrar.

Två huvudsakliga verktyg i ett feedback-kontrollprogram skall användas för att säkerställa att sedimentspillet hålls på nivåer som ligger så lågt att kriterier/målsättningar för olika variabler uppfylls:

1. Under anläggningsarbetena övervakas spillet med avseende på mängd i förhållande till totala muddermassor samt sedimentplymens utbredning. Dessa observationer ligger sedan till grund för feedback-programmets biologiska variabler.
2. Ett kontrollprogram implementeras som täcker biologiska nyckelvariabler och reflekterar påverkan på ekosystemet.

3.2. Baseline, feedback och kontrollprocedurer

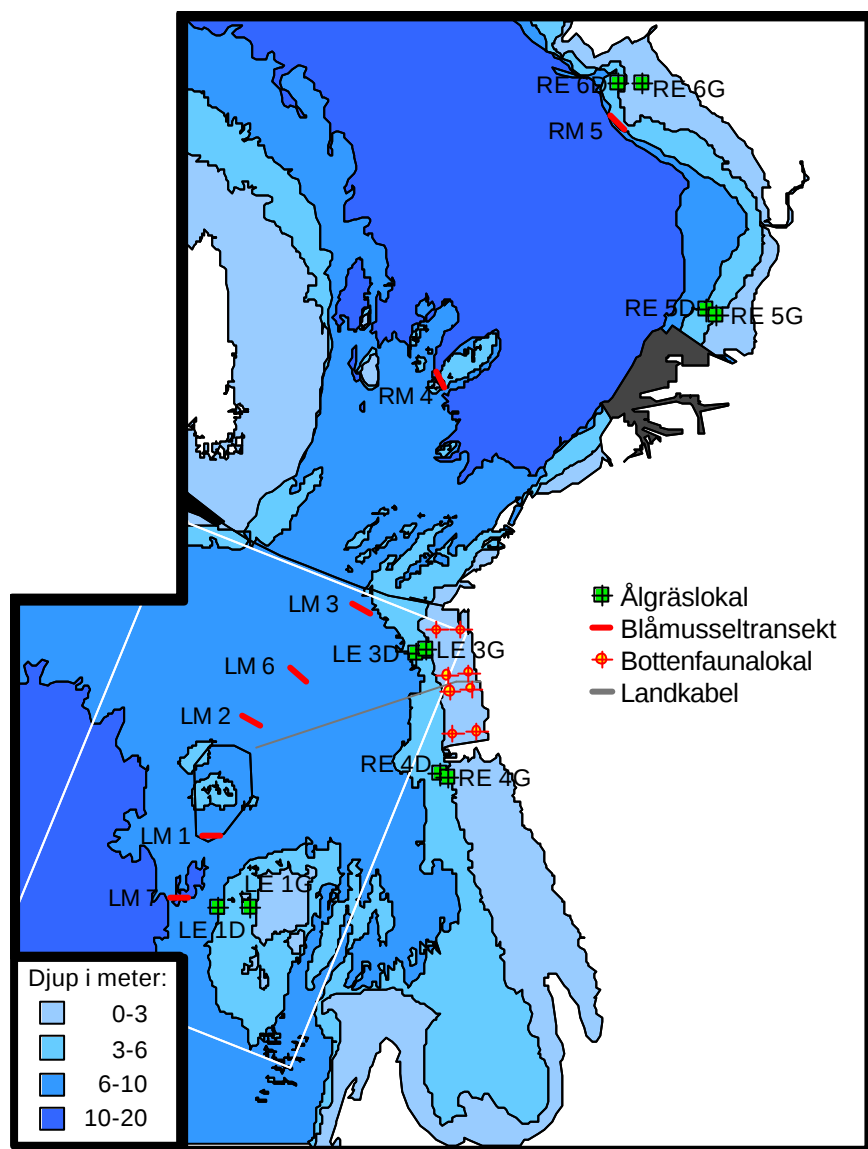
Innan anläggningsfasen utförs en undersökning på utvalda parametrar 1-4 gånger för att etablera en baslinje. I görligaste mån används stationer från Öresundsbro-undersökningarna, där en tidsserie finns för perioden 1995-2000. Stationerna delas in i yttre påverkansstationer och referensstationer. Ett antal nya stationer måste dock etableras i närheten av Lillgrund för effektövervakning. Därtill definieras ett inre påverkansområde som ligger i själva anläggningsområdet.

Under anläggningsfasen provtas stationer i det yttre påverkansområdet och referensområdet 1-4 gånger/år. Efter varje provtagningstillfälle görs omedelbart en analys av insamlat material. Utvalda påverkansstationer testas mot baslinjeundersökningen genom t-test eller ANOVA. Om data från påverkansstationer avviker mer än den fastställda överskridandegränsen meddelas detta omedelbart till entreprenören/byggherren för eventuella åtgärder.

3.3. Kompletterande undersökningar

Utöver FBC-programmet skall ett separat kontrollprogram etableras för kontroll av anslutningskabeln. Syftet med kontrollprogrammet är att utröna om kabeln med dess induktionsfält ger negativa effekter på omgivande miljö. Lämplig biologisk parameter för denna typ av undersökning är infauna. Lämpliga lokaler längs anslutningskabelns tänkta sträckning samt referenslokaler provtas dels innan anläggningsarbetena påbörjats, dels efter avslutat arbete. Lokalen provtas därefter årligen under 1-3 år då anläggningen är i drift, så att eventuella effekter av den strömförande kabeln kan övervakas.

Samtliga provtagningsstationer definieras i figur 3.1.



Figur 3.1. Karta som visar inre påverkansområde (svart ram), yttre påverkansområde (vit ram) och referensområdena. Föreslagna ålgrässtationer (gröna symboler), blåmusseltransekter (röda linjer) och bottenfaunalokaler (röda symboler) är också utmärkta på kartan.

3.4. Definition av områden

3.4.1. Inre påverkansområdet

Det inre påverkansområdet definieras som området innanför en linje som dras 500 m utanför de yttersta vindmüllorna i vindkraftparken Lillgrund (fig 3.1.).

Detta är själva anläggningsområdet med etablering av 48 vindkraftverk och installationskanaler. I detta område tillåts förändringar ske, och övervakning planeras inte under anläggningsfasen.

3.4.2. Yttre påverkansområdet

Det yttre påverkansområdet definieras som en zon 6 km nordost och sydväst om det inre påverkansområdet samt 4 km nordväst och sydost om detta område (ca 22° lutning, fig. 3.1.). Områdets läge är definierat av gjorda sedimentspills- och ackumulationsmodellerings. I detta område kan förändringar ske och ska därför övervakas kontinuerligt inom FBC-programmet.

3.4.3. Referensområden

Referensområden definieras som områden utanför det yttre påverkansområdet (fig. 3.1.), och är områden där förändringar ej ska uppträda till följd av anläggningsarbeten.

4. Feedback-övervakning

4.1. Introduktion av variabler.

Ett spillövervakningsprogram konstrueras på ett sådant sätt att programmet ger information om spillmängder och ackumulerat sedimentspill från olika aktiviteter.

Ålgräs har valts som den huvudsakliga feedback-organismen pga dess stora ekologiska betydelse och för att man genom övervakning av ålgräs kan erhålla variabler som kan generera reproducerbara data och som ger snabb respons vid skuggningspåverkan av suspenderat material i vattenpelaren. Utöver detta har variabler för blåmusslor fastlagts för feedback-övervakning. Dessa variabler reflekterar en eventuell påverkan från sedimenterat material.

Nedan följer ett detaljerat feedback-program baserat på de ovan nämnda variablerna.

4.2. Spillövervakning

4.2.1 Bakgrund

Sedimentspill är en av de faktorer som kan påverka miljön i betydande omfattning. Huvuddelen av variablerna inom feed-back-programmet påverkas i hög grad av mängd och spridningsmönster hos sedimentspillet.

Övervakningen av sedimentspill kan indelas i övervakning av mängden spill och i övervakning av spridnings- och sedimentationsmönster hos spillet. Sedimentationen övervakas dessutom inom musselprogrammet genom videoscreening.

4.2.2 Förslag till generella kriterier

Spridning, omflyttning och deposition av sediment som en följd av anläggningsarbetena eller anläggningen i sig, kan accepteras om uppfyllande av övriga miljörelaterade kriterier inte förhindras.

Sedimentspill får ej överstiga i medeltal 5 % av den totala muddrade mängden. Anläggningsarbetet ska utföras på ett sätt så att minsta möjliga påverkan på miljön åstadkommes.

4.2.3 Feed-back tillvägagångssätt

Sedimentspillet skall övervakas kontinuerligt genom modellering och i fall av överskridande av kriterier leda till utvärdering om effekter kan ses på biologiska parametrar.

Feedback-övervakningen av de biologiska variablerna relateras kontinuerligt till sedimentspilldata, och i fall av överskridande av dessa variabler undersöks en eventuell koppling till sedimentspillet.

4.2.4 Operationella kriterier

De maximala mängderna för sedimentspill per dag eller vecka kan komma att ökas eller minskas under pågående anläggningsarbete beroende på den observerade påverkan på de biologiska variablerna. Dock gäller den allmänt rådande gränsen på totalt 5 % spill.

4.2.5 Övervakningsprogrammet

Uppfyllandet av kriterierna kontrolleras genom mätning av mängden muddrade massor, genom att sedimentplymens utbredning och sedimentinnehållet i plymens vattenpelare bestäms genom modellering. Detta ligger till grund för beräknat sedimentspill, som skall ha en noggrannhet som är bättre än $\pm 25\%$ av sedimentspillet. För kalibrering av modelleringen utförs en fältmätning vid starten av anläggningsfasen.

Kontinuerlig rapportering skall göras till feedback-centret så att eventuella orsakssamband kan göras med de biologiska variablerna.

4.3. Ålgräsövervakning

4.3.1 Bakgrund och variabler

Ålgräsängar är bland de viktigaste samhällena i kustnära vatten och dominerar på djup mellan 1,4 och 4 meter. Ålgräsängar fungerar som yngel- och lekplatser för ett stort antal fiskarter, fungerar som födokälla för sjöfågel och som erosionsskydd för kusten.

Variabler för feedback-övervakning av ålgräs innefattar:

1. skottäthet
2. bladbiomassa
3. sockerhalt i rhizom

Ålgräsvariablerna har visat sig ge snabb respons i experiment med artificiell skuggning, och statistisk poweranalys indikerar att ett begränsat antal replikat på varje lokal räcker för att kunna fastlägga statistiskt signifikanta skillnader för de utvalda variablerna.

4.3.2 Övervakningsprogrammet

Provtagningsstationer och tillvägagångssätt

Valet av provtagningsstationer inom feedback-programmet baseras på strömförhållanden och beräknade sedimentspridningsmönster, samt schemaläggningen av det faktiska anläggningsarbetet.

Provtagningsstationerna som används i baslinjeundersökningen visas i figur 3.1. Dessa stationer kommer också att användas i feedback-programmet. Alla stationer, förutom referensstationerna, är placerade i det yttre påverkansområdet. Varje station innefattar två punkter på olika djup mellan 2,5 och 5,2 meter. Referensstationerna är lagda så att de sammanfaller med stationer som ingick i miljöövervakningen av Öresundsförbindelsen.

Därmed finns data att tillgå för en relativt lång period på dessa stationer. Vid varje provtagningstillfälle provtas 10 stationer fördelat på två djupintervall.

Varje delprov ska omfatta en yta av $1/16 \text{ m}^2$ (25 cm x 25 cm). På grundval av power-analyser har det fastslagits att sex replikat ska provtas vid varje referensstation och djup, samt 12 replikat vid varje effektstation och djup. Om något av replikaten kan karaktäriseras som s.k. "outlier" och gränsen för acceptabel variationskoefficient överskrids görs omedelbart en ny provtagning.

Ålgräsproverna ska insamlas inom väletablerade ålgräsängar och provtagningsramen ska placeras inom ålgräsängen.

All biomassa ovan botten samlas in och även en del av rotmattan. Skotttätheten och skottbladlängd beräknas på plats. Om resultaten för skottäthet uppvisar ett överskridande av gränsvärdet tas ytterligare en provomgång på stationen.

Ålgräsbladen sköljes i havsvatten på plats och placeras i uppmärkta plastpåsar. Påsarna förvaras kallt och transporteras till laboratorium för att där torkas vid 105°C i 24 timmar för bestämning av torrsvikt.

Skotttätheten redovisas som antal skott/ m^2 . Bladbiomassan redovisas som g torrsvikt/ m^2 .

För bestämning av stärkelsehalt i rhizom väljs ur varje replikat representativa, friska bitar av rhizomet ut. Ur dessa bitar pressas växtsaften ut. Saften analyseras med refraktometer för sockerhaltbestämning (i %).

Provtagningsfrekvens

I baslinjeundersökningen provtages alla stationer 4 gånger under tillväxtsäsongen med början i april-maj och avslutning i oktober.

Feedback-övervakningen av ålgräs kommer att ske 4 gånger per år, sammanfallande med baslinjeundersökningen i tid och rum.

Efter avslutat anläggningsarbete undersöks alla lokaler minst 1 gång för att fastlägga att de generella kriterierna uppfyllts (sk compliance-undersökning).

4.3.3 Förslag på generella kriterier

Inom anläggningsområdet (inre påverkansområde) kan övertäckning eller borttagande av vegetation accepteras. Dock får borttagande av vegetation ej leda till erosion som sprids utanför det inre påverkansområdet.

I det yttre påverkansområdet kan temporära förändringar i artsammansättning, distribution och biomassa hos ålgräs, till följd av skuggning eller sedimenttäckning, accepteras i högst två år efter avslutat arbete.

Skottäthet och biomassa av ålgräs i det yttre påverkansområdet får ej minska med mer än 25 %.

4.3.4 Operationella kriterier

Mätbara och operationella kriterier för ålgräsvariabler inom feedback-programmet definieras enligt följande:

Skottäthet

Skottätheten av ålgräs får ej minska med mer än 25 % av det beräknade, tidsrelaterade medelvärde från baslinjeundersökningen på någon av de undersökta lokalerna i det yttre påverkansområdet.

Bladbiomassa

Bladbiomassan av ålgräs får ej minska med mer än 25 % av det beräknade, tidsrelaterade medelvärdet från baslinjeundersökningen på någon av de undersökta lokalerna i det yttre påverkansområdet.

Stärkelse i rhizom

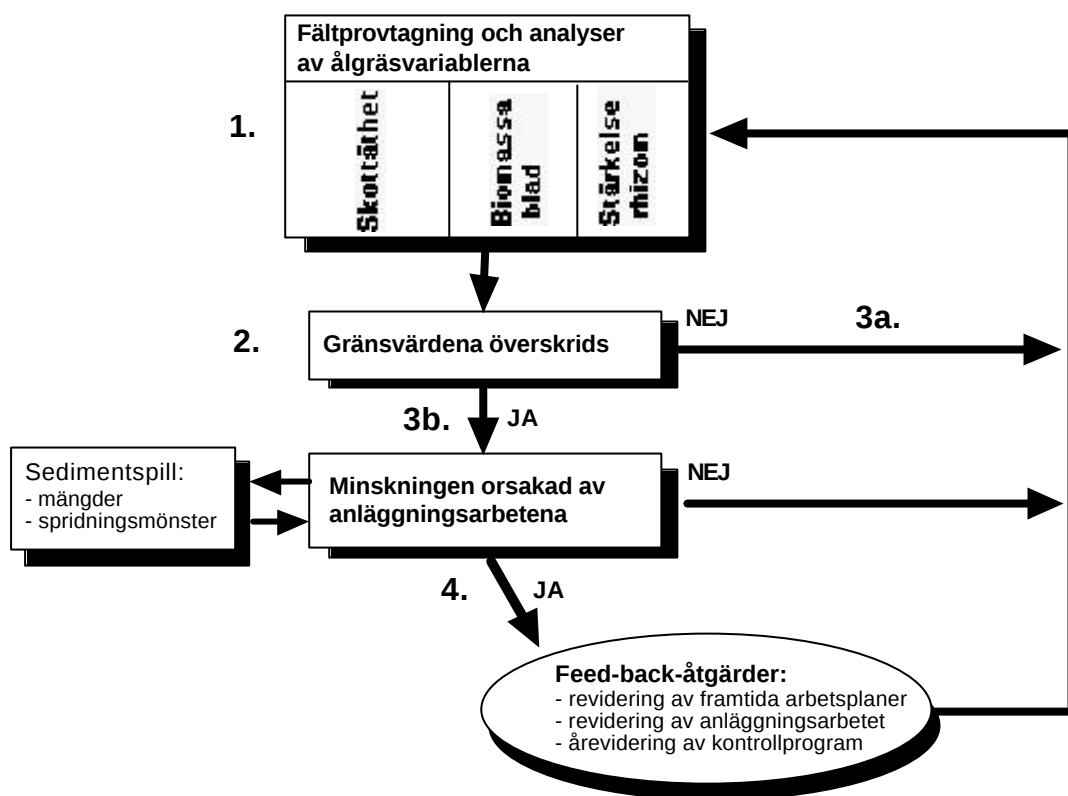
Halten av stärkelse i rhizom av ålgräs får ej minska med mer än 25 % av det beräknade, tidsrelaterade medelvärdet från baslinjeundersökningen på någon av de undersökta lokalerna i det yttre påverkansområdet.

Alla gränsvärden är baserade på undersökningar gjorda i samband med upprättandet av Öresundsbron. Kontrollprogrammet för ålgräs kommer att kunna detektera förändringar som närmar sig eller överskrider de ovan nämnda kriterierna.

4.3.5 Feedback och kontroll, förfaringssätt

En flödeskarta över feedbackprogrammet för ålgräs visas i figur 4.1. De olika beslutstegen kan beskrivas enligt följande:

Feed-back-övervakning: Ålgräs



Figur 4.1. Flödesschema över feedbackprogrammet för ålgräs.

1. Det första steget i programmet är själva genomförandet av övervakningsprogrammet med fältprovtagningar och analyser för ålgräsvariablerna, samt stödvariablerna.
2. Resultaten av feedback-variablerna jämförs med baslinjeundersökningen. En reduktion av variablerna jämfört med baslinjens indexvärde utvärderas med t-test för jämförelse med tid- och djupanpassande värden från baslinjeundersökningen.
- 3a I det fall inga skillnader erhålls fortsätter övervakningen.
- 3b. Om förändringarna är signifikanta kommer det utvärderas om förändringarna beror på anläggningsarbetena. De observerade indexvärdena kompenseras för eventuella förändringar på referensstationerna. Om reduktionen hos ålgräsvariablerna fortfarande är signifikant jämförs data med sedimentspridningsanalyser för att utröna om anläggningsarbetena kan vara orsaken till reduktionen.
4. Om gränsvärdena överskrids bedöms om de generella kriterierna överskridits.

Kontroll av feedback-resultaten sker genom att uppmätta indexvärden jämförs med indexvärden från baslinjeundersökningen och gränsvärden. Indexvärde räknas ut enligt följande:

Indexvärde: $I = (\ln x / \ln x_{BL}) * 100$ där

x = uppmätt värde vid aktuell undersökning och parameter

x_{BL} = motsvarande medelvärde vid baslinjeundersökning

Indexvärde I betecknas RC (rhizome carbohydrates) för sockerhalt i rhizom, SD (shoot density) för skottäthet och SB (shoot biomass) för skottbiomassa

Kontrollsystemet baseras på två steg så att tveksamheter hanteras på ett korrekt sätt ifall indexvärdet inte är klart skilt från en 25%-ig reduktionsgräns. I fall av tveksamheter utförs utökad provtagning enligt nedan för att erhålla mer precisa värden och därmed reducera risken för felaktiga beslut.

Därför kommer kontrollgränsen att bestå av ett gränsvärde (GV) och ett omprovsvärde (OV), vilka båda kan appliceras på de normala sex eller tolv replikaten. Om det beräknade indexvärdet är högre än OV (85), uppfylls kriterierna; om indexvärdet ligger under GV (75) är kriterierna ej uppfyllda. Om indexvärdet hamnar mellan OV och GV ska ytterligare sex replikat provtas. Omprovsförfarandet är applicerbart på alla tre variablerna, men ska endast användas på skottäthet. Detta betyder att om indexvärdet för skottäthet ligger i gråzonen mellan OV och GV ska omprov tas och nya resultat beräknas för alla tre variablerna.

Om ett observerat indexvärde ligger under GV utvärderas det om reduktionen är specifik för påverkansstationen i fråga eller om reduktionen kan anses vara av mer regional karaktär. Genom att kompensera för eventuella generella förändringar i referensområdena kan man "filtrera bort" naturliga fluktuationer i området och fastställa om en observerad reduktion på en påverkansstation är skild från generella förändringar. Ett kompenserat index värde, I_K , räknas fram enligt följande:

Kompenserat indexvärde:

$$I_K = I/I_{REF} \text{ där}$$

I = indexvärde vid aktuell undersökning

I_{REF} = indexvärde på referensstationerna vid aktuell undersökning

Kompenserat indexvärde I_K betecknas RCK (rhizome carbohydrates) för sockerhalt i rhizom, SDK (shoot density) för skottäthet och SBK (shoot biomass) för skottbiomassa.

Överskridande av gränsvärdet (i form av kompenserat index) vid en station noteras och utvärderas i förhållande till sedimentspillvariablerna. Om denna utvärdering bekräftar att överskridandet beror på anläggningsarbetena kommer feed-back-åtgärder att vidtas.

Efter avslutat anläggningsarbete görs ett test, med sk BACI-design (Before and After, Control and Impact), för att se om de generella kriterierna uppfyllts. Denna modell tar hänsyn till både tid och påverkan, och kan tala om huruvida påverkansområdena skiljer sig från referensområden och tar samtidigt hänsyn till baslinjeundersökningen.

Referensstationerna används för att se hur generella förändringar i området ser ut, och hur detta kan påverka val av gränsvärden.

Övervakningsrapporten från varje provtagning ska innehålla presentation av data samt en utvärdering om huruvida kriterierna uppfyllts eller ej.

FeedBack-åtgärder

Feedback-åtgärder kan rangordnas enligt följande:

Nivå 1.	Observationer:	Gränsvärde för ålgräs överskrids på en påverkansstation. Gränsvärde för sedimentspill överskrids.
	Feedback-åtgärder:	Indexvärde för påverkansstation jämförs med referensstationerna. Utvärdering huruvida anläggningsarbetena orsakar överskridandet av gränsvärde.
Nivå 2.	Observationer:	Gränsvärde för kompenserat index överskrids på en påverkansstation. Sedimentspridningsanalyser och sedimentspillsmängder indikerar att stationen har påverkats.
	Feedback-åtgärder:	Revidering av framtida arbetsplan.

Den entreprenör som utför feedback-övervakningen rapporterar omedelbart resultaten och slutsatserna till Örestads Vindkraftpark. Slutsatserna skall inrymma rekommendationer gällande vilken åtgärdsnivå som bör verkställas. Örestads Vindkraftpark är sedan ansvarig för implementeringen av relevanta feedback-åtgärder och rapportering till myndigheter.

4.4 Musslor

4.4.1 Bakgrund och variabler

Stora områden i Lillgrunds närområden domineras av blåmussla och framför allt i området nordost om vindkraftparken. I detta område återfinns en sammanhängande musselbank på 67 km², vilken utgör födosöksområden för bl a ejder.

Följande variabler har bedömts som lämpliga för miljöövervakning av sedimentationen och föreslås användas i feed-backövervakningen:

1. övervakning av sedimentövertäckning mha videoscreening
2. övervakning av täckningsgraden av blåmusslor mha videoscreening

Följande variabler användes dessutom vid baslinjeundersökningen 2001.

1. övervakning av biomassa och täthet av musslor
2. utvärdering av storleksfördelningen hos blåmusslan

Ovanstående två variabler bedöms dock inte vara lämpliga som övervakningsinstrument av olika skäl. På grund av den stora tidsåtgången vid bearbetningen av materialet (2-3 månader) kan de ej användas i feedback-hänseende, dvs användas för att styra grävarbetena. Vid den statistiska genomgången av materialet från 2001, visade det sig att den statistiska styrkan var för låg. Detta innebär att relevanta förändringar inte skulle kunna beläggas med statistisk säkerhet, utan att provantalen ökades till ekonomiskt och ekologiskt icke försvarbara mängder.

Analyserna visade dessutom att blåmusslorna förflyttades lokalt på undersökningslokalerna (troligen genom strömmar) vilket skulle ge stora tolkningsproblem av resultaten. I föreliggande förslag föreslås att musslornas täckningsgrad övervakas längs transekter istället för på distinkta provpunkter, detta för att minimera problem med lokala förflyttningar av musslorna.

Undersökningar i samband med Stora Bälts- och Öresundsförbindelserna har ej kunnat fastställa påverkan av ökad turbiditet på tillväxt och kondition hos blåmussla. Endast i fall med extremt höga koncentrationer av suspenderat material sågs svaga effektsamband. Dessa parametrar anses därför inte vara relevanta vid denna undersökning.

Settling av blåmussellarver har visat sig hämmas, pga spridning av suspenderat material, vid undersökningar både i Öresund och i Stora Bält. Dock är uppställningen vid denna typ av undersökningar mycket känslig och mätningar kan endast göras under en kort tid på året. Därtill kan en eventuell effekt på settlingen ej kvantitativt beläggas mha biomassa och täthet.

4.4.2 Övervakningsprogram

Provtagningsområden och transekter

Baslinjeundersökningar och undersökningar under och efter anläggningsfasen kommer att ske på sju fasta transekter i det yttre påverkansområdet samt i referensområden (fig. 3.1.). Referensområdena är lagda så att de ej kan påverkas av spill från grävarbeten vid Lillgrund, enligt modelleringar av spill (DHI 2001). Valet av transekter i påverkansområdet baseras på modelleringar av sedimenttransport, samt strömförhållanden i området (DHI 2001). Transekterna är ca 500 m långa vardera.

Videoscreening sker med hjälp av en video monterad på en släde som körs i de utvalda transekterna. Transekterna läggs så att det beräknade sedimentspridningsmönstret täcks in, samt i referensområden. Filmningen skall dels visa huruvida sedimentövertäckning har skett i området, och dels om förändringar i täckningsgrad skett.

Videoscreening-sedimentövertäckning

Graden av sedimentövertäckning bedöms och jämförs med filmningar gjorda under baslinjeundersökningen och med tidigare filmningar under pågående arbeten. Denna videoscreening utförs både i områdena som direkt beräknas påverkas av spill (yttre påverkansområdet) och i referensområden, och utförs i baslinjeundersökningen samt under anläggningsfasen. Ökad sedimentövertäckning utlöser utökad videoscreening med analys av täckningsgrad enligt baslinjeundersökningen. Videoscreening beräknas ske ca 1 gång per månad vid perioder med grävarbeten, samt i en baslinjeundersökning.

Videoscreening-täckningsgrad

Täckningsgraden på stationerna undersöks med video på fasta transekter i yttre påverkansområdet och referensområdet. En videoanalys utförs genom att täckningsgraden bestäms i fasta intervall på filmen på respektive transekt. Antalet intervall (filmrutor) med täckningsgradsvärden utgör replikat för transekten. Samma transektsträcka filmas vid alla provtagningar och jämförs sinsemellan. Skillnader mellan olika undersökningstillfällen analyseras med t-test på respektive transekt.

Skillnaderna mellan påverkansområdet och referensområdena jämförs med ett sk BACI-test (Before and After, Control and Impact) mha en tvåvägs ANOVA-test. Signifikanta interaktioner kan tolkas som sedimentövertäckning.

Täckningsgradsscreening startas endast om videoscreening visat på sedimentövertäckning.

4.4.3 Förslag på generella kriterier

Reduktion av biomassa och förekomst av blåmussla kan accepteras i det inre påverkansområdet.

I det yttre påverkansområdet får den totala ytan, med mer än 40 % täckningsgrad av blåmussla, inte minskas med mer än 25 % (relativt baslinjeundersökningen) pga av anläggningsarbetena.

4.4.4 Operationella kriterier

De olika operationella kriterierna för feedback- och compliance-övervakning av blåmussla definieras enligt följande:

Täckningsgraden i det yttre påverkansområdet får ej minska med mer än 25 % jämfört med medelvärdet för baslinjeundersökningen.

Förändringar i täckningsgrad, orsakad av anläggningsarbetena, i det yttre påverkansområdet skall vara fullt återställda två år efter avslutat anläggningsarbete.

4.4.5 Feedback och compliance förfaringssätt

Som nämnts tidigare påverkas blåmusslan endast av mycket höga koncentrationer av suspenderat material. Fysiologisk respons hos blåmusslan är inte lämplig för feed-back-övervakning. En eventuell minskning i täckningsgrad kan därför tolkas som en effekt av sedimentation.

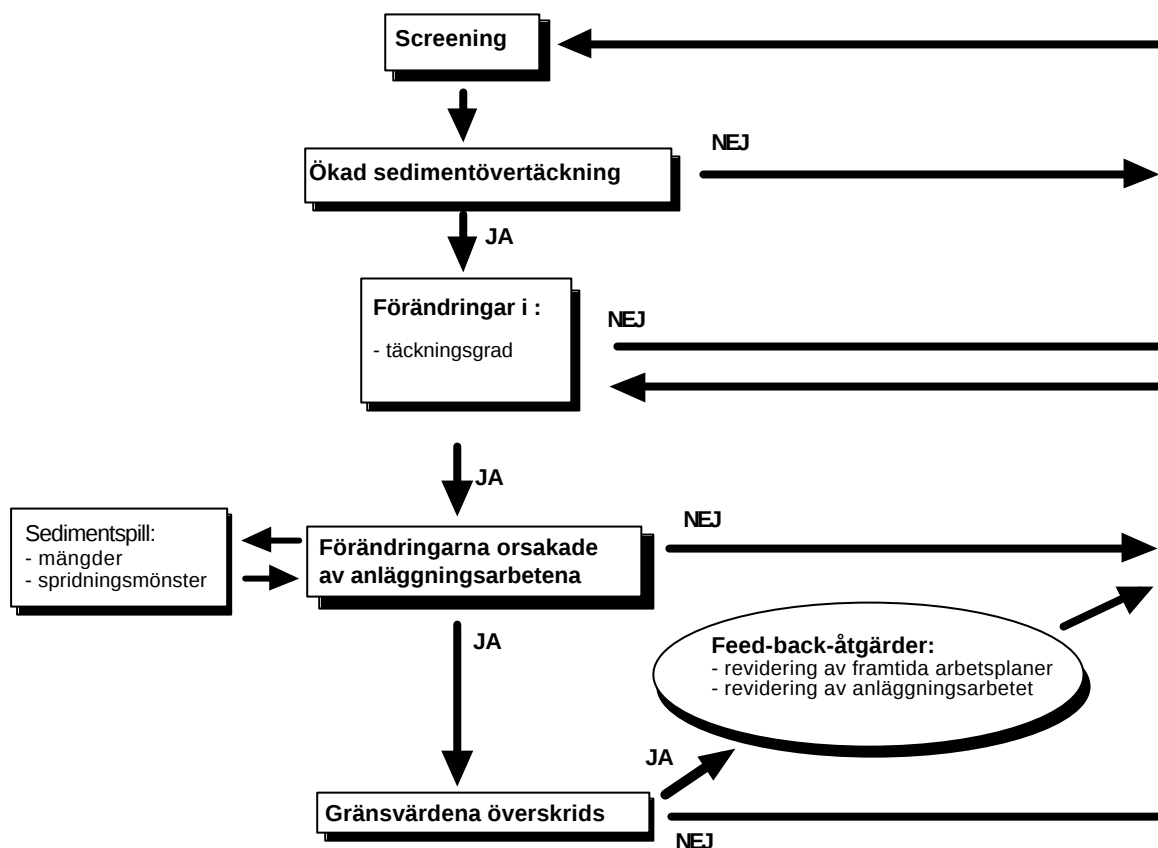
Övervakningen kan indelas i tre moment:

1. En baslinjeundersökning görs under sommar och höst innan anläggningsarbetena påbörjas. Ingående variabler är videoscreening av sedimentationen och täckningsgraden.
2. Feedback-programmet sätts igång då muddringsarbetena påbörjas och sker med ungefär en månads intervall, beroende på hur grävarbetena läggs upp. Programmet innefattar i normalläge videoscreening, då sedimentövertäckningen övervakas, men övergår till täckningsgradsbedömning på baslinjetransekter då sedimentövertäckning noteras.
3. Efter avslutat anläggningsarbete görs en sk complianceundersökning vilken är identisk med baslinjeundersökningen. Undersökningen genomförs alternativt två gånger per år under ett eller två år.

De olika stegen i feedback-övervakningen av blåmussla beskrivs nedan och i figur 4.2:

1. Det första steget innefattar sk screening med video av områdena inom sedimentplymen, samt på referenslokalerna, då förändringar i övertäckning av sedimentspill kan fastställas.
2.
 - a) Om screeningen påvisar förändringar jämfört med baslinjeundersökningen utvärderas data för sedimentspill och data jämförs med referensstationer. Täckningsgrad bedöms som vid baslinjeundersökningarna.
 - b) Om inga signifikanta förändringar kan påvisas fortsätter videoscreeningen enligt fastlagt schema.
3. Om förändringarna visar sig bero på anläggningsarbetena och de generella kriterierna överskrids vidtages feedback-åtgärder. Dessa åtgärder kan innefatta revidering och justeringar av anläggningsarbetet.

Feed-back-övervakning: Blåmussla



Figur 4.2. Flödesschema för feed-back-övervakning av blåmussla

5. Övriga element

5.1 Infauna

5.1.1 Bakgrund och variabler

Inom alla sandområden i Lillgrundsområdet förekommer en infauna (djur som lever i sedimentet) som kan karaktäriseras som *Macoma*-samhällen. Dessa samhällen domineras av relativt få arter men med många individer. Viktiga arter är t.ex. musslorna *Mya arenaria* (sandmussla), *Macoma balthica* (östersjömussla), *Cardium edule* (hjärtmussla), snäckan *Hydrobia* (tusensnäcka), maskarna *Pygospio elegans* och *Hediste diversicolor* och kräftdjuren *Corophium* och *Bathyporeia*. Samhället kännetecknas vidare av en stor mellanårsvariation och en stor variation mellan replikaten på en station. Faunan har bl.a. betydelse som föda för olika flatfiskarter.

Från vindkraftparken till Strandhem kommer en anslutningskabel att läggas för överföring av producerad el. Kabeln kommer att generera ett elektromagnetiskt fält som potentiellt kan störa vattenorganismer. Infauna kommer härvidlag att användas som ett instrument för att indikera eventuella störningar från magnetfältet. Variablerna som kommer att användas är:

- Artantal
- Individantal
- Biomassa (etanolvåtvikt)

5.1.2 Övervakningsprogram

Ett övervakningsprogram etableras i form av en baslinjeundersökning innan anläggningsstart, med förnyad undersökning efter utläggning av anslutningskabel samt årliga undersökningar (augusti-september) under 2 år efter att anslutningskabeln tagits i drift.

Bottnarna längs huvuddelen av kabeltransekten är relativt grova med tunna sandlager och inslag av sten och grus och är därför inte optimala för infaunaprovtagning. Nära land, ca 1 nm ut från strandlinjen, finns dock områden med sand som är lämpliga. Eftersom de potentiella effekterna på infaunan antas vara lika längs hela kabeltransekten, föreslås därför att infaunaprogrammet förläggs i de lämpligaste provtagningsområdena nära land (vattendjupet 0,5-2 m).

På respektive sida om kabeln, södra och norra, läggs två provlokaler med ett avstånd av ca 5 m från kabeln. Två av provlokalerna förläggs på 0,5 m och två på 2 m djup, totalt fyra effektlokaler. På ett avstånd av ca 0,8 nm, söder och norr om kabeln, läggs totalt 4 referenslokaler (två söder och två norr om, två på 0,5 och två på 2 m vattendjup).

Prover tages med cylinderprovtagare (85 cm² provyta) med 20 replikat per lokal. Prover sällas i fält med 1 mm såll varefter sållrester överförs till 95% etanol med Bengal Rosa. Arter identifieras och räknas i respektive prov varefter etanolvåtvikten bestäms med $\pm 0,01$ g noggrannhet.

5.1.3 Förslag på generella kriterier

Artantal och artsammansättning avseende individantal och biomassa vid provlokalerna längs elkabeln får till följd av magnetfältet inte avvika signifikant efter driftstart relativt referensområdena.

5.1.4 Förslag på operationella kriterier

Operationella kriterier för infauna sätts ej då detta program ej används för att styra anläggningsarbetena.

5.1.5 Förfaringssätt compliance

Skillnader i artantal, individantal och biomassa mellan effekt- och referenslokaler och före och efter kabeldriftstart testas med BACI-design (2-vägs ANOVA) för data från 0,5 respektive 2 m vattendjup för att studera om de generella kriterierna uppfyllts. Skillnader i artsammansättning mellan lokalerna studeras med kluster- och MultiDimensional Scaling-analyser för att ytterligare bedöma eventuella effekter.

6. Referenser

DHI. 2001. Lillgrund Vindkraftpark – Environmental impact assessment of hydrography and sediment spill. Final report, October 2001, for Örestads Vindkraftpark AB.