



Miljøministeriet
Naturstyrelsen



Blue Reef - restoration of stone reefs in Kattegat

Kolofon

Blue Reef – restoration of stone reefs in Kattegat/ Restaurering af stenrev i Kattegat

Udgivet af/Published by:

Naturstyrelsen

Haraldsgade 53

2100 København Ø

www.naturstyrelsen.dk

Grafisk design/Graphic design:

LIVE Grafisk

Fotos/Photos:

Karsten Dahl

DTU Aqua

Naturstyrelsen

Jens O Skovsgaard

ISBN:

978-87-7279-661-1

Juni 2013/June 2013

Denne såkaldte lægmandsrapport er et led i afrapporteringen af LIFE Nature III projektet: Restaurering af stenrev i Kattegat ("Blue Reef").

This Layman report is part of the LIFE Nature III project: Rebuilding of Marine Cavernous Boulder Reefs in Kattegat ("Blue Reef").

Indholdsfortegnelse

Contents

1. Stenrev – en sjælden naturtype	side 4
2. Formålet med Blue Reef-projektet	side 6
3. Om Blue Reef-projektet	side 8
4. Det nye stenrev	side 12
5. Anbefalinger til genopretning af stenrev	side 14
6. Nøgletal om Blue Reef-projektet	side 16

1. Stone reefs - rare natural habitats	side 5
2. The objective of the BlueReef project	side 7
3. About the BlueReef project	side 10
4. The new stone reef	side 13
5. Best practice for restoration of stone reefs	side 15
6. Key figures in the Blue Reef-project	side 17

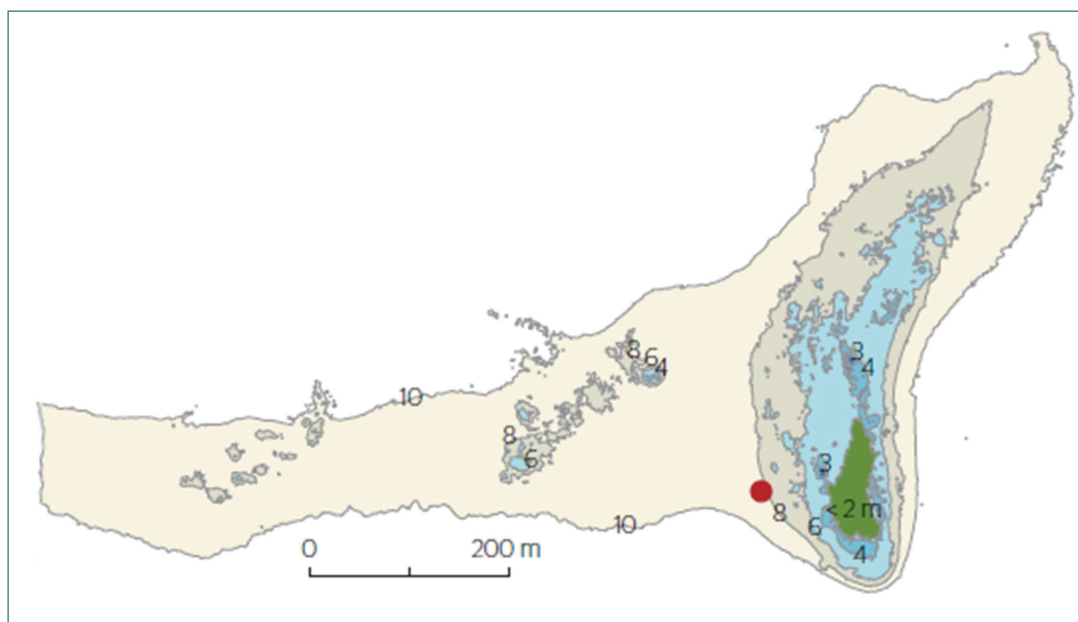
1. Stenrev – en sjælden naturtype

Stenrev ligger ude på havet og er dannet under istiden. De rager op over den omgivende havbund, men størrelsen og tætheden af sten kan variere. De mest spektakulære stenrev er de huledannende stenrev, som består af store bunker af næsten lige store kampesten stablet oven på hinanden.

Stenrevene rummer en stor artsrigdom og en stor mængde (biomasse) af både planter og dyr. Her findes f.eks. søanemoner, læderkoraller og udbredte tangskove med grønne, brune og røde planter. Især de huledannende stenrev rummer et meget artsrigt dyre- og planteliv, og er blandt andet levested for hummer.

På grund af især stenfiskeri til havnemoler og kystsikringsanlæg er stenrev på lavt vand blevet en sjælden naturtype i Danmark. Stenfiskeri blev endelig forbudt i danske farvande pr. 1. januar 2010. Naturtypen stenrev er på listen over Habitatdirektivets beskyttede naturtyper. Det betyder, at Danmark har pligt til at udpege områder, såkaldte habitatområder, for at sikre, at de beskyttede naturtyper har en gunstig bevaringsstatus.

Habitatområder kaldes sammen med fuglebeskyttelsesområder for Natura 2000-områder, og indgår i et europæisk netværk af Natura 2000-områder.



Kort over det genoprettede stenrev.

Map of the restored stone reef.

1. Stone reefs - rare natural habitats

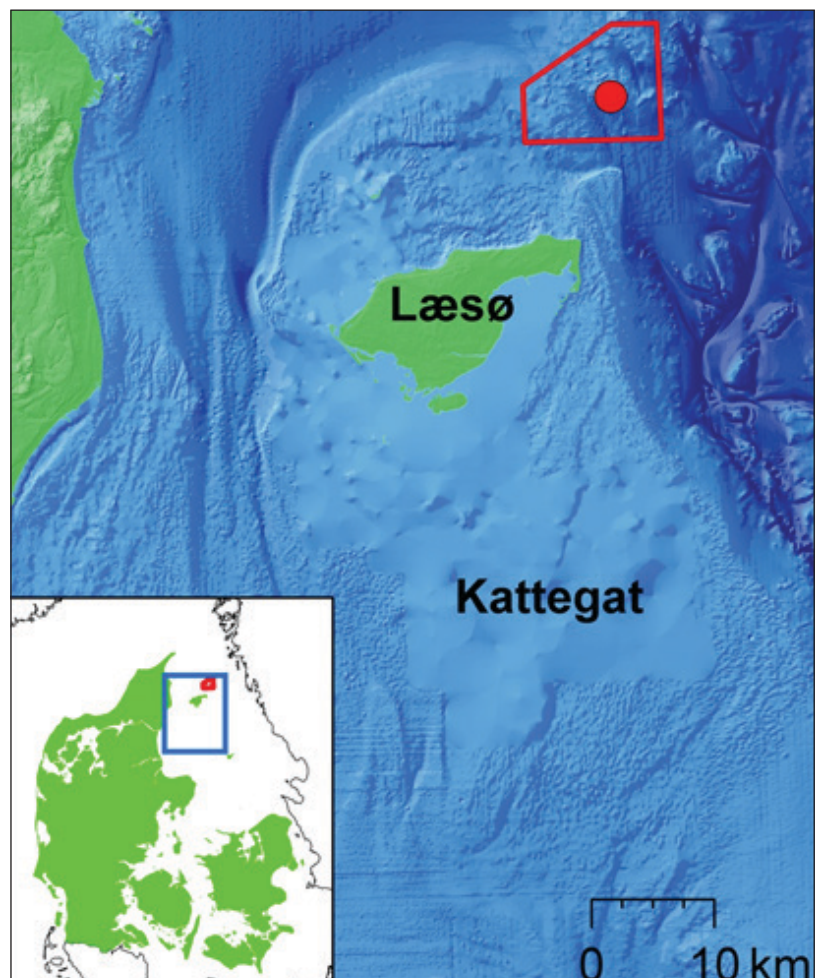
Stone reefs are found in the ocean and developed during the ice age. They protrude from the surrounding seabed and vary in size and compactness. The most spectacular type of stone reef is the cavernous boulder reef, which consists of large piles of similar-sized boulders.

Stone reefs are home to a great variety of species and extensive amounts of plant and animal biomass. For example, they are home to sea anemones, soft corals, and extensive seaweed forests with green, brown and red plants. Cavernous boulder reefs, in particular, are home to a very diverse plant and animal life, and provide habitats for lobsters, for example.

Stone reefs in shallow waters have become a rare habitat in Denmark. This is due, in particular, to previous removal of stones and boulders from the seabed for use in the construction of harbour piers and coastal protection. The removal of stones and boulders from the seabed in Danish waters was finally banned from January 2010.

Reefs are included in the Habitats Directive's list of protected natural habitat types. This means that Denmark is required to designate areas, so-called habitat sites, to ensure a favourable conservation status for protected natural habitat types.

Habitat sites and special protection areas for birds are called Natura 2000 sites under one, and they form part of a European network of Natura 2000 sites.



Kort over Natura 2000 området Læsø Trindel og Tønneberg Banke

Map of the Natura 2000 site Læsø Trindel and Tønneberg Banke

2. Formålet med Blue Reef-projektet

Stenrevet på Læsø Trindel i det nordlige Kattegat blev som mange andre danske stenrev udsat for stenfiskeri. Det kunne således ud fra gamle og nye søkort dokumenteres, at den oprindelige vanddybde var øget fra ca. 1,2 m til ca. 4 meter.

Undersøgelser i 1990'erne viste desuden, at de mindre sten, der lå tilbage på revet, hyppigt blev vendt rundt, og at store bølger nedbrød revet ved at flytte sten ud på større vanddybder.

Det blev derfor besluttet, at gennemføre et storskala projekt med genopretning af stenrev på Læsø Trindel, som er en del af Natura 2000-området Læsø Trindel og Tønnesberg Banke. Projektet fik titlen "Blue Reef".

Læsø Trindel vil med status som Natura 2000-område desuden være et beskyttet hjemsted for fiskepopulationer og være med til at sikre spredning af arter inden for netværket af Natura 2000 områder i Kattegat.

Formålet med Blue Reef-projektet har været at restaurere og stabilisere strukturen og funktionen af huledannende stenrev inden for et stenrevsområde på 5 ha, samt skabe øget opmærksomhed hos forvaltere, planlæggere og den brede offentlighed om marin naturgenopretning, beskyttelse og forvaltningsmæssige emner.



Tang - før naturgenopretningen

Seaweed - before restoration.

2. The objective of the BlueReef project

As is the case for many other Danish stone reefs, stones and boulders have been removed from the stone reef on Læsø Trindel in the northern part of the Kattegat. A comparison of old and new nautical charts revealed that the original water depth had increased from approx. 1.2m to approx. 4m.

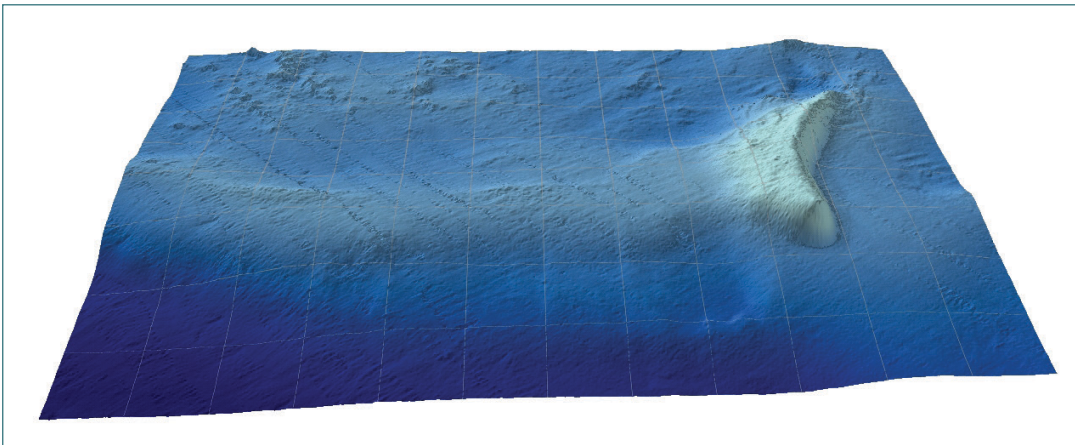
Furthermore, surveys from the 1990s showed that the stones and smaller boulders left on the reef were frequently toppled over, and that large waves were destroying the reef by relocating stones to greater water depths.

It was therefore decided to carry out a large-scale restoration project to restore the stone reef on Læsø

Trindel, which is a part of the Læsø Trindel and Tønnesberg Banke Natura 2000 site. The project was entitled BlueReef.

As a Natura 2000 site, Læsø Trindel is also a protected habitat for fish populations; the project helps ensure the distribution of species within the network of Natura 2000 sites in the Kattegat.

The purpose of the BlueReef project was to restore and stabilise the structure and function of cavernous boulder reefs within an area of approx. 5ha, as well as to boost awareness among managers, planners and the general public about marine nature restoration, protection and management.



Dybdeforholdene på Læsø Trindel før naturgenopretningen.

Depth conditions at Læsø Trindel before restoration.

3. Om Blue Reef-projektet

Projektet har været bygget op om 4 hovedaktiviteter: 1) forundersøgelser og design, 2) udlægning af sten, 3) overvågning og 4) formidling af projektets gennemførelse og resultater.

3.1 Forundersøgelser og design

Der blev gennemført en række forundersøgelser for at sikre, at det nye stenrev kunne leve op til formålet og ikke havde negative konsekvenser for den omkringliggende natur, lokalsamfundet m.m.

Geologiske undersøgelser af havbunden viste, at den øverst bestod af et op til 4 meter tykt lag af sand og småsten oven på et dybere lag af ler. Det blev derfor vurderet, at havbunden kunne bære de mange tunge sten.

Modelberegninger af sedimenttransport viste, at der i en afstand af mere end 300 m fra de nye revstrukturer, ikke ville være væsentlige ændringer af transport og aflejring af sediment. Der var derfor ikke risiko for, at det nye stenrev kunne skade et nærliggende boblerev eller føre til øget tilsanding af sejlrunden ved Østerby Havn på Læsø.

Der blev udarbejdet et stenrevsdesign med huledannende stenrev, små toppe af sten og stabiliserende stenlag for at genskabe en varieret struktur og funktion. Designet byggede på kendskab til havbundens bæreevne og sedimenttransporten, ligesom det skulle kunne modstå strøm og bølger under ekstreme vejrforhold.

En konsekvensvurdering viste, at Blue Reef-projektet ikke vil have negativ påvirkning på det udpegede Natura 2000-område.

3.2 Udlægning af sten

Genopretningen af stenrev er sket med natursten. Det har ikke været muligt at finde tilstrækkelige mængder sten i form af søsten fra havne og moler eller marksten. Genopretningen er derfor sket med sprængsten fra stenbruddet Krageø i det sydlige Norge.

Af hensyn til anlægsarbejderne og sejladsikkerheden blev der udlagt et arbejdsområde, som blev markeret med bøjer. Det var ikke tilladt at fiske eller sejle inden for arbejdsområdet under anlægsarbejderne.

Der er sommeren 2007 i alt blevet udlagt ca. 100.000 tons sten, som ad 8 gange er blevet fragtet med pram fra Krageø til Læsø Trindel. De enkelte sten havde en vægt mellem 0,6 og 6 tons og blev udlagt med gravemaskiner om bord på prammen. Placeringen af stene blev fastlagt ved hjælp af GPS-udstyr, og mængden af sten blev estimeret ud fra den gennemsnitlige vægt af en grab. Det var desuden nødvendigt efterfølgende at flytte enkelte af de udlagte sten ved hjælp af en gammel stenfiskerbåd.

Der er i alt restaureret og stabiliseret stenrev inden for et samlet areal på ca. 5 ha.

Dybderne ved det restaurerede stenrev er blevet opmålt først i starten af 2009 og senere i sommeren 2012, dels for at sikre at stenene er lagt korrekt, dels for at sikre opdaterede søkort med de nye vanddybder. En sammenligning af de to opmålinger har vist, at de udlagte sten ligger stabilt.

Allerede under anlægsarbejderne og efterfølgende har lystbåde sejlet på det restaurerede stenrev, idet vanddybden nogle steder kun er ca. 1 m. For at forebygge påsejlinger, har der været gennemført informationskampagner for at informere om de nye sejladsforhold, ligesom en kombineret markerings- og dykkerbøje har været udlagt.

3.3 Overvågning

Området med stenrev har været undersøgt før stenudlægningen i 2008 og igen i 2012 for at finde ud af, hvad restaureringen har betydet for havets planter og dyr.

Man har bl.a. undersøgt antal arter af alger og den samlede mængde (biomasse) af alger. Der har også været talt bunddyr som f.eks. krebsdyr, muslinger og snegle. Stenrevets fisk har været undersøgt i forhold til arter, størrelse og antal individer. For en række arter har man desuden undersøgt, hvad fiskene har spist.

For at især fiskebestanden ikke skulle påvirkes, har der været et forbud mod fiskeri på og omkring det genoprettede stenrev under hele overvågningsprogrammet.

3.4 Formidling

Projektet har været formidlet via hjemmesiden www.blureef.dk, som indeholder information om projektet, dets organisation, udgivne rapporter, kortmateriale, fotos og video, kontaktoplysninger. Hjemmesiden er på både dansk og engelsk. Der er opsat informationskilte i udvalgte havne på Læsø og Frederikshavn samt på Læsø Færgen. Teksten er på dansk og med engelsk resumé.

Der har været gennemført 3 offentlige møder på Læsø for at informere om projektet og drøfte dets gennemførelse og den fremtidige drift. Projektet har vist, at selv om der er tale om et projekt ude på havet, så er det vigtigt at informere og inddrage den lokale befolkning.

Der er gennemført et internationalt symposium om "Marine Nature Restoration in Northern Europe", hvor omkring 65 videnskabsfolk, forvaltere, NGO'ere og andre har udvekslet erfaringer og drøftet den fremtidige rolle for marin naturgenopretning.

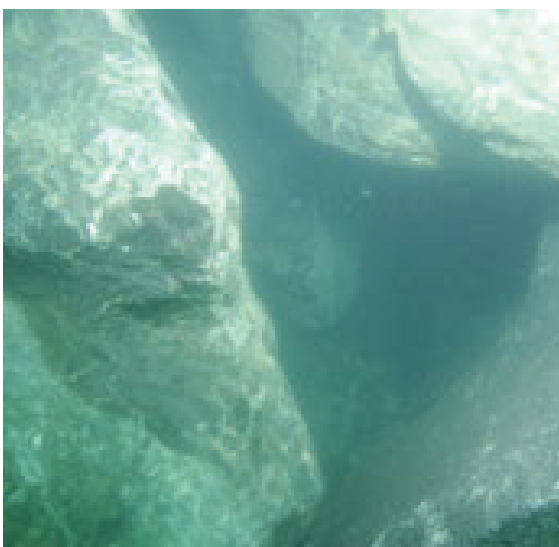
Der er produceret en dokumentarvideo på ca. 20 minutter, som beskriver hele projektets forløb med forundersøgelser, anlægsarbejder og koloniseringen af flora og fauna på det nye stenrev. Video er produceret både med dansk og engelsk indtaling. Den danske version kan downloades fra projektets hjemmeside, mens den engelske kan bestilles via Naturstyrelsen.

En planlagt "undervandssti" for dykkere blev opgivet, da området var mere udsat for vind og strøm end forventet. Det er i stedet udarbejdet en folder "Læsø Trindel -ny stenrevsnatur" for dykkere og andre interesserede. Folderen er på dansk og engelsk, og en printvenlig udgave kan hentes fra projektets hjemmeside.

Der har to gange været udlagt en dykkerbøj for at angive et velegnet sted for dykning, men begge gange har bøjen revet sig løs på grund af ispakning eller storm. Der vil i stedet blive udlagt en bøj via en aftale med Søfartsstyrelsen. Den nye dykkerbøj vil også skulle fungere som afmærkning af den lave del af det nye stenrev for at undgå at sejlere kolliderer med stenrevet.

Nøgne sten.
Bare boulders

Udlægning af sten.
The boulders are laid out



3. About the BlueReef project

The project comprised four main activities: 1) preliminary surveys and design; 2) laying out boulders; 3) monitoring; and 4) communication and information campaigns about the project and its outcomes.

3.1. Preliminary surveys and design

A number of preliminary surveys were conducted to ensure that the new reef could live up to the objective and would not have negative impacts on surrounding nature, local community, etc. Geological surveys of the seabed showed that the topmost part of the seabed consisted of a thick layer of sand and gravel (up to 4m) on top of a deeper-lying layer of clay. The seabed was therefore assessed to be able to carry the weight of the many heavy boulders.

Model calculations of sediment transport indicated that there would be no substantial changes to the transport and deposition of sediment in a distance of more than 300m from the new reef structure. This meant there would be no risk of damage to an adjacent bubbling reef. Nor would there be risk of increased shoaling of the navigation channel at Østerby harbour by Island of Læsø.

A reef design was prepared with cavernous boulder reefs, protruding piles of stones and boulders and stabilising cobble layers, in order to make for a varied structure and function. This design was based on knowledge about the carrying capacity of the seabed and sediment transport, and the structure was designed to withstand current and wave conditions during extreme weather.

An impact assessment revealed that the BlueReef project would not impact the designated Natura 2000 site negatively.

3.2 Laying out boulders

Reef sections were restored using natural rock. It was not possible to acquire adequate amounts of fieldstones and sea boulders from harbours and piers. Therefore, the reefs were restored using

quarrystone from the Krageø quarry in southern Norway.

Out of consideration for the safety of construction workers and for navigation safety, a working area was designated which was marked by buoys. Fishing and navigation were not allowed inside this area while construction was ongoing.

During the summer of 2008, a total of approx. 100,000 tonnes of boulders were laid out, carried by barge from Krageø to Læsø Trindel in eight shipments. The individual boulders weighed between 0.6 and 6 tonnes and were laid out using mechanical diggers onboard the barge. The location of the boulders was determined using GPS equipment and the quantity was estimated on the basis of the average weight of a grab bucket. Furthermore, subsequently it was necessary to relocate some of the individual boulders using an old stone extraction boat.

Stone reef were restored and stabilised within a total area of 5ha.

The depths at the restored stone reef were first measured at the beginning of 2009 and again in the summer of 2012. This was to ensure the stones had been laid out correctly, as well as to ensure the availability of up-to-date nautical charts. A comparison between the two instances of measurement have shown that the boulders are stable.

Both during and after the construction, there has been recreational sailing in the area, which in some places has a water depth of only 1m. In order to prevent collision, information campaigns were carried out to inform yachters about the new conditions for navigation in the area, just as a marker and dive buoys had been be set up.

3.3. Monitoring

The area with stone reef was surveyed before the construction works in 2008 and, again, in 2012, in order to discover the significance of restoration efforts for ocean plants and animals.

Amongst other things, surveys looked at the number of species of algae and the total biomass of algae. Benthic animals such as crustaceans, mussels, snails and slugs were also counted. The fish on the stone reef were also examined in terms of species, size and number of individual fish. Further for a number of species it was examined what they feed on.

In order to ensure that fish stocks, in particular, were not affected, fishing on and around the restored stone reef was banned throughout the monitoring programme.

3.4 Communication

The project was communicated via the website www.blureef.dk, which contains information about the project, its organisation, published reports, maps and charts, photos and video, and contact details. The website is available in both Danish and English. Signs with information about the project were set up at selected harbours on Læsø island and in Fredrikshavn, as well as on the Læsø ferry. The text on these signs is in both Danish and English. Three public meetings were carried out on Læsø island to provide the public with information about the project and discuss its completion and future management. The project has revealed the importance of informing and involving the local population, even for projects that take place at sea.

An international symposium was held on "Marine Nature Restoration in Northern Europe". Around 65 scientists, managers, NGOs, and others stakeholder participated and exchanged experience and debated the future role of marine nature restoration.

Furthermore, a video documentary of lasting approx. 20 minutes was produced, which describes the project from start to finish, including preliminary surveys, construction work, and colonisation of the new reef by flora and fauna. The video was produced with Danish as well as English speak. The Danish version can be downloaded from the project website and the English version can be ordered via the Danish Nature Agency.

Plans for a "subsurface trail" for divers were discarded, as the area turned out to be more exposed to wind and currents than expected. Instead, a leaflet was produced about the new stone reef habitat on Læsø Trindel aimed at divers and other stakeholders. This leaflet is available in both Danish and English in a print-friendly version from the project website.

On two occasions, a dive buoy was set up to indicate suitable diving locations, however the buoy detached itself from its anchorage on both occasions due to ice or stormy conditions. Consequently, a buoy will be set up in accordance with an agreement with the Danish Maritime Authority. The new dive buoy will also serve to buoy the shallow part of the new stone reef, so as to prevent yachters from colliding with the stone reef.



Artsbestemmelse af fladfisk.

Determining the species of flatfish.

4. Det nye stenrev

Der er med projektet restaureret stenrev inden for et område på ca. 5 ha. Der er etableret en række nye revstrukturer med bl.a. huledannende stenrev, ligesom det eksisterende stenrev er stabiliseret. Dette understøttes af de to opmålinger af vanddyber, som er foretaget i hhv. 2009 og 2012.

Overvågningsresultaterne viser, at der er sket en 6-8 dobling af biomassen og der er kommet flere flerårige arter af tang, fordi stenrevet er blevet mere stabilt.

Der er desuden sket en 4-6 dobling af antallet af individer, ikke mindst er antallet af krebsdyr steget. Antallet af torsk er også steget markant, specielt på de lavere dele af det nye stenrev. Derimod er antallet af hummer uændret. Hummer er dog en langsomt voksende art, som først bliver kønsmoden i en alder af 5-6 år. Der kan derfor ikke forventes en stigning inden for en så kort overvågningsperiode.

Koloniseringen af det nye rev er dog langt fra færdigt. Det må indenfor de kommende år forventes, at der dukker nye arter op og at især biomassen stiger yderligere i takt med at de flerårige tangarter vokser sig store.

Dykkerbøjen udlægges i havet.

The diver bouy is being put down.



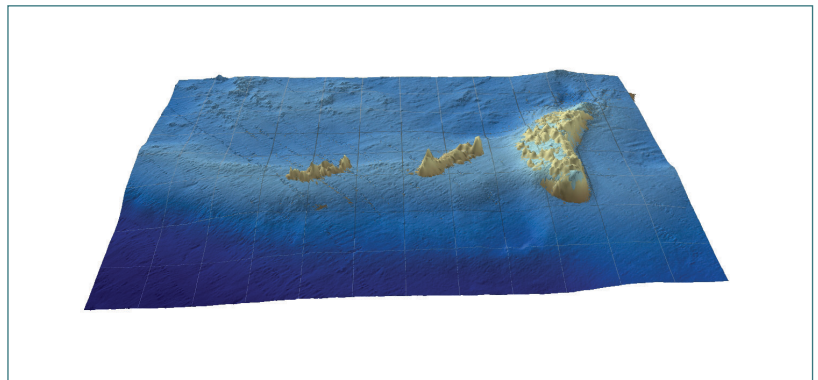
4. The new stone reef

As a result of the project stone reef within an area of approx. 5ha has been restored. A number of new reef structures have been established, including cavernous boulder reefs, and the existing stone reef has been stabilised. The two measurements of water depths in 2009 and 2012, respectively, document this.

Monitoring results show a 6-8-fold increase of the biomass, and the number of perennial seaweed species has increased because the reef is now more stable.

Furthermore, abundance of marine life has increased four to six-fold, not the least the number of crustaceans. The number of cod has also increased considerably, especially at the more shallow part of the new reef, whereas the number of lobsters is unchanged. However, lobster is a slow growing species that is mature only after five to six years. Therefore, the number of lobsters cannot be expected to increase over so brief a period of monitoring.

Colonisation of the new reef is however far from complete. In the years to come, new species are likely to occur and the biomass will increase further as the perennial seaweed species grow in size.



Det nye stenrev.
Dybdeforholdene på Læsø Trindel efter naturgenopretningen.

The new stone reef.
Depth conditions at Læsø Trindel after restoration.

5. Anbefalinger til genopretning af stenrev

Der var ved projektets start i 2006 kun kendskab til få projekter med marin naturgenopretning, herunder genopretning af stenrev.

Genopretning af naturtyper på havet adskiller sig på en række punkter fra naturgenopretning på land. Det gælder bl.a. i forhold til logistik/transport og synlighed samt inddragelse af interessenter og borgere.

Blue Reef-projektet har derfor i høj grad haft karakter af et pioner-projekt. Der er som led i projektet foretaget en sammenskrivning af praktiske erfaringer og anbefalinger for genopretning af stenrev ("Best practice"). Der er desuden et særligt afsnit om myndighedsbehandling og tilladelser i forhold til etablering af stenrev i danske farvande.

"Best-practice"-notatet er udarbejdet efter indhentning af bidrag fra partnere, drøftelser på offentlige møde på Læsø og høring af følgegruppe, ligesom udvalgte emner har været drøftet på en workshop i forbindelse med det internationale symposium. Det udarbejdede "best-practice" kan findes på projektets hjemmeside.

Det nye Stenrev .

The new stone reef



5. Best practice for restoration of stone reefs

When the project began in 2006, knowledge was available of only a few other marine nature restoration projects, including projects to restore stone reefs.

Projects to restore natural habitats at sea differ from nature restoration projects on land in a number of areas: for example, in relation to logistics/transport and visibility, as well as the involvement of stakeholders and the public.

The BlueReef project is therefore in many senses a pioneer project. A best practice document was prepared as part of the project which describes practical experience and recommendations for restoration of stone reefs. This document also contains a special section on processing by the authorities and the permits required when establishing stone reefs in Danish waters.

The best practice document was prepared after input from partners, discussions at public meetings on Læsø island, and consultation of an advisory group, just as selected themes were discussed during a workshop in the context of the international symposium. The best practice document can be downloaded from the project website.



Søstjerne på et tæppe af helt unge brunalger kaldet sukkertang
Rødnæb, en af revenes mest farvestrålende fisk.

Common starfish on a bed of young brown algae called sugar kelp.
Cuckoo wrasse, one of the most colorful reef fish.



6. Nøgletal om Blue Reef-projektet

Projektnummer:	LIFE06 NAT/DK/000159
Titel:	Rebuilding of Marine Cavernous Boulder Reefs in Kattegat
Ansøger:	Danish Nature Agency, Ministry of Environment
Partnere:	DCE, University of Aarhus, DTU Aqua, Technical University of Denmark
Varighed:	01/08/2006 – 01/04/2013
Budget:	35,7 mill. kr. EU's program LIFE har støttet med ca. 50 %
Hjemmeside:	www.blureef.dk

6. Key figures in the Blue Reef-project

Project number:	LIFE06 NAT/DK/000159
Title:	Rebuilding of Marine Cavernous Boulder Reefs in Kattegat
Beneficiary:	Danish Nature Agency, Ministry of Environment
Partners:	DCE, University of Aarhus DTU Aqua, Technical University of Denmark
Duration:	01/08/2006 - 01/04/2013
Budget:	4,8 mill. Euro. EU´s LIFE Programme has financed app. 50 %
Web site:	www.blureef.dk



Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.nst.dk