

Xbloc armor units

Development and application of concrete blocks as armor units

Xbloc-Elemente

Entwicklung und Einsatz innovativer Betonformsteine für den Wellenschutz

• Xbloc is an innovative single-layer concrete armor unit. Concrete armor units are used for the outer layer of breakwaters or shore protections, which is also called “armor layer”. This layer fulfils two distinct functions: Firstly, the layer absorbs wave energy and reduces wave overtopping, reflection and run-up. Secondly, it protects the finer materials in the inner layer from washing out. Conventional armor layers consist of rocks placed in two layers which are stable by their weight alone. However, under severe environmental circumstances, such as a breakwater located in deep water on an exposed ocean shore, the required rock size would get so big that it is virtually impossible to realize. For this reason, the Xbloc has been developed to respond to these more demanding conditions. This article outlines both the manufacturing process and several applications of this element.

During the previous centuries, breakwaters were constructed in more and more exposed locations. For locations where the use of rock armor (breakwater stones) was not possible, non-reinforced concrete armor units were developed and used as an outer layer element. The first concrete armor units were applied in a double layer just like the conventional rock armor layers, and stability was also mainly derived from the weight of the blocks. An example of such an armor unit is the concrete cube which was applied around the 1950s. Later on, other concrete armor-layer units were developed to obtain part of their hydraulic stability not only from their weight but also from

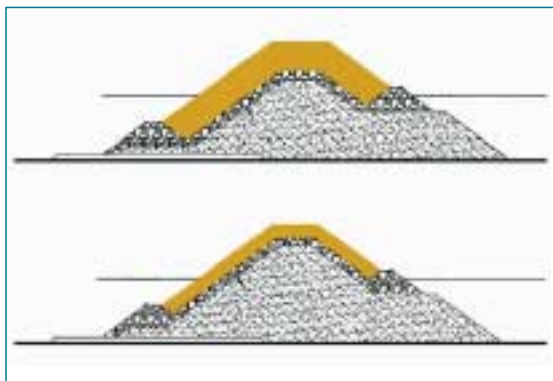


Fig. 1 Breakwater cross-sections: double layer (above) and single layer (below).

Abb. 1 Querschnitte von Wellenbrechern: zweischichtig (oben) und einschichtig (unten).

• Der Xbloc ist ein innovatives, einlagig einzubauendes Deckwerkselement aus Beton. Derartige Betonformsteine werden bei Küstenschutzbauwerken und Wellenbrechern in der äußeren Deckschicht eingesetzt und erfüllen zwei grundlegende Funktionen. Einerseits soll die Wellenenergie durch Dissipation in der Deckschicht absorbiert und damit die Wellenreflexion, der Wellenaufbau und der Wellenüberschlag minimiert werden. Zum anderen schützt die schwere Deckschicht die kleineren Kornfraktionen der Filterschicht und des Bauwerkskerns vor Auswaschungen. Konventionelle schwere Deckschichten bestehen aus in zwei Lagen eingebauten gebrochenen Natursteinen. Die Stabilität einer solchen Deckschicht wird dabei hauptsächlich durch das Gewicht sichergestellt. Unter erschwerten Umweltbedingungen (z. B. bei einem Wellenbrecher an einer exponierten Meeresküste) sind häufig Steine in einer Größe erforderlich, die zu unwirtschaftlichen Lösungen führen bzw. nicht verfügbar sind. Für Deckwerke, die starken Seegangsbelastungen ausgesetzt sind, wurde daher der Xbloc entwickelt, dessen Herstellung und Anwendungen in diesem Beitrag dargestellt werden.

Wellenbrecher wurden in den vergangenen Jahrhunderten an immer exponierteren Standorten errichtet. Für Orte, an denen der Einsatz von Natursteinen nicht möglich ist, wurden unbewehrte Betonformsteine entwickelt, die als Deckschichtelement eingesetzt werden. Die ersten Elemente aus Beton wurden, wie sonst bei Wasserbausteinen üblich, zweischichtig eingebaut, und deren Stabilität ergab sich ebenfalls vorwiegend aus dem Gewicht der Blöcke. Ein Beispiel für ein solches Deckschichtelement ist der einfache Betonquader, der in den 1950er-Jahren eingesetzt wurde. Nachfolgend wurden weitere Deckschichtelemente entwickelt, deren Standsicherheit nicht nur aus ihrem Gewicht, sondern auch aus dem Verbund der einzelnen Elemente untereinander resultierte. Hierzu gehörten unter anderem die sogenannten Tetrapoden (1950), die z. B. am Hafen von Helgoland eingesetzt werden – und die in Südafrika entwickelten Delosse (1963).

Ein weiterer wichtiger Schritt war die Einführung von einschichtigen Elementen in den 1980er-Jahren. Aufgrund der nur in einer Schicht eingebauten Betonelemente können bei der Decklage erhebliche Einsparungen erzielt werden (siehe Abb. 1). Jedoch kann sich die Verlegung dieser Elemente schwierig und zeitaufwändig gestalten, da die Standsicherheit in hohem Maße von der Genauigkeit des Einbaus abhängt. Der Xbloc ist die neueste Entwicklung im Bereich der einschichtigen Elemente.

Autoren



Charlotte van der Vorm obtained her Master Degree in Civil Engineering from the Delft Technical University in 1999. After several years working at the realization of Civil Projects for BAM, she became part of the Coastal Team of DMC in 2004. As a coastal engineer she obtained experience in port design, shore, bottom-protections, breakwaters and wave diffraction studies.

C.vander.Vorm-Hoek@dmc.nl



Pieter Bakker obtained his Master Degree in Civil Engineering from the Technical University Delft in 2001. Since then he has been working at Delta Marine Consultants as a coastal engineer on many offshore and coastal projects such as breakwaters, artificial reefs, dredging operations and offshore wind farms. He has been actively involved in the development of the Xbloc® armor unit and the application of the unit in many projects.

p.bakker@dmc.nl

interlocking between the individual elements. Examples of such units are the so-called Tetrapodes (1950), for example applied at the port of Helgoland and the Dolos, developed in South Africa (1963).

Another important development in armor units was the introduction of single-layer units in the 1980s. Due to the single layer of concrete elements, significant savings are achieved on the armor layer (see Fig. 1). However, due to the fact that the stability depends significantly on the placement accuracy, the placement of these elements can be a difficult and time-consuming process. The Xbloc is the latest development in single-layer armor units and combines the material savings of single-layer elements with the easy placement procedures of non-interlocking double-layer elements.

Development of Xbloc

Delta Marine Consultants (DMC) is a Dutch engineering consultancy with extensive experience in coastal engineering. During a breakwater project in the Seychelles in 2000, DMC acted in a client's representative capacity, supervising the production and placement of single-layer armor units. As the placement of the units was very difficult and slow, the idea arose to develop a new single-layer armor unit which was easier to place. After an R&D period of approximately three years, the Xbloc was introduced to the market. It is an efficient and robust unit whose symmetrical shape makes it easy to place and provides a high hydraulic stability. The volumes of the Xbloc vary from 0.75 m³ (1.3 m high) to 20 m³ (3.9 m high), resisting significant wave heights from 3 to 10 meters.

Between 2002 and 2004, the hydraulic stability of the unit was tested at several hydraulic laboratories around the world. The structural integrity was initially tested by finite-element calculations and by drop tests of full-size elements (Fig. 2). Due to the shape of the Xbloc, the packing density in the armor layer is reduced. For this reason, the required concrete volumes are approximately 5 to 15% lower compared to other single-layer armor units and up to 50% lower compared to double-layer units.

As the production of 1 m³ of concrete (based on CEM III/B) generates 110 kg of CO₂, CO₂ emissions can be decreased significantly using the Xbloc. An example comparison has been made for a breakwater of 800 m in length

Er verbindet die bei einschichtigen Elementen erzielten Materialeinsparungen mit dem unkomplizierten Einbau geringfügig miteinander verzahnter zweischichtiger Elemente.

Entwicklung des Xbloc

Delta Marine Consultants (DMC) ist ein beratendes Ingenieurbüro aus den Niederlanden mit umfangreicher Erfahrung im Küstenschutz und Wasserbau. Im Rahmen eines im Jahr 2000 auf den Seychellen realisierten Wellenbrecherprojektes fungierte DMC als Vertreter des Bauherrn und überwachte die Fertigung und den Einbau von einschichtigen Deckwerkelementen. Da sich der Einbau der Elemente sehr schwierig gestaltete und nur langsam voranschritt, entstand die Idee der Entwicklung eines neuen Betonformsteins, der einfacher zu positionieren sei. Nach einem Entwicklungszeitraum von etwa drei Jahren wurde der Xbloc im Markt eingeführt. Es handelt sich um ein effizientes und hochbelastbares Element, dessen symmetrische Form einen einfachen Einbau ermöglicht und eine hohe hydraulische Stabilität gewährleistet. Das Volumen der Xbloc Elemente reicht von 0,75 m³ (1,3 m hoch) bis 20,0 m³ (3,9 m hoch) – ausreichend, um Wellenhöhen von 3 bis 10 m standzuhalten.

Die hydraulische Funktion und Stabilität des Elements wurde von 2002 bis 2004 in zahlreichen Hydrauliklabors auf der ganzen Welt geprüft. Die strukturelle Integrität wurde zunächst durch Finite-Elemente-Berechnungen und anschließend durch Fallversuche originalgroßer Elemente nachgewiesen (Abb. 2). Aufgrund der speziellen Form des Xbloc reduziert sich die Packungsdichte in der Deckschicht. Daher sind die erforderlichen Betonvolumina um ca. 5 bis 15 % geringer als bei anderen einschichtigen Deckwerkelementen und liegen um bis zu 50 % niedriger verglichen mit zweilagig einzubauenden Elementen.

Da bei der Herstellung von 1 m³ Beton (bei Einsatz von CEM III/B) 110 kg CO₂ anfallen, können die CO₂-Emissionen bei Verwendung des Xbloc erheblich verringert werden. Die Einsparungen an CO₂ werden in einer Beispielrechnung für einen 800 m langen Wellenbrecher deutlich (Abb. 3). Für den Wellenbrecher wären bei zweischichtigem Einbau von Betonblöcken 137.600 m³ Beton erforderlich. Dieses Volumen läge bei Einsatz von Accro-

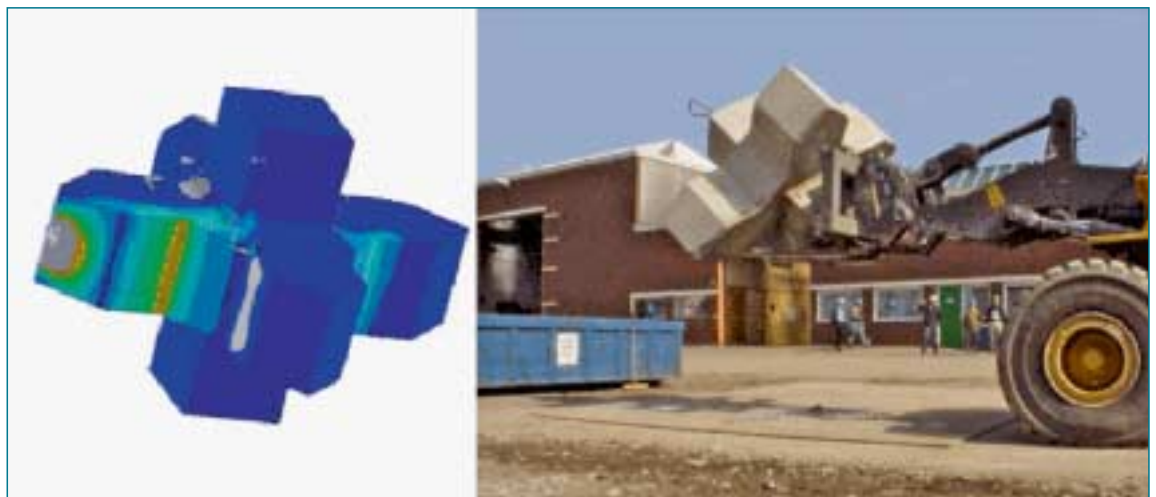


Fig. 2 Finite-element tests (left) and full-size unit drop tests (right).

Abb. 2 Finite-Elemente-Berechnungen (links) und Fallprüfungen im großtechnischen Maßstab (rechts).

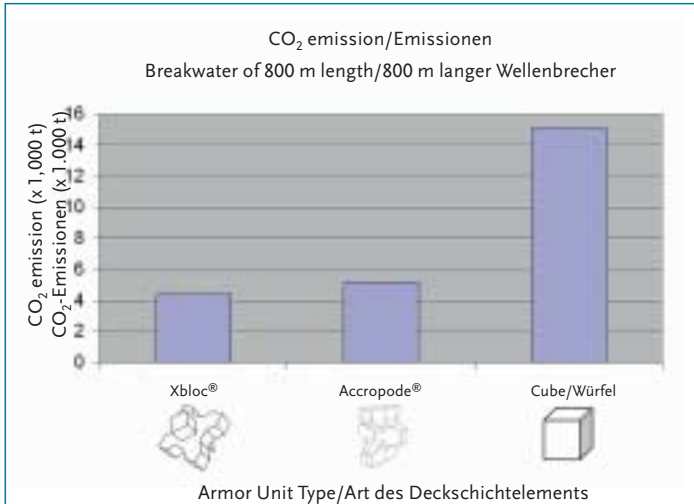


Fig. 3 CO₂ emission of concrete armor units using the example of an 800-m long breakwater.

Abb. 3 CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Beton-Deckschichtelementen am Beispiel eines 800 m langen Wellenbrechers.

(Fig. 3). This breakwater would require 137,600 m³ of concrete if a double layer of cubes is applied; 47,000 m³ if Accropodes® are chosen, and 39,900 m³ if Xblocs are placed. This results in a CO₂ emission reduction from 781 tons (compared to Accropodes®) to 11,000 tons (compared to cubes).

The simple, symmetrical form of the Xbloc soon gave rise to new developments such as the Xbase and the Eco Xbloc, making use of slight changes to the mold.

Xbase

The Xbase was developed during model tests of a breakwater at Swakopmund, Namibia. Depth-limited wave conditions and extreme wave patterns complicated a stable toe construction until the idea arose to take one of the noses off the Xbloc. The flat, star-shaped base of this element forms a stable first armor layer because of the low center of gravity and low drag coefficient of the Xbase. The Xbase units are easy to fabricate as the same molds are used to manufacture them. The only modification is a steel plate inserted in one of the two mold halves.

poden® bei 47.000 m³ und bei Verwendung des Xbloc bei lediglich 39.900 m³. Dies führt zu einer CO₂-Emissionsminderung von 781 t im Vergleich zu den Accropoden® und zu einer Minderung von 11.000 t im Vergleich zu den Betonblöcken.

Die einfache, symmetrische Form des Xbloc führte rasch zu weiteren Entwicklungen wie dem Xbase Element und des Eco Xbloc unter geringfügiger Veränderung der Schalungselemente, wodurch die Einsatzmöglichkeiten des Wellenbrechersteins ergänzt wurden.

Xbase

Das Xbase-Element wurde im Rahmen von Modellversuchen für einen Wellenbrecher in Swakopmund (Namibia) entwickelt. Die vorliegenden Seegangsverhältnisse erschwerten die Errichtung eines stabilen Böschungsfußes. Deshalb entstand die Idee, einen der beiden quadratischen Betonvorsprünge des Xbloc zu entfernen. Der so entstehende flache, sternförmige Fußbereich der Xbase Elemente bildet aufgrund des niedrig liegenden Schwerpunktes und des geringen Strömungswiderstandes eine stabile Fußlage für die darauf aufbauende Deckschicht.



Fig. 4 Xbase at Panama City.

Abb. 4 Xbase in Panama City.



Fig. 5 The Eco Xbloc mold and a freshly cast Eco Xbloc.

Abb. 5 Die Schalung für den Eco Xbloc und ein gerade hergestellter Eco Xbloc.



Fig. 6 Production site at Bar Beach (Nigeria).

Abb. 6 Produktionsanlage Bar Beach (Nigeria).

Eco Xbloc

Due to its high porosity and random structure, the Xbloc armor layer is a favorable habitat for marine organisms. To stimulate marine growth even more, the Eco Xbloc was developed when DMC got involved in a Dutch program called "De Rijke Dijk" ("Rich Dike"). This project was initiated by Deltares and the Dutch Ministry of Public Works. As part of this project, experiments are carried out at several locations along the Dutch coast to stimulate marine growth on hard coastal structures. For the IJmuiden breakwater at the entrance of the Port of Amsterdam, special attention is paid to the armor units as bird life has found a good habitat on the existing breakwater. Tests with various kinds of armor units, materials and textures are currently being performed to find out which rehabilitation solution achieves increased marine growth and adds even more environmental value to the breakwater. The texture of the Xbloc surface was changed by using NOEplast™ rubber mats inside the mold, which give a rough texture to the concrete surface. During three years, the marine growth on ten Eco Xblocs will be monitored, and eventually new plans for breakwater rehabilitation will be realized.

Production and concrete technology

Molds

Depending on the project size, breakwaters or shore protection works require a large number of armor units, varying from 1,000 to 100,000. Therefore steel molds are commonly used to produce them. Several mold systems have been designed in collaboration with BAM materiel.

The two most commonly used options are molds on wheels and molds on tracks. Molds on tracks were used, for example, at Bar Beach, Nigeria. Because of the lack of space in this project, an efficient production site was installed where two Xblocs (1.5 m³ each) were cast per day per mold. After striking the two mold halves, a portal crane lifted the mold halves over the freshly cast Xbloc, where they were reassembled and the following block was cast. During most other projects, the molds are filled directly from concrete mixers. For this purpose, an elevated roadway is constructed along which the molds are positioned. The truck mixer fills the units in several steps in order to enable sufficient compacting of the mix (Fig. 7).



Fig. 7 Filling of molds directly from the truck mixer.

Abb. 7 Befüllen der Schalungen direkt vom Fahrmischer.

Die Xbase-Elemente können auf einfache Weise hergestellt werden, da zu ihrer Fertigung dieselben Schalungen verwendet werden, es wird lediglich in eine der beiden Schalungshälften eine Stahlplatte eingesetzt.

Eco Xbloc

Aufgrund ihrer hohen Porosität und unregelmäßigen Struktur ist die Xbloc-Deckschicht ein bevorzugter Lebensraum von Meeresorganismen. Während sich DMC an dem niederländischen Programm „De Rijke Dijk“ („Reicher Deich“) beteiligte, wurde der Eco Xbloc mit dem Ziel entwickelt, die Stimulierung des Wachstums mariner Mikroorganismen weiter zu verbessern. Im Rahmen des Projektes, initiiert von Deltares (dem staatlichen niederländischen Grund- und Wasserbauinstitut) und dem für öffentliche Bauvorhaben zuständigen niederländischen Ministerium, werden an mehreren Standorten an der niederländischen Küste Untersuchungen zur Stimulation des Wachstums mariner Mikroorganismen auf Küstenschutzbauwerken durchgeführt. Beim Wellenbrecher von IJmuiden an der Amsterdamer Hafeneinfahrt gilt den Deckschichtelementen besondere Aufmerksamkeit, da sich auf dem vorhandenen Wellenbrecher wegen der günstigen Lebensbedingungen zahlreiche Vogelarten angesiedelt haben. Gegenwärtig werden Versuche mit verschiedenen Deckschichtelementen, Materialien und Strukturen durchgeführt, um eine geeignete Lösung für den geplanten Neubau des Wellenbrechers zu entwickeln,



Fig. 8 Extracting cores at Cinta Costera Panama and storage area.

Abb. 8 Küstenschutz Panama. Entnahme von Bohrkernen (links) und Baustofflager (rechts).

Concrete

The concrete used for the Xbloc is of the standard C25/30 grade. Due to the bulky shape of the unit, the tensile stresses in the block are low, and C25/30 provides a sufficiently high strength.

At the beginning of each project, temperature sensors are used to ensure that the concrete mix does not develop excessive heat and therefore a high degree of tension. The quality control process during Xbloc production is based on cores which are drilled from one out of each 100 blocks and tested for compressive and tensile strength. In addition, a density check is carried out after the production of each 100-block batch as the weight of the blocks is an important design aspect.

In order to prevent damage to the units, certain limits apply to striking the molds and lifting and placing the Xbloc. When striking the mold, the compressive strength should be 7 MPa; for lifting and storage, a compressive strength of 15 MPa is necessary while the placement of



Fig. 9 First completed Xbloc breakwater in Europe: Port Oriel Ireland.

Abb. 9 Erster fertig gestellter Xbloc-Wellenbrecher in Europa: Port Oriel in Irland.

die gleichzeitig zu einem verstärkten Wachstum mariner Mikroorganismen führt und so den ökologischen Wert des Wellenbrechers erhöht. Die Oberflächenstruktur des Xbloc wurde durch Einsatz von NOEplast™-Gummimatten in der Schalung verändert. Diese Matten verleihen der Betonoberfläche eine raue Struktur. Über einen Zeitraum von drei Jahren wird auf einem Eco Xbloc Testareal das Wachstum mariner Mikroorganismen beobachtet. Die nachfolgende Planung des Bauwerks soll unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse erfolgen.

Produktion und Betontechnologie

Schalungen

Je nach Größe des Projektes erfordern Wellenbrecher und Küstenschutzbauwerke eine große Zahl von Deckschichtelementen, die von 1.000 bis 100.000 reichen kann. Daher werden für ihre Produktion in der Regel Stahlschalungen eingesetzt. In Zusammenarbeit mit BAM materiel wurden mehrere Schalungssysteme entwickelt.

Die zwei am häufigsten eingesetzten Systeme sind rad- und schienengeführte Schalungen. Schienengeführte Schalungen wurden beispielsweise in Bar Beach in Nigeria eingesetzt. Aufgrund des bei diesem Projekt bestehenden Platzmangels wurde eine effiziente Produktionsanlage errichtet, auf der pro Tag und Schalung zwei Xblocs (jeder mit einem Volumen von 1,5 m³) gefertigt wurden. Nach dem Entfernen der beiden Schalungshälften wurden diese durch einen Portalkran über den gerade fertig gestellten Xbloc gehoben. In dieser Position wurden sie erneut zusammengesetzt, und der nächste Block wurde betoniert. Bei den meisten anderen Projekten werden die Schalungen direkt aus Fahrmischern befüllt. Zu diesem Zweck wird eine erhöhte Trasse angelegt; entlang derer die Schalungen angeordnet werden. Der Fahrmi-scher füllt die Formen in mehreren Schritten mit Beton, sodass eine ausreichende Verdichtung gewährleistet wird (Abb. 7).

Beton

Für den Xbloc wird Beton C25/30 verwendet. Aufgrund der massigen Form des Elements treten im Block nur geringe Zugspannungen auf, so dass die Festigkeit des C25/30 ausreichend ist.

Zu Beginn jedes Projekts werden Temperaturfühler eingesetzt. So wird sichergestellt, dass es nicht zu einer übermäßigen Erwärmung des Betongemenges und somit zu hohen Spannungen kommt. Die Qualitätskontrolle erfolgt bei der Xbloc-Produktion durch Bohrkern, die in der Regel jeweils einem von 100 gefertigten Blöcken entnommen und auf Druck- und Zugfestigkeit geprüft werden. Darüber hinaus wird nach Produktion von jeweils 100 Blöcken die Dichte geprüft, da neben der Verklammerung das spezifische Gewicht der Elemente wesentlich deren hydraulische Stabilität beeinflusst.

Um Beschädigungen der Elemente zu verhindern, gelten für das Ausschalen sowie das Anheben und den Einbau des Xbloc bestimmte Einschränkungen. Beim Ausschalen sollte die Druckfestigkeit 7 MPa betragen, für das Anheben sowie die Lagerung werden 15 MPa und für den Einbau 24 MPa vorausgesetzt. Im Materiallager für das Küstenschutzprojekt Cinta Costera in Panama City wurden Xblocs der Größe 0,75 m³ in drei Schichten gestapelt (Abb. 8). Während der Produktion und Lagerung werden die Xblocs üblicherweise mit einem Stapler oder Radlader transportiert.

the units requires 24 MPa. In the storage area of the Cinta Costera shore protection in Panama City, 0.75 m³ Xblocs were stored in three layers (Fig. 8). During production and storage, the Xblocs were usually handled by a forklift or a shovel.

Xbloc placement

The blocks are usually placed with a crawler crane or excavator. A sling is simply wound around the Xbloc, and the unit is placed with one of the star legs pointing downwards. The Xblocs are placed in pre-defined locations but their orientation can be varied randomly. This is the main reason why the placement of Xblocs is much quicker and easier than in the case of other single-layer units.

For the placement of Xbase units in the first row, an anchor can be installed in the nose of the units. This also simplifies placement and reduces placement time. The placement speed depends on the slope length, environmental circumstances and unit weight. The experience gained in Xbloc projects since 2004 shows that rates vary between eight units per hour for underwater placement with a crawler crane and 25 units per hour with an excavator.

Xbloc projects

Since the introduction of the Xbloc in September 2003, the unit has been applied on shore protections and breakwaters around the world. The first application was a small shore protection in 2004 on the island of Java, Indonesia, followed by breakwaters in Ireland and Georgia. In 2006, another shore protection was constructed in Lagos, Nigeria.

In February 2007, the first breakwater in Europe was completed, and the positive experience gained by both the consultant and the contractor led to another project on the West coast of Ireland, Caladh Mor, which is currently under construction. Since the end of 2007, DMC has been working on two Xbloc projects in Central America (Guatemala and Panama City). In Guatemala, a fishery harbor is being constructed on the Pacific Ocean; in Panama City, a new boulevard will be protected by an Xbloc structure extending over a length of 2.5 km. With the commencement of the latest project in the Gulf region, where units of 2.5 m³, 4 m³ and 5 m³ are being used, the total volume of Xbloc projects in the last nine months adds up to 60,000 m³.

Looking back on five years of Xbloc projects, it can be concluded that the unit is indeed a hydraulically stable element and furthermore bringing about significant concrete savings. The main conclusion from the positive responses of the contractors who were involved in Xbloc placement is that the unit is indeed what it was designed to be: robust and easy to place.

Ir. P. Bakker, Ir. C.V.A. van der Vorm-Hoek

Einbau des Xbloc

Der Einbau der Formsteine erfolgt in der Regel mit einem Raupenkran oder Bagger. Hierbei wird eine Lastschlinge um den Xbloc gelegt und dieser wird mit einem der sternförmigen Füße nach unten in die erforderliche Position gebracht. Die Xblocs werden in vorher festgelegten Positionen eingebaut, die Ausrichtung der Elemente kann jedoch beliebig erfolgen. Dies ist der Hauptgrund für den im Vergleich zu anderen einschichtigen Elementen wesentlich schnelleren und einfacheren Einbau der Xblocs.

Um den Einbau von Xbase-Elementen in der Fußlage zu beschleunigen, kann ein Anker in der verbleibenden Nase der Elemente angebracht werden. Die Einbauleistung hängt wesentlich von der Böschungslänge, von den Umweltbedingungen und vom Gewicht der Elemente ab. Die seit 2004 in Xbloc-Projekten gesammelten Erfahrungen belegen Einbauleistungen im Bereich von acht Elementen pro Stunde mit einem Raupenkran beim Unterwassereinbau und bis zu 25 Elementen pro Stunde bei Verwendung eines Baggers oberhalb des Wasserspiegels.

Xbloc-Projekte

Seit Einführung des Xbloc im September 2003 wurde das Element bereits weltweit für Wellenbrecher und Küstenschutzbauwerke eingesetzt. Der erste Einsatz von Xbloc-Elementen erfolgte in einem Küstenschutzbauwerk auf der Insel Java in Indonesien, gefolgt von Wellenbrechern in Irland und dem Schwarzmeerhafen Poti in Georgien. Im Jahr 2006 wurde ein weiteres Küstenschutzbauwerk in Lagos (Nigeria) errichtet.

Im Februar 2007 wurde der erste Xbloc-Wellenbrecher in Europa fertiggestellt. Die dabei von den beratenden Ingenieuren und dem ausführenden Bauunternehmen gesammelten positiven Erfahrungen führten zu einem weiteren, gegenwärtig im Bau befindlichen Projekt an der irischen Westküste (Caladh Mor). Seit Ende 2007 bearbeitet DMC zwei Xbloc-Projekte in Mittelamerika: in Guatemala und Panama City. An der Pazifikküste Guatemalas wird ein Fischereihafen errichtet, in Panama City wird ein neuer Boulevard auf 2,5 km Länge durch ein Deckwerk aus Xblocs geschützt. Mit dem Beginn des jüngsten Projekts in der Golfregion, bei dem Elemente in den Größen 2,5 m³, 4 m³ und 5 m³ verbaut werden, beläuft sich das Volumen der Xbloc-Projekte in den vergangenen neun Monaten nunmehr auf insgesamt 60.000 m³.

Die bei der Realisierung von Xbloc Wellenbrechern und Deckwerken gesammelten Erfahrungen der vergangenen fünf Jahre bestätigen die hydraulische Stabilität, Funktion und Wirtschaftlichkeit des neuen Betonformsteins. Aus der positiven Resonanz der am Einbau der Xbloc Elemente beteiligten Baufirmen ist abzuleiten, dass der Betonformstein die erwarteten positiven Eigenschaften voll erfüllt: Er ist unkompliziert einzubauen und robust im Einsatz.