



TOUT REPOSE SUR L'ACIER

Solutions acier pour parcs éoliens offshore

DILLINGER 

L'ÉNERGIE ÉOLIENNE OFFSHORE : UNE RES-SOURCE D'AVENIR

Balayée par des vents puissants et réguliers, la haute mer renferme un potentiel énergétique gigantesque et très prometteur. Aussi, de nombreux pays européens misent sur le développement de l'énergie éolienne offshore qu'ils considèrent comme le pilier majeur du tournant énergétique. Le succès de cette politique dépend en grande partie de la solidité et de la durabilité des fondations offshore, qui doivent faire face aux conditions extrêmes de la haute mer.

La tôle forte : la « matière première » des producteurs d'énergies renouvelables

En raison de sa haute résistance et de sa grande longévité, l'acier est le matériau privilégié des constructeurs de fondations d'éoliennes offshore. 100% recyclable, l'acier est, sans conteste, un matériau économique en ressources. Utilisé pour la production des énergies renouvelables, il présente ainsi un double intérêt dans une optique d'exploitation durable des matières premières.

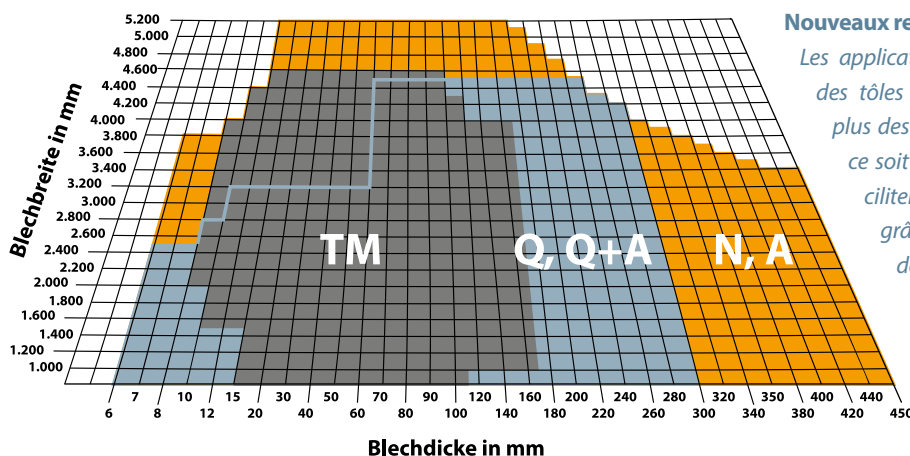
Dillinger : le partenaire fiabilité

Les installations éoliennes doivent reposer sur des fondations très solides pour garantir leur stabilité. De même, la fiabilité est de mise quant au choix des partenaires devant assurer le bon déroulement d'un projet de grande enver-

gure. S'appuyant sur un programme dimensionnel très large, Dillinger est le partenaire privilégié des constructeurs de parcs éoliens en quête de fiabilité et de sécurité. L'entreprise possède les capacités pour livrer d'importantes quantités d'acier dans les délais les plus courts. Cela est une des raisons pour lesquelles la plupart des parcs éoliens offshore construits jusqu'ici misent sur des tôles fabriquées par Dillinger, et ce, quel que soit le type de fondation.

Des tôles sur mesure d'un très haut niveau de qualité

Dillinger est spécialisé dans la réalisation de tôles de 6 à plus de 510 mm d'épaisseur, dans des largeurs jusqu'à 5 200 mm, des longueurs jusqu'à 28 m et d'un poids unitaire supérieur à 42 t. Outre une gamme dimensionnelle



Nouveaux records pour les tôles TM

Les applications offshore font principalement appel à des tôles laminées thermomécaniquement (TM). En plus des caractéristiques mécaniques optimales, que ce soit la résistance ou la résilience, les tôles TM facilitent considérablement les travaux de soudage grâce à un faible carbone équivalent (diminution de la température de préchauffage voire suppression du préchauffage, par exemple). Là encore, Dillinger bat de nouveaux records en proposant des tôles pouvant atteindre une épaisseur de 170 mm et un poids unitaire supérieur à 42 t.



inédite, les tôles fortes Dillinger doivent leur réputation avant tout à leurs valeurs « intrinsèques » ainsi qu'à leurs excellentes capacités de mise en œuvre. Elles se prêtent parfaitement à tous les travaux de soudage et répondent aux exigences les plus extrêmes en termes de résilience à basse température pour ne citer que quelques-unes des spécificités clients auxquelles les tôles Dillinger peuvent satisfaire.

Un service clients professionnel

Une collaboration étroite avec le client et les différents acteurs impliqués dans le projet permet de définir très en amont les conditions techniques et économiques essentielles pour la mise à disposition des capacités nécessaires pour la production des aciers et d'un soutien logistique maximal, deux éléments clefs indispensables au bon déroulement du projet. Réaliser des solutions acier haut de gamme en partenariat avec le client, telle est la philosophie de Dillinger.

Une sécurité totale

Répondre à des exigences élevées de qualité et de sécurité au service du client, telle est notre mission quotidienne. S'appuyant sur une longue expérience projets dans le secteur de l'industrie pétrolière et gazière, très sensible aux questions de sécurité, Dillinger démontre depuis des décennies sa capacité à satisfaire aux impératifs de sécurité les plus extrêmes.

Une fiabilité maximale

En s'appuyant sur une politique d'investissements forte, Dillinger s'est donné de nouveaux atouts pour affronter l'avenir. L'installation d'une nouvelle chanfreineuse ou de

nouvelles capacités d'oxycoupage, mais aussi et surtout la construction du projet de tous les superlatifs, à savoir la nouvelle installation de coulée continue verticale (CC6), n'en sont que quelques exemples. Grâce à ses deux laminoirs et à ses installations conçues pour la fabrication de tôles lourdes et épaisses, Dillinger dispose des capacités nécessaires pour livrer de grandes quantités de tôles dans les plus brefs délais. Dans ce contexte, le strict respect des délais et le meilleur soutien logistique possible pour le client sont nos deux priorités. La réalisation de nombreux projets d'envergure en est la meilleure preuve.

Le plus service : le chanfreinage des rives

Dillinger propose également un service personnalisé de chanfreinage mécanique. Ce service permet au client d'optimiser ses coûts de fabrication lors des opérations de soudage. Le chanfreinage mécanique des rives de tôles peut être réalisé aussi bien sur des tôles rectangulaires que sur des tôles de forme tronconique. Nous garantissons une extrême précision pour les types de chanfreins les plus divers, y compris pour des tôles jusqu'à 160 mm d'épaisseur, 5 000 mm de largeur et 30 m de longueur. Nos tolérances sont fixées à ± 1 mm en longueur et en largeur, à $\pm 0,5$ mm par rapport à la position du talon et à $\pm 0,5^\circ$ par rapport à l'angle du chanfrein. La structure sandwich des têtes de chanfreineuse et le changement automatique d'outils permettent de réaliser tous les profils souhaités avec une grande souplesse. Les tôles sont livrées avec un marquage individuel et un code barres.

TÔLES FORTES DE DILLINGER POUR LE PARC ÉOLIEN EN MER BORSSELE

Borssele est un parc éolien offshore basé dans la zone économique exclusive (ZEE) des Pays-Bas en mer du Nord. Celui-ci s'articule autour de quatre tranches (I, II, III et IV) d'une capacité d'environ 350 MW chacune et d'une cinquième tranche témoin de moindre capacité (20 MW) servant à mettre en lumière des innovations. L'ensemble du parc offre donc une capacité totale de 1 500 MW.

Borssele I et II - L'acier de Dillinger, pilier de la transition énergétique

Avec une capacité totale de 752 MW, les parcs Borssele I et II alimentent près d'un million de ménages néerlandais en électricité « verte ». Il est également prévu qu'ils contribuent à la décarbonisation des industries implantées en bordure de côte. Ainsi, un nouvel électrolyseur, qui sera utilisé pour la production d'hydrogène destiné à fabrication d'engrais à bilan carbone neutre, sera alimenté en électricité renouvelable. Mises en service en novembre dernier, les tranches Borssele I et II constituaient alors le plus grand parc éolien des Pays-Bas et le second par la taille à être exploité à l'échelle mondiale. Aménagée sur une surface de 128 km², l'installation compte 94 turbines de type SG 8.0-167 DD ainsi qu'un transformateur offshore. Les éoliennes d'une puissance de 8 MW, fournies par Siemens Gamesa, sont les premières de ce type à être mises en service pour un projet à vocation commerciale. Leurs dimensions sont impressionnantes, puisqu'elles culminent à une hauteur record de 200 m, leur rotor atteignant un diamètre de 167 m.

Elles sont posées sur les fonds marins à une profondeur de 14 à 38 m où elles sont portées par des monopiles d'un diamètre jusqu'à 8,3 m pour une longueur jusqu'à 76 m et un poids pouvant atteindre 1 188 t. Pour leur construction, Dillinger a livré près de 105 000 t de tôles fortes de 30 à 108 mm d'épaisseur. Dillinger a fourni en outre environ 3 700 t d'acier pour la construction du transformateur du parc éolien (Borssele Alpha).

Borssele III et IV - utilisation de tôles fortes Dillinger à laminage thermomécanique d'un poids record

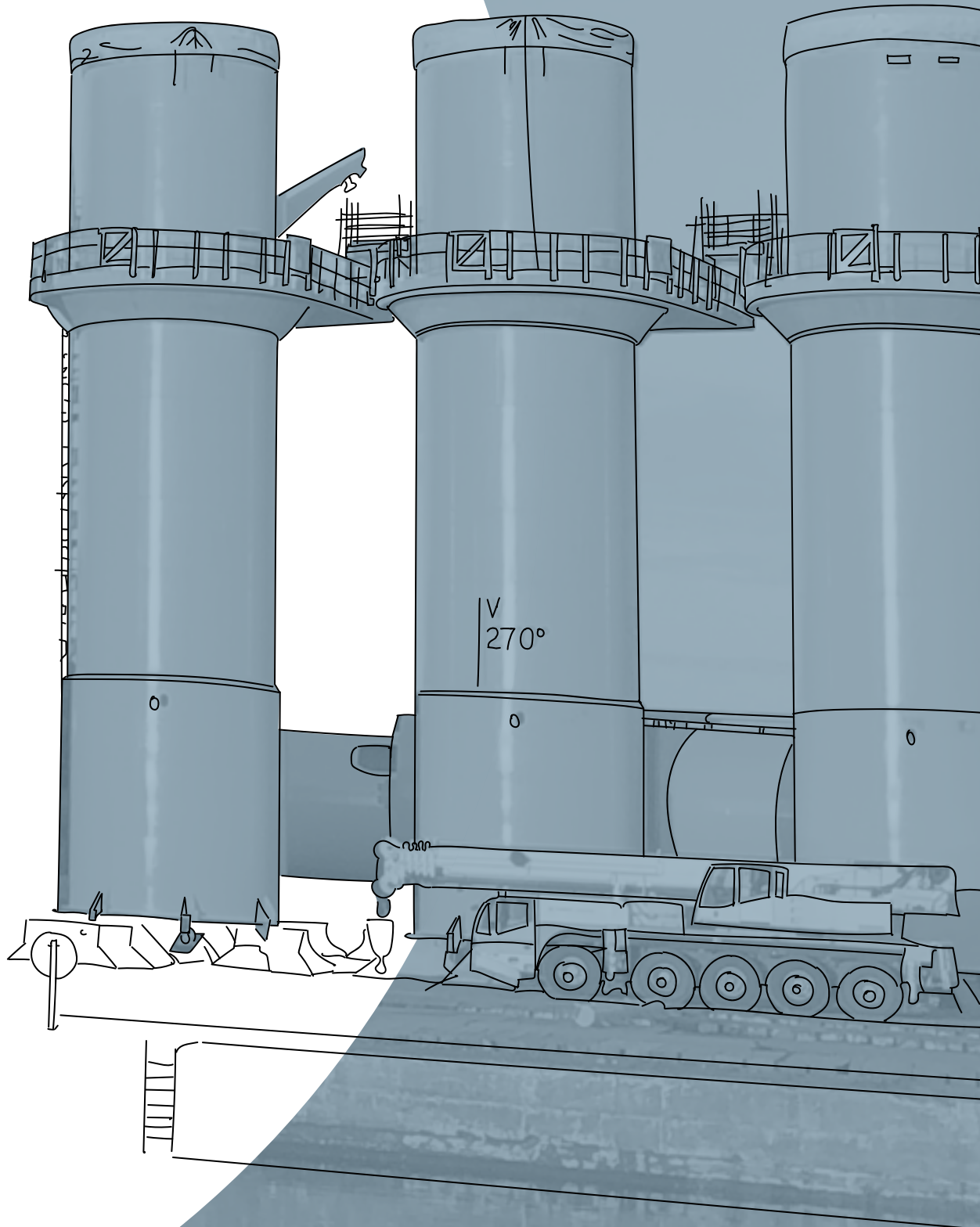
Grâce aux 77 éoliennes qui composent les tranches III et IV du parc, environ 825 000 ménages néerlandais peuvent être

alimentés chaque année en électricité « verte ». L'économie annuelle de CO₂ se chiffre à plus d'un million de tonnes. Les 77 éoliennes MHI Vestas V164-9,5-MW reposent elles aussi sur des monopiles. Pour cela, un nombre important de tôles fortes à laminage thermomécanique d'un poids individuel record de plus de 40 t ont été utilisées pour la fabrication des fondations, nécessitant une optimisation des techniques de soudage et de manutention. Chaque monopile affiche une longueur de 85 m et un poids de 1 280 t. Pour leur construction, Dillinger a fourni près de 70 000 t de tôles fortes.

Borssele V - l'acier Dillinger au service de l'innovation

Le parc éolien Borssele V est dédié à l'innovation, puisqu'il servira à la mise en œuvre de nouveautés techniques qui seront ensuite testées. Après sa mise en service, ce parc « expérimental » permet d'alimenter 25 000 ménages en électricité non polluante.

La question de la taille des turbines fut là encore un enjeu majeur, puisque, suite à l'utilisation d'éoliennes toujours plus performantes, tous les autres éléments ont dû être redimensionnés, ce qui ouvrait la voie à de nouvelles innovations et offrait des potentiels aux tôles fortes à laminage thermomécanique Dillinger les plus lourdes. Ainsi, Borssele V a fait appel à deux turbines MHI Vestas de 9,5 MW qui reposent sur des monopiles. D'un poids unitaire d'environ 42,7 t, les tôles fortes utilisées pour ces structures porteuses novatrices sont les plus lourdes jamais laminées selon un procédé thermomécanique chez Dillinger.



TÔLES FORTES DE DILLINGER POUR LE PARC ÉOLIEN EN MER BALTIC 2

Dillinger soutient la production d'une énergie respectueuse de l'environnement

Le parc éolien offshore récemment mis en service en Mer Baltique injecte jusqu'à 288 MW dans le réseau électrique allemand alimentant ainsi en courant écologique 340 000 foyers allemands, tout en réduisant les émissions de CO₂ de plus de 900 000 de tonnes par an.

Avec ses 80 éoliennes Siemens SWT-3,6-120 érigées au-dessus des vagues, le parc couvre une surface de 27 km², ce qui en fait le parc éolien allemand le plus important en mer Baltique. Ses mâts culminent à 138 m, soit la hauteur de la pyramide de Khéops à Gizeh. Du fait de son envergure et de son implantation dans la zone économique exclusive (ZEE) allemande, à 32 km au nord de l'île de Rügen, avec une profondeur d'eau variant à cet endroit entre 23 et 44 m et des conditions de sol difficiles, les concepteurs du parc ont été confrontés à un nouveau défi. Finalement, ils ont eu recours à deux structures de fondations différentes : des monopiles jusqu'à une profondeur de 35 m, des jackets au-delà.

Les fondations monopiles et jackets ont été réalisées à partir de tôles de Dillinger, qui a fourni 37 700 t de tôles laminées thermomécaniquement (S355ML, S420ML, S355G10+M) dans des épaisseurs de 20 à 85 mm.



© EnBW AG

TÔLES FORTES DE DILLINGER POUR LE PARC ÉOLIEN OFFSHORE JAPONAIS AKITA NOSHIRO

L'acier de Dillinger fait le tour du monde

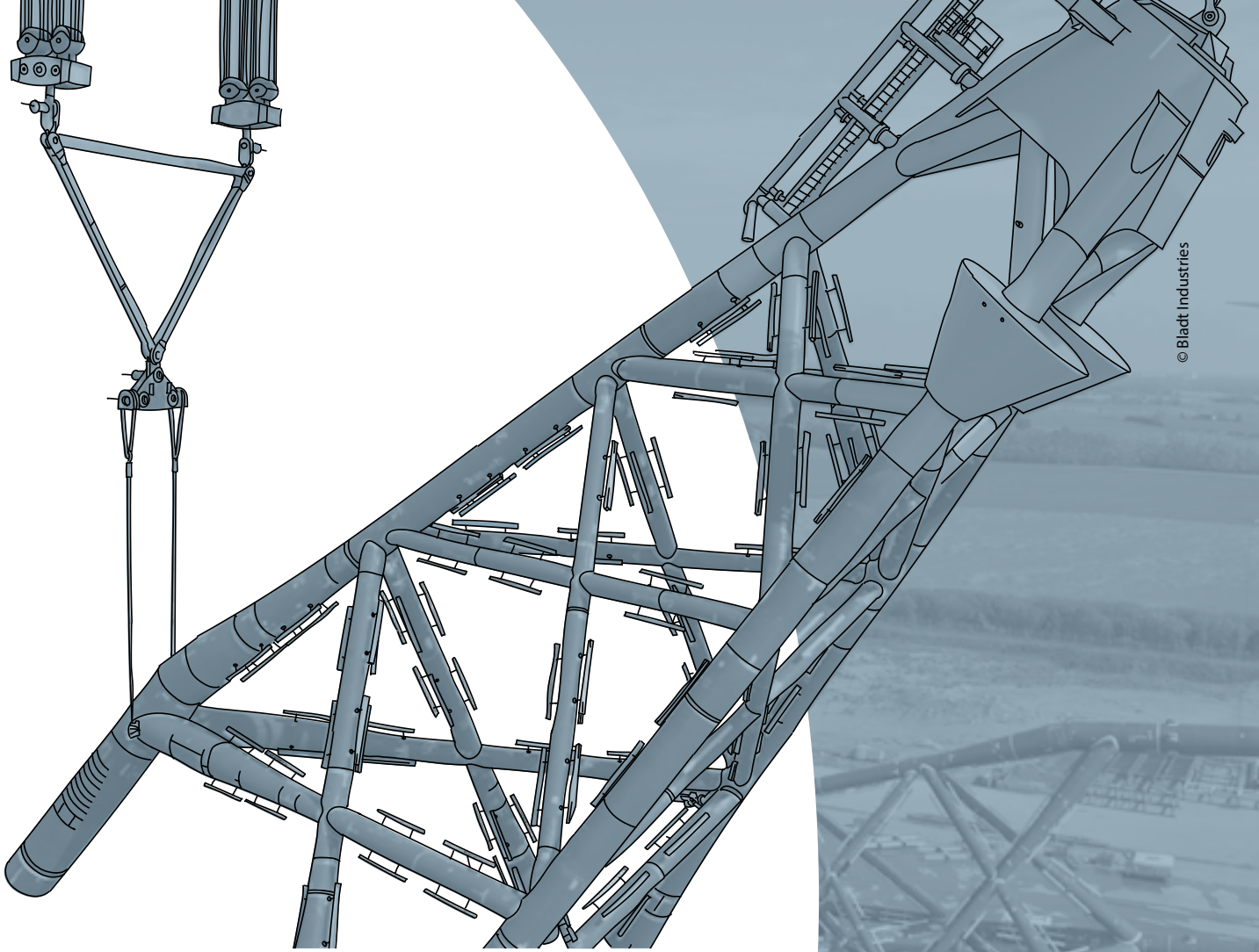
Le parc éolien offshore Akita Noshiro comprend les parcs éoliens offshore Akita et Noshiro, d'une capacité totale de 139 MW (55 MW pour Akita et 84 MW pour Noshiro). Ceux-ci ont été construits dans la zone côtière de la préfecture d'Akita. La zone de projet totale des deux parcs éoliens s'étend sur 730 ha. Les parcs éoliens peuvent fournir de l'électricité à 48 950 (Aktita) et 75 308 (Noshiro) foyers par an.

Lors de sa mise en service en avril 2022, Akita Noshiro est devenu le tout premier grand parc éolien offshore jamais construit au Japon. Le pays ne disposait jusqu'à présent que de quatre champs pilotes d'une puissance de 20 MW.

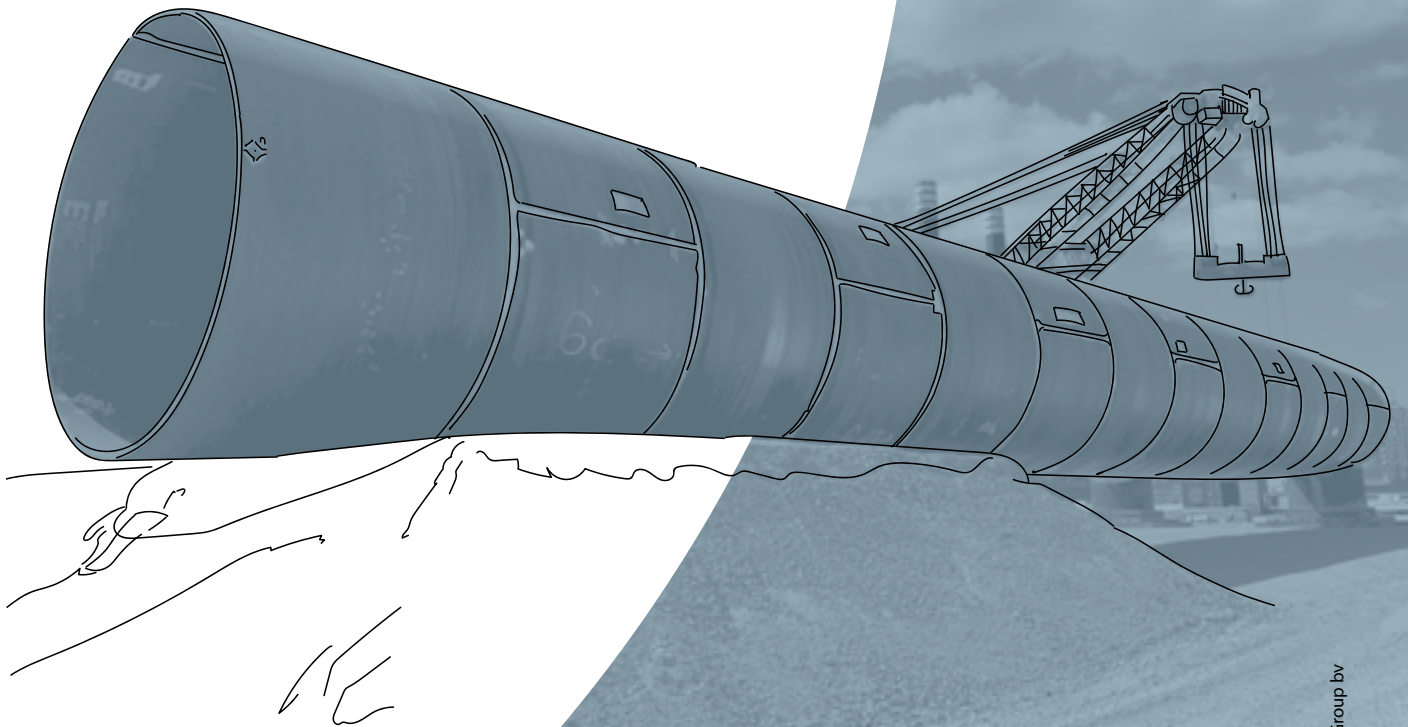
A des profondeurs d'eau de 10 à 30 m, les deux parcs éoliens ont été construits avec des turbines V117-4.2MW (variante Typhon) de MHI Vestas (13 pour Akita, 20 pour

Noshiro), fondées sur des fondations monopiles. La turbine V117-4.2MW est conçue pour des vitesses de vent moyennes à élevées et peut résister à des conditions de vent extrêmes. Elle a été spécialement conçue pour les conditions météorologiques japonaises.

Les 33 monopiles et pièces de transition représentent au total plus de 25 000 tonnes d'acier. Un monopile pèse jusqu'à 883 t, mesure plus de 78 m de long et a un diamètre de 4,7 à 6 m. Pour ces monopiles, Dillinger a fourni environ 26 300 t de tôles fortes d'une épaisseur de 50 à 100 mm.



© Bladt Industries



© Sif Group bv

TÔLES FORTES DE DILLINGER POUR LE PARC ÉOLIEN EN MER HORNSEA ONE

La plus grande ferme d'éoliennes offshore au monde repose sur l'acier de Dillinger

Avec 1,2 GW, le parc éolien offshore britannique Hornsea One est le premier parc éolien offshore d'une capacité supérieure à 1 GW. Le site est situé à environ 120 km au large des côtes du Yorkshire, dans la mer du Nord, plus éloigné des côtes que tout autre parc éolien achevé à ce jour. Le parc couvre une superficie de 407 km², soit presque 4 fois la superficie de Paris. La puissance générée par le parc permet d'alimenter plus d'un million de foyers britanniques en électricité verte.

L'acier de Dillinger atteint des sommets

Les 174 éoliennes de 7 mégawatts culminent à près de 190 m de hauteur, avec un diamètre de rotor de 154 m, de sorte que les pales de 75 m de long offrent, lors de leur rotation, une surface balayée plus grande que la roue d'observation du London Eye. Elles reposent sur des fondations monopiles d'un diamètre pouvant atteindre 8,1 m et d'un poids d'environ 900 t chacune, à des profondeurs de 30 à 40 m. Ces fondations ont été construites à partir de tôles de Dillinger, qui a fourni environ 99 000 t de tôles

fortes laminées thermomécaniquement dans des épaisseurs allant de 30 à 90 mm.



© Ørsted

TÔLES FORTES DE DILLINGER POUR LE PARC ÉOLIEN EN MER BELGE NORTHWESTER 2

L'électricité propre belge mise sur l'acier de Dillinger

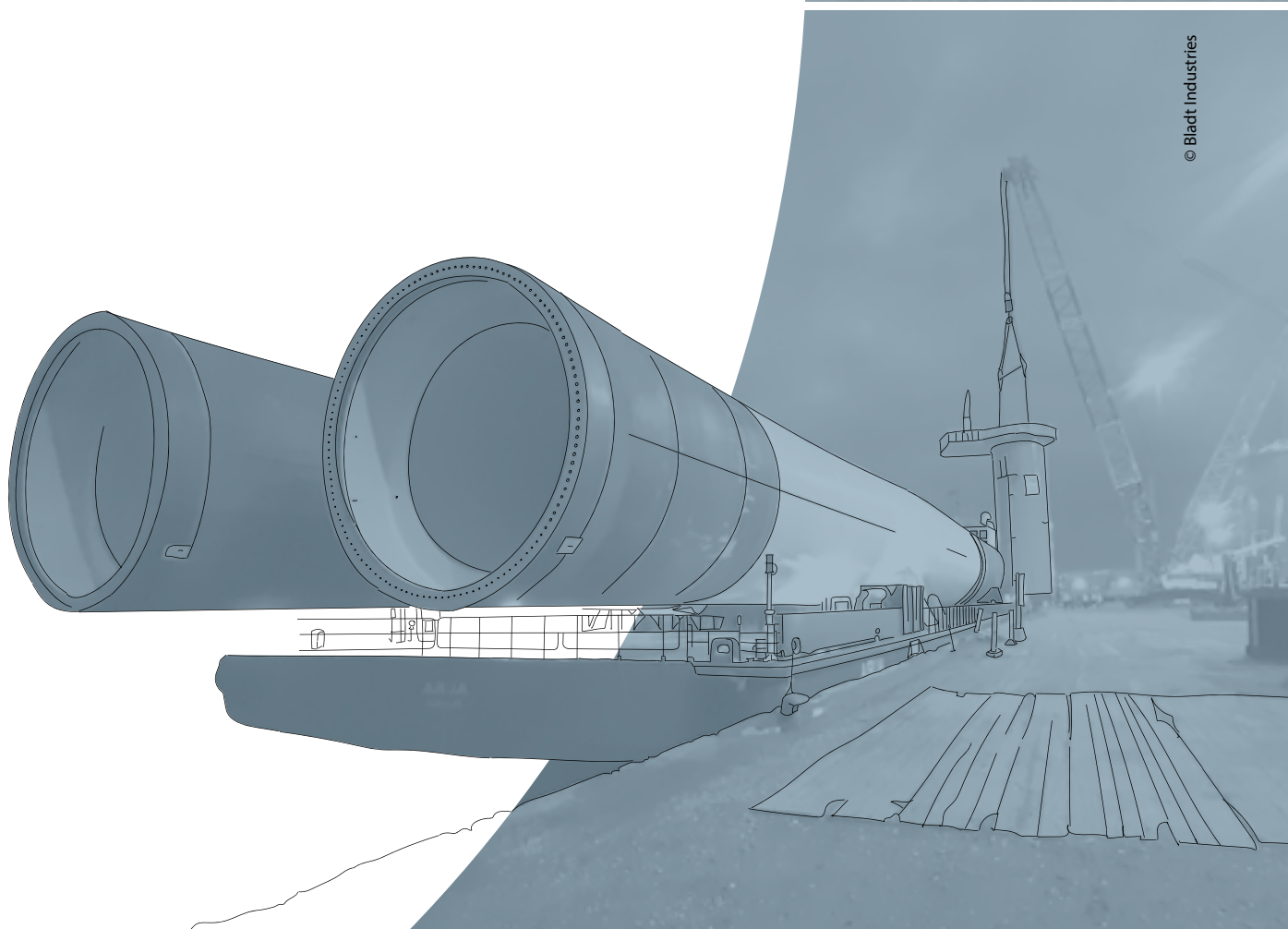
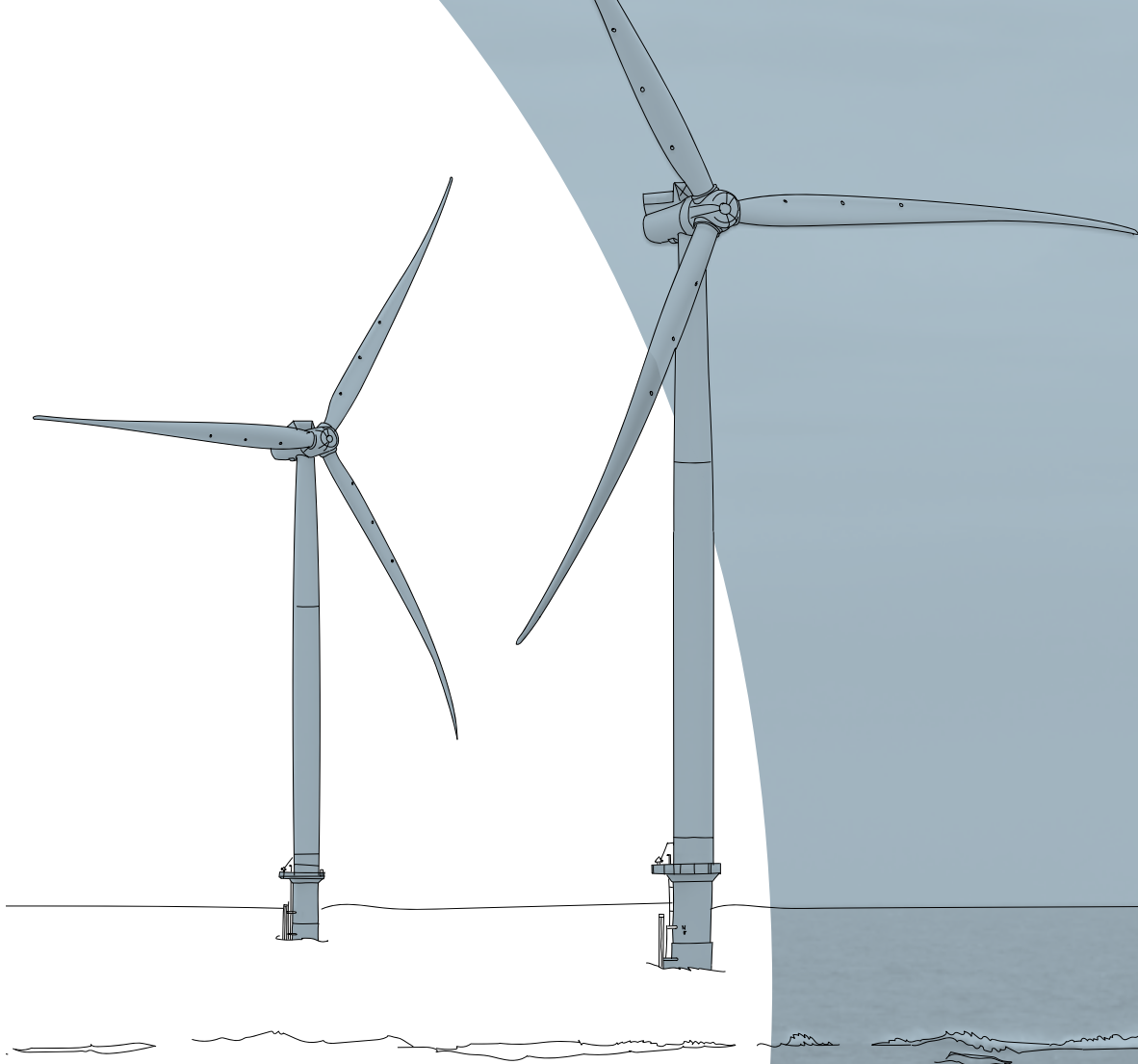
Le parc éolien Northwester 2 d'une superficie de 12 km², est situé en Mer du Nord belge, à environ 50 km au large d'Ostende. Il s'agit du premier parc éolien offshore à être équipé de l'éolienne la plus puissante au monde, la turbine V164 de 9,5 MW fabriquée par MHI Vestas. Comportant 23 éoliennes, la capacité de production totale du parc atteint donc 219 MW, pouvant répondre ainsi aux besoins en électricité propre de 220 000 foyers en Belgique, soit 9 500 foyers par turbine ! Il apporte une contribution significative à la politique climatique et énergétique européenne, en permettant d'économiser environ 500 000 t d'émissions de carbone par an, soit l'équivalent de 170 000 voitures.

Des éoliennes qui battent tous les records

Les éoliennes du parc sont non seulement les plus puissantes au monde mais également les plus hautes. Et avec leur 190 m, elles deviennent le plus haut édifice de Belgique ! Chaque éolienne à entraînement direct comprend

un rotor à trois pales de 164 m de diamètre atteignant une surface balayée de 21 124 m². Une pale mesure 80 m de long et pèse 35 t, tandis que la nacelle a une longueur de 20 m, une hauteur de 8 m et une largeur de 8 m.

A des profondeurs de 25 à 40 m, elles reposent sur des fondations monopiles de 8 m de diamètre, de 82 m de longueur et d'un poids d'environ 900 t chacune. La pièce de transition qui est montée sur la monopile a un diamètre de 6,8 m et une longueur de 20 m pour un poids de 210 t. Ces fondations ont été construites à partir de tôles de Dillinger, qui a fourni environ 25 400 t de tôles fortes dans des épaisseurs allant jusqu'à 100 mm.



TÔLES FORTES DE DILLINGER POUR LE PARC ÉOLIEN EN MER MERKUR

L'acier de Dillinger au cœur de la transition énergétique allemande

Implanté en mer du Nord, dans la zone économique exclusive allemande (ZEE) à environ 45 km au nord de l'île de Borkum, au large des côtes néerlandaises et allemandes, sur une superficie de 47 km², le parc Merkur représente une étape majeure dans le tournant énergétique de l'Allemagne.

Avec ses 66 éoliennes d'une capacité totale de 396 MW, le parc est capable de générer 1 750 GWh par an, soit une quantité d'énergie propre suffisante pour alimenter près d'un demi-million de foyers allemands et éviter les rejets dans l'atmosphère d'environ 566 000 t de CO₂.

Ces éoliennes impressionnent non seulement par leurs turbines à la technologie innovante (GE Haliade 150-6MW à entraînement direct) mais aussi par la taille des mâts et des fondations, sur lesquelles elles culminent à plus de 100 m de la surface de la mer. Ainsi, elles sont équipées d'un des plus grands rotors de l'industrie éolienne, d'un diamètre de 150 m (pales de 73,50 m), balayant une surface équivalente à trois terrains de football. Les mâts de 400 t chacun

sont deux fois plus hauts que la Statue de la Liberté. Elles sont installées sur des fondations monopiles affichant des diamètres allant jusqu'à 8 m, des longueurs allant jusqu'à 73 m et des poids d'environ 970 t unitaires, par des profondeurs d'eau de 27 à 33 m.

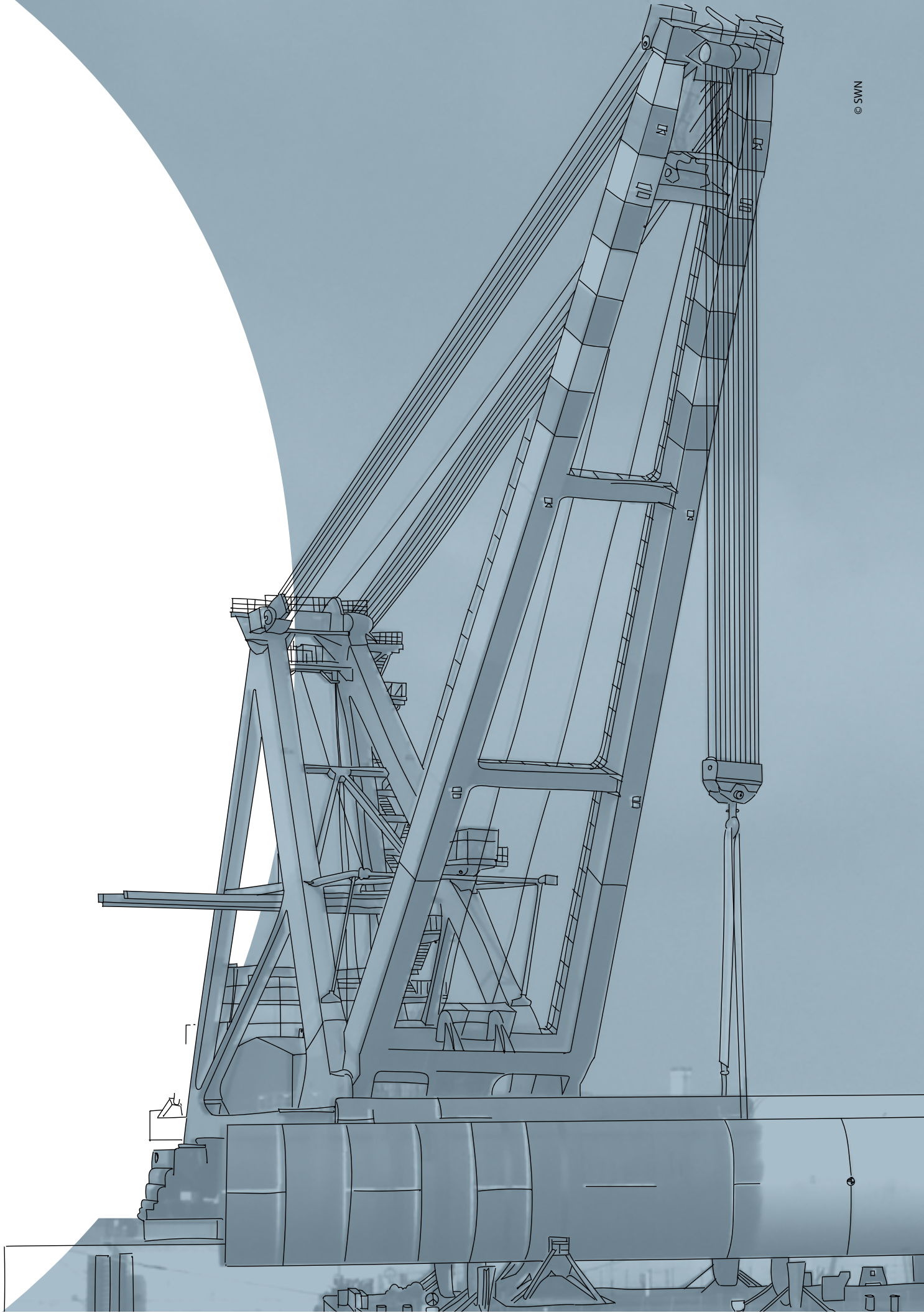
Elles ont été construites à partir de tôles de Dillinger, qui a fourni 67 310 t d'acier dans des épaisseurs allant de 33 à 80 mm. On retrouve également 10 000 t d'acier Dillinger dans les mâts.

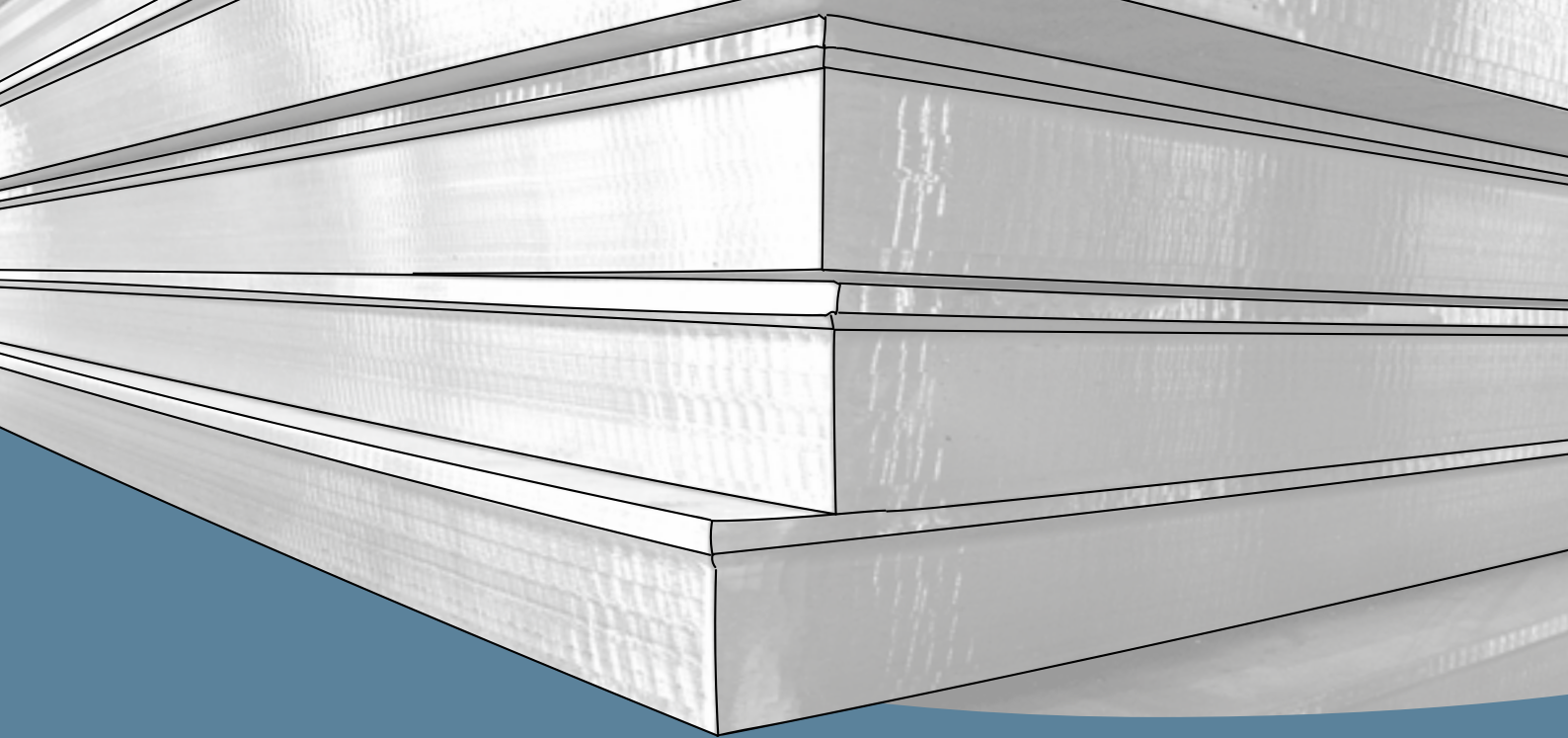
Sous-station électrique : L'acier de Dillinger sert de relai

Les tôles fortes de Dillinger ont également été utilisées pour la construction de la sous-station électrique du parc (2 655 t de tôles laminées thermomécaniquement dans des épaisseurs de 16 à 90 mm). Installée sur une fondation de type jacket (2 600 t) à une profondeur de 25 m, cette sous-station électrique de 4 200 t collecte l'énergie produite par les 66 éoliennes du parc, modifie la tension pour la passer à un niveau plus élevé (de 33 kV à 155 kV) et l'achemine jusqu'à une plate-forme de conversion. Le courant continu obtenu est ensuite transporté, via un câble sous-marin jusqu'à sa destination finale.



© SWN





Pour tout conseil personnalisé d'ordre technique ou commercial, n'hésitez pas à contacter nos interlocuteurs.

Aktien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke

Werkstraße 1 · D-66763 Dillingen/Saar · Allemagne
Téléphone +49 6831 47-0 · Téléfax +49 6831 47-2212
E-Mail info@dillinger.biz · www.dillinger.de