(19) Octrooicentrum Nederland

(11) 2036024

(12) B1 OCTROOI

(21) Aanvraagnummer: **2036024**

(22) Aanvraag ingediend: **13 oktober 2023**

(62)

(51) Int. Cl.:
B66C 23/53 (2024.01) **B66C 23/76** (2024.01) **E02D 13/04** (2024.01) **E02D 27/42** (2024.01) **E02D 27/52** (2024.01) **E02D 35/00** (2024.01)

(30) Voorrang:
-

(41) Aanvraag ingeschreven:
30 april 2025

(43) Aanvraag gepubliceerd:
-

(47) Octrooi verleend:
30 april 2025

(45) Octrooischrift uitgegeven:
2 mei 2025

(73) Octrooihouder(s):
Itrec B.V. te SCHIEDAM

(72) Uitvinder(s):
Hendrikus Jacobus Weterings te SCHIEDAM

(74) Gemachtigde:
ir. J.C. Volmer c.s. te Rijswijk

(54) **OFFSHORE PILE DRIVING**

(57) Method for performing an offshore pile driving operation, wherein use is made of a vessel comprising a hull and a crane, as well as a counter ballast device comprising a mobile counter ballast member. Use is made of a pile hammer device suspended from the load connector and configured and operated for driving the pile into the seabed. The counter ballast device is configured and operated such that - upon detection of a pile run event - the mobile counter ballast member is made to move so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the weight of the pile hammer device becoming suddenly suspended from the crane.

NL B1 2036024

Dit octrooi is verleend ongeacht het bijgevoegde resultaat van het onderzoek naar de stand van de techniek en schriftelijke opinie. Het octrooischrift komt overeen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

P36489NL00

OFFSHORE PILE DRIVING

A first aspect of the present invention relates to performing an offshore pile driving operation, wherein a pile is driven into the seabed, e.g. a large diameter pile having an outer diameter of at least 5 meter, e.g. a monopile configured to support an offshore wind turbine thereon, wherein use is made of a vessel comprising:

- a hull,
- a crane comprising a hoisting assembly comprising a hoisting winch and a hoisting winch driven cable from which a load connector is suspended,

and wherein use is made of a pile hammer device suspended from the load connector and configured and operated for driving the pile into the seabed.

When driving a pile into the seabed a sudden free fall of the pile may occur, which phenomenon is known as pile run, pile drop fall, or pile free fall. The occurrence of a pile run event typically arises when the bearing capacity of the soil is insufficient to counteract the combined weight of the pile, the hammer device, and inertia generated by the hammer. Once the pile starts to drop, gravity accelerates its descent. Whilst this occurs only rarely, the phenomenon is a concern. The advent of large diameter piles, in particular of monopiles configured to support an offshore wind turbine thereon, is cause for increased concern. A large (mono-)pile has a lot of inertia when set in motion, making it more challenging to halt the self-penetration process once initiated.

An effect caused by pile run is a snap load on the hoisting cable and the crane, as the pile hammer device suddenly becomes fully suspended from the crane instead of resting on the pile. As the hammer of large piles generally requires a large hammering device, also this snap load becomes more prominent.

In order to deal with the snap load, it is known to provide a shock absorber assembly between the pile hammer device and the load connector, e.g. the crane hook of the crane. Commercial shock absorber products are offered by the Cranemaster company.

The first aspect of the present invention aims to provide an enhanced response to a pile run event.

According to the first aspect of the invention a method for performing an offshore pile driving operation is provided, wherein a pile is driven into the seabed, e.g. a large diameter pile having an outer diameter of at least 5 meter, e.g. a monopile configured to support an offshore wind turbine thereon,

wherein use is made of a vessel comprising:

- a hull,

- a crane comprising a hoisting assembly comprising a hoisting winch and a hoisting winch driven cable from which a load connector is suspended,

- a counter ballast device comprising a mobile counter ballast member,

and wherein use is made of a pile hammer device suspended from the load connector and configured and operated for driving the pile into the seabed,

wherein the counter ballast device is configured and operated such that – upon detection of a pile run event – the mobile counter ballast member is made to move so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the weight of the pile hammer device becoming suddenly suspended from the crane.

The first aspect of the invention that hammer of, in particular, large diameter piles, such as monopiles, requires a very heavy pile hammer device. For example, a hammer device may weigh several hundreds of tonnes, e.g. more than 400 tonnes, e.g. more than 1000 tonnes. This weigh not only induces a snap load, but also induces a sudden heel of the vessel as the hammer device suddenly becomes suspended from the crane instead of resting on the pile. The heel of the vessel is not only governed by the static load considerations, but also by the inertia of the vessel once set in motion by the pile run event.

The first aspect of the invention avoid the induced heel from becoming excessive, by countering the heel through making the mobile counter ballast member move so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the weight of the pile hammer device becoming suddenly suspended from the crane. The pile run event may thus still cause heel, yet avoids excessive heel.

As known in the art, the installation of large diameters piles, such as monopiles, commonly involves the use of a pile gripper which mounted to the hull of the vessel and configured to maintain the pile in vertical orientation during a pile driving operation. Examples of pile grippers are disclosed in WO201912572, WO2018117846, WO2022129246, WO2023072635, WO2023285199. Generally, the pile gripper is a large and fairly complex device designed to keep the pile horizontal during installation into the seabed. Excessive heel of the hull of the vessel triggered by a pile run event, would place undue loads on the pile gripper, such as excessive bending loads to which the pile gripper is normally not subjected. Therefore excessive heel could damage the pile gripper. The first aspect of the invention allows to avoid excessive heel and thus avoid (significant) damage to the pile grippe.

It will be appreciated that the mobile counter ballast member is to be brought into motion rapidly upon detection of a pile run event. In this respect, it is advantageous that use is made of a pile run detector which is configured and operated to detect the occurrence of a pile run event during the pile driving operation. This is considered more reliable and effective than a human being used to detect pile run. For example, a pile run detector monitors the vertical pile motion and/or displacement and is configured to detect whether the vertical pile motion becomes excessive and/or is unduly accelerating. Preferably, the pile run detector is linked to a controller of a drive of the counter ballast device so as to automatically trigger the motion of the mobile counter ballast member.

The weight of the mobile counter ballast member may be more than 100 tonnes, e.g. more than 400 tonnes, e.g. more than 1000 tonnes, e.g. depending on the weight of the hammer device.

The motion of the mobile counter ballast member could be caused by gravity. For example, the ballast member is suspended via a cable from an offset point and – upon occurrence of the pile run event – released so that the ballast member swings away.

In a preferred embodiment, the counter ballast device comprises a drive associated with the mobile counter ballast member, which drive is operated to move the mobile counter ballast member upon detection of a pile run event. The drive may comprise one or more winches, hydraulic cylinder(s), linear motor(s), etc.

In an embodiment, the vessel is provided with a pile gripper mounted to the hull.

For example, the pile gripper comprises:

- a pile holder with a base structure, a first jaw and a second jaw, the first jaw and the second jaw each extending between an inner end and an outer end, wherein the first and the second yaw are pivotable connected at the inner end thereof to a respective pivot part of the base structure to pivot about a yaw pivot axis between a closed position, in which the pile holder defines a pile passage for the pile held in the pile holder, and an open position, to allow the pile to be received in, or to be removed from, the pile holder in a lateral direction

- a plurality of pile engaging devices, wherein the base structure, the first jaw and the second jaw each support at least one pile engaging device, the engaging devices each comprising one or more pile engaging elements, e.g. each comprising one or more pile guiding rollers for engaging the pile in the pile passage; and

- a pile holder support assembly to be mounted on the deck of the vessel, wherein the support assembly moveably supports the pile holder at the base structure. For example, the support assembly comprises a track, preferably a track to be mounted on the deck of the vessel, the track extending in the first direction, and a base carriage for movement along the track, wherein the base carriage is configured to support the base structure, and wherein the base structure is moveable, preferably in a second direction perpendicular to the first direction, between a first outer position and a second outer position, to allow the support system to position the pile holder in a horizontal plane relative to the vessel. For example, the pile support mechanism further comprises a control system, which control system is configured to provide active motion compensation in the horizontal plane while the pile holder supports the pile in the upright position at the installation location next to the vessel to compensate for movement of the vessel relative to the pile installation location.

In embodiments, the counter ballast device is mounted to the hull of the vessel, e.g. on a deck, e.g. removable when not required, or within the hull.

In a preferred embodiment, the crane comprises:

- a crane base secured to the hull,
- a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,
- a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,
- a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,

- a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the boom structure,

wherein the counter ballast device is mounted to the slewable superstructure.

Compared to the embodiment wherein the ballast device is mounted to the hull, this embodiment has the benefit that the counter ballast device slews along with the superstructure, so is always in optimum position to perform its action, and of short load paths ballast device and the load connector.

In a practical embodiment, the slewable superstructure is provided with a secondary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,

- a luffing mechanism comprising a luffing drive and configured to cause luffing motion of the secondary boom structure,

wherein the secondary boom structure located in a common vertical plane with the primary boom structure and the booms of the primary and secondary boom structure are diverging from one another.

wherein the mobile counter ballast member is suspended from the secondary boom structure.

In embodiments, – upon detection of a pile run event – the mobile counter ballast member is made to move by one or more of:

- causing of motion of the secondary boom structure,
- causing a swing motion of the mobile counter ballast member relative to the secondary boom structure,
- operating a horizontal motion device engaging on the mobile counter ballast member suspended from the secondary boom structure, e.g. a horizontal motion device arranged between the mobile counter ballast member and a main boom of the secondary boom structure.

The first aspect of the invention also relates to a system for performing an offshore pile driving operation, wherein a pile is driven into the seabed, e.g. a large diameter pile having an outer diameter of at least 5 meter, e.g. a monopile configured to support an offshore wind turbine thereon,

wherein the system comprises a vessel comprising:

- a hull,

- a crane comprising a hoisting assembly comprising a hoisting winch and a hoisting winch driven cable from which a load connector is suspended,

- a counter ballast device comprising a mobile counter ballast member,

and wherein the system comprises a pile hammer device suspended or to be suspended from the load connector and configured and operated for driving the pile into the seabed,

wherein the counter ballast device is configured and operable such that – upon detection of a pile run event – the mobile counter ballast member is made to move so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the weight of the pile hammer device becoming suddenly suspended from the crane.

The vessel may be provided with one or more of the features discussed herein with reference to the method of the first aspect of the invention.

A second aspect of the invention relates to a method for performing an offshore operation, e.g. an offshore hoisting operation, wherein use is made of a vessel comprising:
- a hull,
- a crane comprising:
    - a crane base secured to the hull,
    - a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,
    - a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,
    - a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,
    - a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the primary boom structure,
    - a hoisting assembly comprising a hoisting winch with a hoisting winch driven cable and a load connector suspended from the primary boom structure.

For example, the operation is a hoisting operation, e.g. a hoisting operation wherein a pile, e.g. a large diameter pile, e.g. a monopile, is hoisted in the course of the installation of the pile into the seabed.

In the prior art, slewing motion – with or without an object being suspended from the crane – may induce heel of the vessel. This applies, in particular, when the crane is large and heavy, e.g. as in cranes nowadays used or planned for offshore wind turbine related activities, e.g. for the installation of very tall and heavy monopiles.

Commonly, offshore crane vessels are equipped with a water ballast system including ballast tanks and ballast pump(s) that allow to keep the hull in a desired orientation, e.g. with limited or no heel.

In the prior art, the slewing of the crane is often accompanied by operation of the water ballast system to keep the vessel in the desired orientation.

The second aspect of the invention aims to provide an enhanced approach.

In the second aspect of the invention, a counter ballast device is mounted to the slewable superstructure, which counter ballast device comprises a mobile counter ballast member and an associated drive configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis,

wherein the counter ballast device is configured and operated such that – during operation of the slew drive to cause the slew motion of the superstructure - the mobile counter ballast member is made to move by the drive so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by slewing of the superstructure.

The provision of the counter ballast device mounted to the slewable superstructure allows for increased slewing speed as the counter balance effect can be created faster than by sole operation of the water ballast system as in the prior art. Increased slewing speed may increase the overall efficiency of the operation, e.g. allowing to perform a complex task like pile installation within a limited time frame.

In embodiments, the vessel is also (as is common) provided with a water ballast system including ballast tanks and ballast pump(s). This water ballast system may also be used during slewing, so that the counter ballasting is achieved by the combined action of the inventive counter ballast device mounted to the slewable superstructure and the water ballast system.

In embodiments, the slewing of the superstructure includes positions wherein the counter ballast device is outboard of the hull of the vessel. This may, for example, occur when the object (e.g. pile/monopile) is hoisted and then lowered at the stern of the hull, with the crane being mounted along the portside or starboard side of the hull.

Preferably, use is made of a controller to automatically control the motion of the counter ballast member, e.g. based on data from an inclination sensor sensing hull inclination and/or from one or more sensors detecting the slew angle of the superstructure, the distance between the load connector and the slew axis, etc.

The weight of the mobile counter ballast member may be more than 100 tonnes, e.g. more than 400 tonnes, e.g. more than 1000 tonnes, e.g. depending on the weight of the object to the handled by the crane.

The drive for the mobile counter ballast member may comprises one or more winches, hydraulic cylinder(s), rack and pinion drive(s), linear motor(s), etc.

In a practical embodiment, the slewable superstructure is provided with a secondary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis, and with a luffing mechanism comprising a luffing drive and configured to cause luffing motion of the secondary boom structure, wherein the secondary boom structure located in a common vertical plane with the primary boom structure and the booms of the primary and secondary boom structure are diverging from one another, wherein the mobile counter ballast member is suspended from the secondary boom structure.

In embodiments, – during slewing – the mobile counter ballast member is made to move by one or more of:

- causing of motion of the secondary boom structure,
- causing a swing motion of the mobile counter ballast member relative to the secondary boom structure,
- operating a horizontal motion device engaging on the mobile counter ballast member suspended from the secondary boom structure, e.g. a horizontal motion device arranged between the mobile counter ballast member and a main boom of the secondary boom structure.

The second aspect of the invention also relates to a system for performing an offshore operation, e.g. an offshore hoisting operation, wherein the system comprises a vessel comprising:

- a hull,
- a crane comprising:
    - a crane base secured to the hull,
    - a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,
    - a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,
    - a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,
    - a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the primary boom structure,
    - a hoisting assembly comprising a hoisting winch with a hoisting winch driven cable and a load connector suspended from the primary boom structure,

wherein the system comprises a counter ballast device which is mounted to the slewable superstructure, which counter ballast device comprises a mobile counter ballast member and an associated drive configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis,

wherein the counter ballast device is configured and operable such that – during operation of the slew drive to cause the slew motion of the superstructure - the mobile counter ballast member is made to move by the drive so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by slewing of the superstructure.

A third aspect of the invention relates to a method for performing an offshore hoisting operation wherein an object is hoisted, wherein use is made of a vessel comprising:

- a hull,
- a crane comprising:
    - a crane base secured to the hull,
    - a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,
    - a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,

- a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,
- a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the primary boom structure,
- a hoisting assembly comprising a hoisting winch with a hoisting winch driven cable and a load connector suspended from the primary boom structure.

In the field of offshore hoisting a common concern is the occurrence of a loss of load event wherein the object to be hoisted becomes separated from the crane. This can be due to slings between the object and the load connector failing, the load connector itself failing, the cable breaking, etc. None of this is supposed to happen as stringent requirements are placed on cranes and hoisting operations.

The third aspect of the invention aims to provide an enhanced reliability of the crane and vessel in case of a loss of load event.

According to the third aspect of the invention a counter ballast device is mounted to the slewable superstructure, which counter ballast device comprises a mobile counter ballast member and an associated drive configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis,

wherein the counter ballast device is configured and operated such that – upon occurrence of a loss of load event wherein the object to be hoisted becomes separated from the crane - the mobile counter ballast member is made to move by the drive so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the loss of load event.

An advantage of the third aspect of the invention is that the counter ballast device is always in optimal position to perform its effect, independent of the actual slewing position in which the loss of load event occurred.

In embodiments, the vessel is also (as is common) provided with a water ballast system including ballast tanks and ballast pump(s).

In embodiments, the slewing of the superstructure includes positions wherein the counter ballast device is outboard of the hull of the vessel. This may, for example, occur when the object (e.g. pile/monopile) is hoisted and then lowered at the stern of the hull, with the crane being mounted along the portside or starboard side of the hull.

Preferably, use is made of a detector configured and operate to detect the occurrence of a loss of load event, preferably the detector being linked to a controller to automatically control the motion of the counter ballast member, e.g. based on data a load sensor in the crane, a camera, an inertial measurement unit on the object and/or on the load connector, etc.

The weight of the mobile counter ballast member may be more than 100 tonnes, e.g. more than 400 tonnes, e.g. more than 1000 tonnes, e.g. depending on the weight of the object to the handled by the crane.

The drive for the mobile counter ballast member may comprises one or more winches, hydraulic cylinder(s), rack and pinion drive(s), linear motor(s), etc.

In a practical embodiment, the slewable superstructure is provided with a secondary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis, and with a luffing mechanism comprising a luffing drive and configured to cause luffing motion of the secondary boom structure, wherein the secondary boom structure located in a common vertical plane with the primary boom structure and the booms of the primary and secondary boom structure are diverging from one another, wherein the mobile counter ballast member is suspended from the secondary boom structure.

In embodiments, – during slewing – the mobile counter ballast member is made to move by one or more of:
- causing of motion of the secondary boom structure,
- causing a swing motion of the mobile counter ballast member relative to the secondary boom structure,
- operating a horizontal motion device engaging on the mobile counter ballast member suspended from the secondary boom structure, e.g. a horizontal motion device arranged between the mobile counter ballast member and a main boom of the secondary boom structure.

The third aspect of the invention also relates to a vessel for performing an offshore hoisting operation wherein an object is hoisted, wherein the vessel comprising:
- a hull,
- a crane comprising:
    - a crane base secured to the hull,

- a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,

- a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,

- a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,

- a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the primary boom structure,

- a hoisting assembly comprising a hoisting winch with a hoisting winch driven cable and a load connector suspended from the primary boom structure,

wherein a counter ballast device is mounted to the slewable superstructure, which counter ballast device comprises a mobile counter ballast member and an associated drive configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis,

wherein the counter ballast device is configured and operated such that – upon occurrence of a loss of load event wherein the object to be hoisted becomes separated from the crane - the mobile counter ballast member is made to move by the drive so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the loss of load event.

The third aspect of the invention also relates to a crane configured to be mounted or mounted to the hull of a vessel for performing an offshore hoisting operation wherein an object is hoisted, wherein the crane comprising:

- a crane base secured to the hull,

- a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,

- a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,

- a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,

- a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the primary boom structure,

- a hoisting assembly comprising a hoisting winch with a hoisting winch driven cable and a load connector suspended from the primary boom structure,

wherein a counter ballast device is mounted to the slewable superstructure, which counter ballast device comprises a mobile counter ballast member and an associated drive configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis,

wherein the counter ballast device is configured and operated such that – upon occurrence of a loss of load event wherein the object to be hoisted becomes separated from the crane - the mobile counter ballast member is made to move by the drive so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the loss of load event.

A fourth aspect of the present invention relates to a vessel for performing an offshore operation, the vessel comprising:

- a hull,
- a crane comprising:
    - a crane base secured to the hull,
    - a slewable superstructure mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis relative to the crane base,
    - a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,
    - a primary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis,
    - a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the primary boom structure,
    - a hoisting assembly comprising a hoisting winch with a hoisting winch driven cable and a load connector suspended from the primary boom structure,
    - a counter ballast device mounted to the slewable superstructure, which counter ballast device comprises a mobile counter ballast member and an associated drive configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis.

As will be appreciated the vessel of the fourth aspect of the invention may be used in any of the first, second, and/or third aspects of the invention.

An advantage of the fourth aspect of the invention is that the counter ballast device is always in optimal position to perform its effect, independent of the actual slewing position.

In embodiments, the vessel is also (as is common) provided with a water ballast system including ballast tanks and ballast pump(s).

The weight of the mobile counter ballast member may be more than 100 tonnes, e.g. more than 400 tonnes, e.g. more than 1000 tonnes, e.g. depending on the weight of the object to the handled by the crane.

The drive for the mobile counter ballast member may comprises one or more winches, hydraulic cylinder(s), rack and pinion drive(s), linear motor(s), etc.

In a practical embodiment, the slewable superstructure is provided with a secondary boom structure comprising a boom that is pivotally connected to the superstructure about an inner pivot axis, and with a luffing mechanism comprising a luffing drive and configured to cause luffing motion of the secondary boom structure, wherein the secondary boom structure located in a common vertical plane with the primary boom structure and the booms of the primary and secondary boom structure are diverging from one another, wherein the mobile counter ballast member is suspended from the secondary boom structure.

In embodiments, – during slewing – the mobile counter ballast member is made to move by one or more of:
- causing of motion of the secondary boom structure,
- causing a swing motion of the mobile counter ballast member relative to the secondary boom structure,
- operating a horizontal motion device engaging on the mobile counter ballast member suspended from the secondary boom structure, e.g. a horizontal motion device arranged between the mobile counter ballast member and a main boom of the secondary boom structure.

It will be appreciated that the one or more aspects discussed herein can be combined with one another and/or each be provided with one or more features discussed herein with reference to the first aspect of the invention.

The aspects of the invention will now be discussed with reference to the drawings. In the drawings:
- fig. 1 shows a vessel with a crane according to the invention during a pile driving operation wherein a monopile is driven by a hammer device into the seabed,

- fig. 2a shows a vessel with a crane according to the prior art during a pile driving operation wherein a monopile is driven by a hammer device into the seabed,
- fig. 2b illustrates a pile run event with the vessel of figure 2a and the resulting excessive heel of the vessel,
- fig. 2c illustrates a pile run event with the vessel of figure 1 and the resulting limited heel of the vessel,
- fig. 3 shows the vessel of figure 1 to illustrate the second, third, and fourth aspects of the invention,
- fig. 4 shows a variant of the vessel of figure 1.

Figure 1 shows a system for performing an offshore pile driving operation, wherein a pile is driven into the seabed, e.g. a large diameter pile having an outer diameter of at least 5 meter, here a monopile 1 configured to support an offshore wind turbine thereon.

Briefly, the system comprises a vessel 10 comprising:

- a hull 11, here a monohull, which is in floating condition during pile driving,

- a crane 20 comprising a hoisting assembly comprising a hoisting winch and a hoisting winch driven cable 69 from which a load connector 70 is suspended, e.g. a crane hook,

- a pile gripper 100,

- a counter ballast device 50 comprising a mobile counter ballast member 51.

As preferred, the vessel 10 also has a water ballast system with one or more ballast tanks and one or more pump. Such an arrangement is known in the art.

The system further comprises a pile hammer device 60 suspended from the load connector 70 and configured and operated for driving the pile 1 into the seabed.

In practical embodiments, the pile hammer device may be a drop hammer device, e.g. with an accelerated drop hammer, and/or a vibratory hammer device, or some other hammer device, e.g. as disclosed in WO2020153838, WO2023175182, WO2015190919, WO2014204307, WO2014204308.

The counter ballast device 50 is configured and operable such that – upon detection of a pile run event, e.g. automatically by one or more sensors – the mobile counter ballast member 51 is made to move from the initial position A to the position B so as to counter at least in part heel of the hull 11 of the vessel induced by the weight of the pile hammer device 60 becoming suddenly suspended from the crane 20.

The crane 20 comprises:

- a crane base 21 secured to the hull 11,
- a slewable superstructure 22 mounted on the crane base and slewable about a vertical slew axis 23 relative to the crane base 21,
- a slew drive configured to cause slew motion of the superstructure about the slew axis,
- a primary boom structure 30 comprising a boom 31 that is pivotally connected to the superstructure 22 about an inner pivot axis,
- a luffing mechanism 35 configured to cause luffing motion of the primary boom structure 30. Here, the luffing mechanism includes one or more luffing cables and one or more luffing winches.

As shown, the counter ballast device 50 is mounted to the slewable superstructure 22. When the superstructure 22 performs a slewing motion, the device 50 moves along with the slewing motion.

As shown, the slewable superstructure 22 is provided with a secondary boom structure 55 as part of the device 50. The structure 55 comprises a secondary boom 56 that is pivotally connected to the superstructure 22 about an inner pivot axis, and a luffing mechanism configured to cause luffing motion of the secondary boom structure 55.

As preferred, at the tip end of the boom 56 a jib member 57 is pivotally mounted. The jib member 57 has a tip end from which the ballast member 51 is suspended, here via one or more cables 58, e.g. via a hoisting assembly associated with the secondary boom structure 55.

As shown and preferred, the jib member 57 is embodied to form a so-called level luffing secondary boom structure, wherein the tip of the jib member 57 moves substantially horizontal when the boom 56 is pivoted to move the ballast member 51 from the initial position A to the position B. This approach reduces energy required to perform said motion, which allows for performing said motion rapidly.

The secondary boom structure 55 is located in a common vertical plane with the primary boom structure 30 and the booms 31, 56 of the primary and secondary boom structures are diverging from one another.

As shown, the mobile counter ballast member 51 is suspended from the secondary boom structure 55.

As explained, the hammer device 60 may well weigh several hundreds of tonnes, e.g. 400 tonnes or even more. During pile driving, the device 60 effectively is supported on the top end of the pile 1, yet the hammer device 60 remains connected to the load connector 70 of the crane 20. For example, a shock absorber is present between the device 60 and the load connector to avoid undue snap load on the cable during a pile run event.

As explained, upon detection of a pile run event, the mobile counter ballast member 51 is made to move from its initial position to the position B by one or more of:
- causing of motion of the secondary boom structure 55,
- causing a swing motion of the mobile counter ballast member 51 relative to the secondary boom structure,
- operating a horizontal motion device engaging on the mobile counter ballast member suspended from the secondary boom structure, e.g. a horizontal motion device arranged between the mobile counter ballast member and a main boom of the secondary boom structure.

In the figure 1 it is illustrated that the mobile counter ballast member 51 is made to move from its initial position to the position B by causing of motion of the secondary boom structure 55. This is done by allowing rapid outward/downward luffing of the secondary boom 56, e.g. (controlled) releasing a luffing winch 58a operating luffing cables 58b associated with the boom 56. Gravity will then rapidly cause motion of the secondary boom structure 55 to the situation wherein position B is reached by the ballast member 51.

For example, use is made of a pile run detector configured and operated to detect the occurrence of a pile run event during the pile driving operation.

The effect of the inventive approach of the first aspect is illustrated in figures 2a, b, c. In these figures “wl” indicates the waterline of the vessel and “rp” a horizontal reference plane.

In figure 2a and 2b a prior art vessel is shown. In figure 2a normal pile driving takes place. Figure 2b shows what happens during a pile run event. The heavy hammer device 60 now becomes suddenly suspended from the crane, which results in excessive heel of the hull. As can be appreciated, this excessive heel is also problematic for the pile gripper of the vessel.

In figure 2c the vessel of figure 1 is shown when a pile run event takes place. The heel of the hull 11 is now limited due to the operation of the counter ballast device 40. This also reduces and/or avoid undue loads on the pile gripper.

For example, the pile gripper 100 comprises:
- a pile holder 101 with a base structure, a first jaw and a second jaw, the first jaw and the second jaw each extending between an inner end and an outer end, wherein the first and the second yaw are pivotable connected at the inner end thereof to a respective pivot part of the base structure to pivot about a yaw pivot axis between a closed position, in which the pile holder defines a pile passage for the pile held in the pile holder, and an open position, to allow the pile to be received in, or to be removed from, the pile holder in a lateral direction

- a plurality of pile engaging devices, wherein the base structure, the first jaw and the second jaw each support at least one pile engaging device, the engaging devices each comprising one or more pile engaging elements, e.g. each comprising one or more pile guiding rollers for engaging the pile in the pile passage; and

- a pile holder support assembly 102 to be mounted on the deck of the vessel, wherein the support assembly moveably supports the pile holder at the base structure. For example, the support assembly comprises a track, preferably a track to be mounted on the deck of the vessel, the track extending in the first direction, and a base carriage for movement along the track, wherein the base carriage is configured to support the base structure, and wherein the base structure is moveable, preferably in a second direction perpendicular to the first direction, between a first outer position and a second outer position, to allow the support system to position the pile holder in a horizontal plane relative to the vessel. For example, the pile support mechanism further comprises a control system, which control system is configured to provide active motion compensation in the horizontal plane while the pile holder supports the pile in the upright position at the installation location next to the vessel to compensate for movement of the vessel relative to the pile installation location.

The second aspect of the invention will now be discussed with reference to figure 3.

In figure 3 the vessel 1 of figure 1 with crane 20 and counter ballast device 50 is shown.

On deck of the vessel a number of monopiles 1 are stored horizontally. Here, the monopiles 1 are oriented along the length of the hull of the vessel. The figure 3 (and figures 1 – 2a,b,c) is looking onto the stern of the vessel.

During a monopile installation process, a monopile is upended using the crane 1 into vertical orientation. Then, including a slew motion of the superstructure 22, the monopile 1 is advanced towards the pile gripper and engaged with the pile gripper.

As the monopile 1 is commonly very heavy, e.g. more than 1000 tonnes, e.g. several thousands of tonnes, the slewing of the crane with the monopile 1 impacts the heel of the vessel, here about the longitudinal axis of the hull 11.

In prior art vessels, the heel of the vessel due to slewing as discussed, is only compensated for by operating a water ballast system of the vessel. Water is pumped into selected ballast tanks to keep the hull horizontal. Such water ballast systems have a limited rate at which the ballast water can be moved between tanks. In practice, this affects the speed at which slewing can be performed.

According to the second aspect of the invention, the counter ballast device 50 is configured and operated such that – during operation of the slew drive to cause the slew motion of the superstructure - the mobile counter ballast member 51 is made to move by the drive so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by slewing of the superstructure 22.

As a result, slewing can be performed faster than in the prior art. It is noted, that during slewing also use can be made of a water ballast system of the vessel.

It will be appreciated that, in contrast to the first aspect of the invention, the motion of the ballast member 51 outward from the slew axis, so from initial position A to position B, may be fairly slow and even planned ahead, e.g. programmed into a controller of the counter ballast device 50.

The same figure 3 is now used to discuss the third aspect of the invention.

When, for example, the monopile 1 is suspended from the crane 1 and possibly engaged by the pile gripper, a so-called loss of load event could occur. This is extremely unlikely, yet if the monopile 1 would become separated from the crane 20, e.g. due to the load connector or a cable failing, the balance of the vessel suddenly changes. Also the boom 31 may tilt upward as the boom and the associated luffing assembly 35 is now suddenly unloaded.

The third aspect envisages that in this loss of load event, the mobile counter ballast member 51 is made to move from position B closer towards the slew axis 23, e.g. to position A, so as to counter at least in part heel of the hull of the vessel induced by the loss of load event. It will be appreciated that this motion has to be triggered quickly, e.g. automatically based upon one or more sensors detecting the loss of load event, and has to be performed rather quickly so that no excessive heel of the vessel occurs.

It will be appreciated that the vessel with crane 20 as shown in figures 1, 2c, and 3 represents an embodiment, example, of the fourth aspect of the invention.

The counter ballast device 50 is mounted to the slewable superstructure 22. The counter ballast device comprises a mobile counter ballast member 51 and an associated drive, here embodied by the secondary boom structure, which is configured to controllably vary a distance between the mobile counter ballast member and the slew axis.

Figure 4 shows a variant of the vessel of figure 1. Herein the same components are denoted with the same reference numerals.

Instead of providing the secondary boom structure 55 as discussed above another design for the counter ballast device 50 is shown.

A secondary boom 56 extends rearward of the crane 20. The mobile counter ballast member 51 is suspended via one or more cables 53 from the tip of the boom 56. Possibly, as shown, the boom 56 is a luffable boom. The cables 58 from which the member 51 is suspended may form part of a hoisting assembly. This, for example, allows for the secondary boom structure 55 to be used as a regular crane. The same is possible with the embodiments shown in the other figures.

As shown, this embodiment provides for a horizontal motion device 90 which engages on the mobile counter ballast member 51 which is suspended from the secondary boom structure. For example, the horizontal motion device 90 comprises an arm 91 that can be extended

and retracted by an actuator 92 so that the member 51 is controllably movable away and towards the slew axis of the crane 20. The arm 91 here is a multi-segmented arm having one or more hinges to allow for controlled folding and unfolding of the arm. In another embodiment, the arm is telescopic. In yet another design, the arm has a scissor-type mechanism to allow for extension and retraction of the arm 91.

When the cable 53 is sufficiently long, movement between the innermost and outermost positions of the member 51 does not involve substantial vertical displacement of the heavy ballast member 51 which reduces the requirements for the device 90.

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore paalheioperatie, waarbij een paal de zeebodem in wordt geheid, bijvoorbeeld een paal met een grote diameter, die een diameter van ten minste 5 meter heeft, bijvoorbeeld een monopaal ingericht om daarop een offshore windturbine te ondersteunen,

waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend:

- een romp,

- een kraan die een hijssamenstel met een hijslier en een hijslier-aangedreven kabel waar een lastkoppelaar aan hangt,

- een contragewichtinrichting die een mobiel contragewichtelement omvat,

en waarbij gebruik wordt gemaakt van een paalhamerinrichting die aan de lastkoppelaar hangt en is ingericht en tewerk wordt gesteld voor het de zeebodem in heien van de paal,

waarbij de contragewichtinrichting is zodanig ingericht en tewerk wordt gesteld dat – bij het detectie van een paalvoortbewegingsgebeurtenis – het mobiele contragewichtelement in beweging wordt gezet om overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door het plotseling aan de kraan komen te hangen van het gewicht van de paalhamerinrichting, ten minste gedeeltelijk tegen te werken.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij gebruik wordt gemaakt van een paalvoortbewegingsdetector ingericht en tewerk gesteld om het optreden van een paalvoortbewegingsgebeurtenis te detecteren tijdens de paalheioperatie.

3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij de contragewichtinrichting een aandrijving behorend bij het mobiele contragewichtelement omvat, welke aandrijving tewerk wordt gesteld om het mobiele contragewichtelement te bewegen bij detectie van een paalvoortbewegingsgebeurtenis.

4. Werkwijze volgens één of meer van de voorgaande conclusies 1-3, waarbij de kraan omvat:

- een kraanbasis vastgezet aan de romp,

- een zwenkbare superstructuur gemonteerd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,

- een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbewegingen van de superstructuur om de zwenkas tot stand te brengen,

- een primaire giekstructuur omvattend een giek die draaibaar om een binnenste draai-as is verbonden met de superstructuur,

- een oploefmechanisme ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur te tot stand te brengen,

waarbij de contragewichtinrichting is bevestigd op de zwenkbare superstructuur.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, waarbij de zwenkbare superstructuur is voorzien van een secundaire giekstructuur als deel van de contragewichtinrichting, waarbij de secundaire giekstructuur een giek omvat die draaibaar om een binnenste draai-as is verbonden met de superstructuur, waarbij een oploefmechanisme is voorzien dat is ingericht om oploefbeweging van de secundaire giekstructuur te veroorzaken, en waarbij de secundaire giekstructuur zich in een verticaal vlak gezamenlijk met de primaire giekstructuur bevindt en de gieken van de primaire en secundaire giekstructuur van elkaar divergeren, waarbij het mobiele contragewichtelement aan de secundaire giekstructuur hangt.

6. Werkwijze volgens conclusie 5, waarbij – bij detectie van een paalvoortbewegingsgebeurtenis – het mobiele contragewichtelement in beweging wordt gezet door één of meer van:
- het tot stand brengen van beweging van de secundaire giekstructuur,
- het tot stand brengen van een zwenkbeweging van het mobiele contragewichtlichaam ten opzichte van de secundaire giekstructuur,
- het tewerkstellen van een horizontale bewegingsinrichting die aangrijpt op het mobiele contragewichtelement die aan de secundaire giekstructuur hangt, bijvoorbeeld een horizontale bewegingsinrichting die zich tussen het mobiele contragewichtelement en een hoofdgiek van de secundaire giekstructuur bevindt.

7. Systeem voor het uitvoeren van een offshore paalhei-operatie, waarbij een paal de zeebodem in wordt geheid, bijvoorbeeld een paal met een grote diameter, die een diameter

van ten minste 5 meter heeft, bijvoorbeeld een monopaal ingericht om daarop een offshore windturbine te ondersteunen,

waarbij het systeem een vaartuig omvat dat:

- een romp omvat,

- een kraan omvattend een hijssamenstel met een hijslier en een hijslier-aangedreven kabel waar een lastkoppelaar aan hangt, en

- een contragewichtinrichting omvattend een mobiel contragewichtlichaam,

en waarbij het systeem een paalhamerinrichting omvat om te hangen aan de lastkoppelaar, of die daaraan hangt, waarbij de paalhamerinrichting ingericht en tewerk te stellen is voor het de zeebodem in heien van de paal,

waarbij de contragewichtinrichting zodanig ingericht en tewerk te stellen is dat – bij detectie van een paalvoortbewegingsgebeurtenis – het mobiele contragewichtelement in beweging wordt gezet om overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door het plotseling aan de kraan komen te hangen van het gewicht van de paalhamerinrichting, ten minste gedeeltelijk tegen te werken.

8. Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore operatie, bijvoorbeeld een offshore hijsoperatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend:

- een romp,

- een kraan omvattend:

  - een kraanbasis vastgezet aan de romp,

  - een zwenkbare superstructuur bevestigd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,

  - een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken,

- een primaire giekstructuur omvattend een giek die draaibaar om een binnenste draaias is verbonden met de superstructuur,

- een oploefmechanisme ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur tot stand te brengen,

- een hijssamenstel omvattend een hijslier met een hijslier-aangedreven kabel en een lastkoppelaar die aan de primaire giekstructuur hangt,

- een contragewichtinrichting bevestigd op de zwenkbare superstructuur, welke de contragewichtinrichting een mobiel contragewichtelement en een bijbehorende aandrijving omvat die is ingericht om regelbaar een afstand tussen het mobiele contragewichtelement en de zwenkas te variëren,

waarbij de contragewichtinrichting zodanig ingericht en tewerk te stellen is dat – tijdens bedrijf van de zwenkaandrijving om de zwenkbeweging van de superstructuur tot stand te brengen – het mobiele contragewichtelement door de aandrijving in beweging wordt gezet om zo overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door zwenken van de superstructuur, ten minste gedeeltelijk tegen te werken.

9. Systeem voor het uitvoeren van een offshore operatie, bijvoorbeeld een offshore hijsoperatie, waarbij het systeem een vaartuig omvat dat:

- een romp omvat,

- een kraan omvattend:

- een kraanbasis vastgezet aan de romp,

- een zwenkbare superstructuur bevestigd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,

- een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken,

- een primaire giekstructuur omvattend een giek die draaibaar om een binnenste draai-as is verbonden met de superstructuur,

- een oploefmechanisme ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur te veroorzaken,

- een hijssamenstel omvattend een hijslier met een hijslier-aangedreven kabel en een lastconnector die aan de primaire giekstructuur hangt, en

- een contragewichtinrichting bevestigd op de zwenkbare superstructuur, welke contragewichtinrichting een mobiel contragewichtelement en een bijbehorende aandrijving omvat die is ingericht om regelbaar een afstand tussen het mobiele contragewichtelement en de zwenkas te variëren,

waarbij de contragewichtinrichting zodanig is ingericht dat – tijdens bedrijf van de zwenkaandrijving om de zwenkbeweging van de superstructuur tot stand te brengen – het mobiele contragewichtelement door de aandrijving in beweging wordt gezet om zo overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door het zwenken van de superstructuur, ten minste gedeeltelijk tegen te gaan.

10. Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore hijsoperatie waarbij een object wordt gehesen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend:

- een romp,

- een kraan omvattend:

- een kraanbasis vastgezet aan de romp,

- een zwenkbare superstructuur gemonteerd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,

- een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken

- een primaire giekstructuur omvattend een giek die draaibaar om een binnenste draai-as is verbonden met de superstructuur,

- een oploefmechanisme ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur tot stand te brengen,

- een hijssamenstel omvattend een hijslier met een hijslier-aangedreven kabel en een lastkoppelaar die aan de primaire giekstructuur hangt,

- een contragewichtinrichting bevestigd op de zwenkbare superstructuur, welke contragewichtinrichting een mobiel contragewichtelement en een bijbehorende aandrijving omvat die is ingericht om regelbaar een afstand tussen het mobiel contragewichtelement en de zwenkas te variëren,

waarbij de contragewichtinrichting zodanig ingericht en tewerk te stellen is dat – bij het zich voordoen van een lastverliesgebeurtenis, waarbij het te hijsen object losraakt van de kraan – het mobiele contragewichtlichaam door de aandrijving in beweging wordt gezet om zo overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door de lastverliesgebeurtenis, ten minste gedeeltelijk tegen te gaan.

11. Systeem voor het uitvoeren van offshore hijsoperaties waarbij een object wordt gehesen, waarbij het systeem een vaartuig omvat dat omvat:

- een romp,

- een kraan omvattend:

- een kraanbasis bevestigd aan de romp,

- een zwenkbare superstructuur gemonteerd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,

- een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken,

- een loefmechanisme ingericht om loefbeweging van de primaire giekstructuur te veroorzaken,

- een hijssamenstel omvattend aan hijslier met een hijslier-aangedreven kabel en een ladingconnector afgehangen van de primaire giekstructuur,

- een contragewichtinrichting gemonteerd op de zwenkbare superstructuur, de contragewichtinrichting omvat een mobiel contragewichtlichaam en een bijbehorende

aandrijving ingericht om controleerbaar een afstand tussen het mobiele contragewichtlichaam en de zwenkas te variëren,

waarbij de contragewichtinrichting zodanig is ingericht dat – bij het zich voordoen van een lastverliesgebeurtenis waarbij het te hijsen object losraakt van de kraan – het mobiele contragewichtelement door de aandrijving in beweging wordt gezet om zo overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door de lastverliesgebeurtenis, ten minste gedeeltelijk tegen te werken.

12. Vaartuig voor het uitvoeren van een offshore operatie, het vaartuig omvattend:

- een romp,

- een kraan omvattend:

  - een kraanbasis vastgezet aan de romp,

  - een zwenkbare superstructuur bevestigd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,

  - een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken,

  - een primaire giekstructuur omvattend een giek die om een binnenste scharnieras draaibaar is verbonden met de superstructuur,

  - een oploefmechanisme omvattend een oploefaandrijving en ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur tot stand te brengen,

  - een hijssamenstel omvattend een hijslier met een hijslier-aangedreven kabel en een lastkoppelaar die aan de primaire giekstructuur hangt,

  - een contragewichtinrichting bevestigd op de zwenkbare superstructuur, welke contragewichtinrichting een mobiel contragewichtelement en een bijbehorende aandrijving omvat die is ingericht om regelbaar een afstand tussen het mobiele contragewichtelement en de zwenkas te variëren.

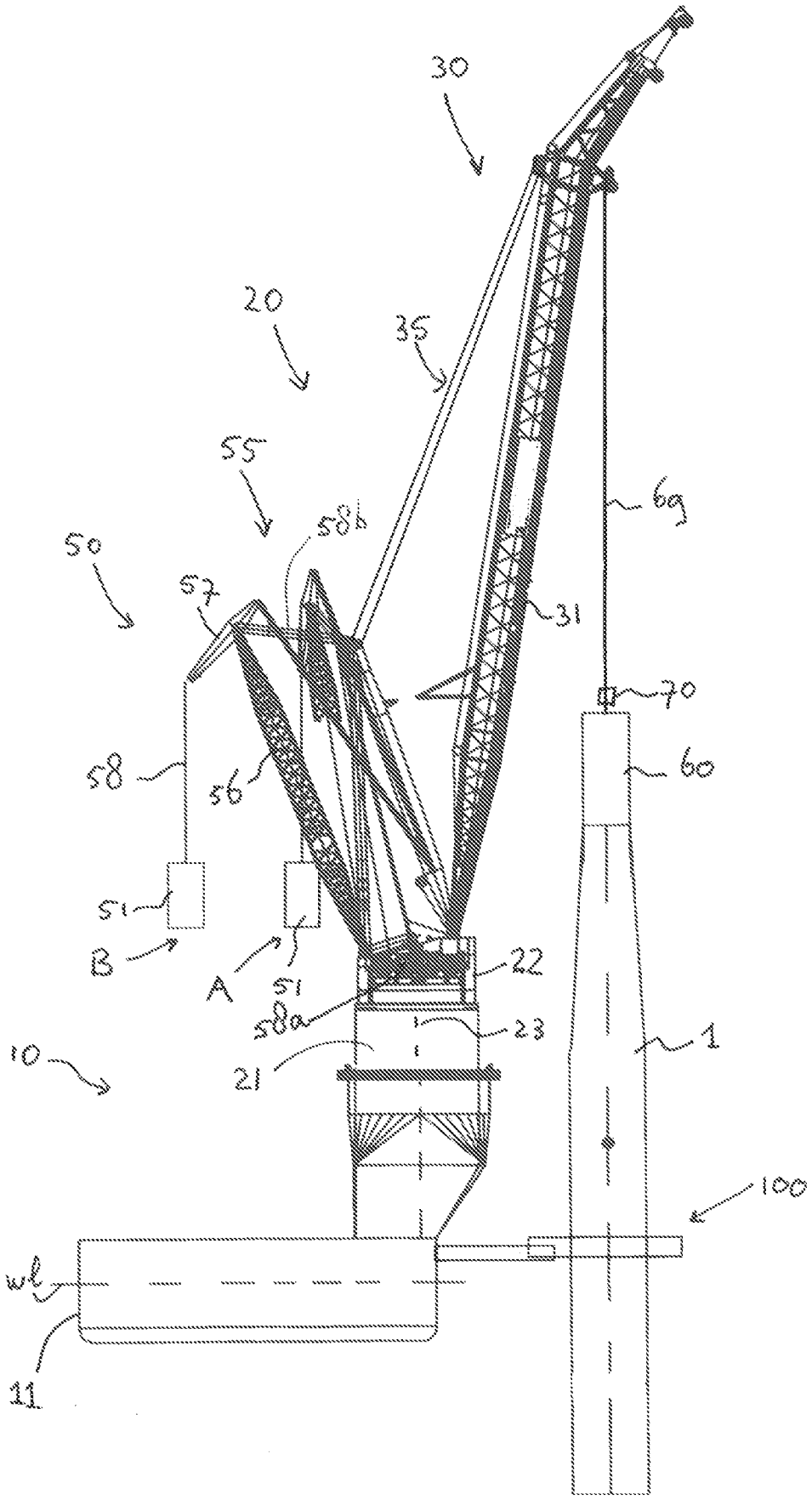

30
20
35
55
58b
50
57
69
31
70
58
56
60
51
B
A
51
22
58a
23
1
10
21
100
wl
11

Fig 1

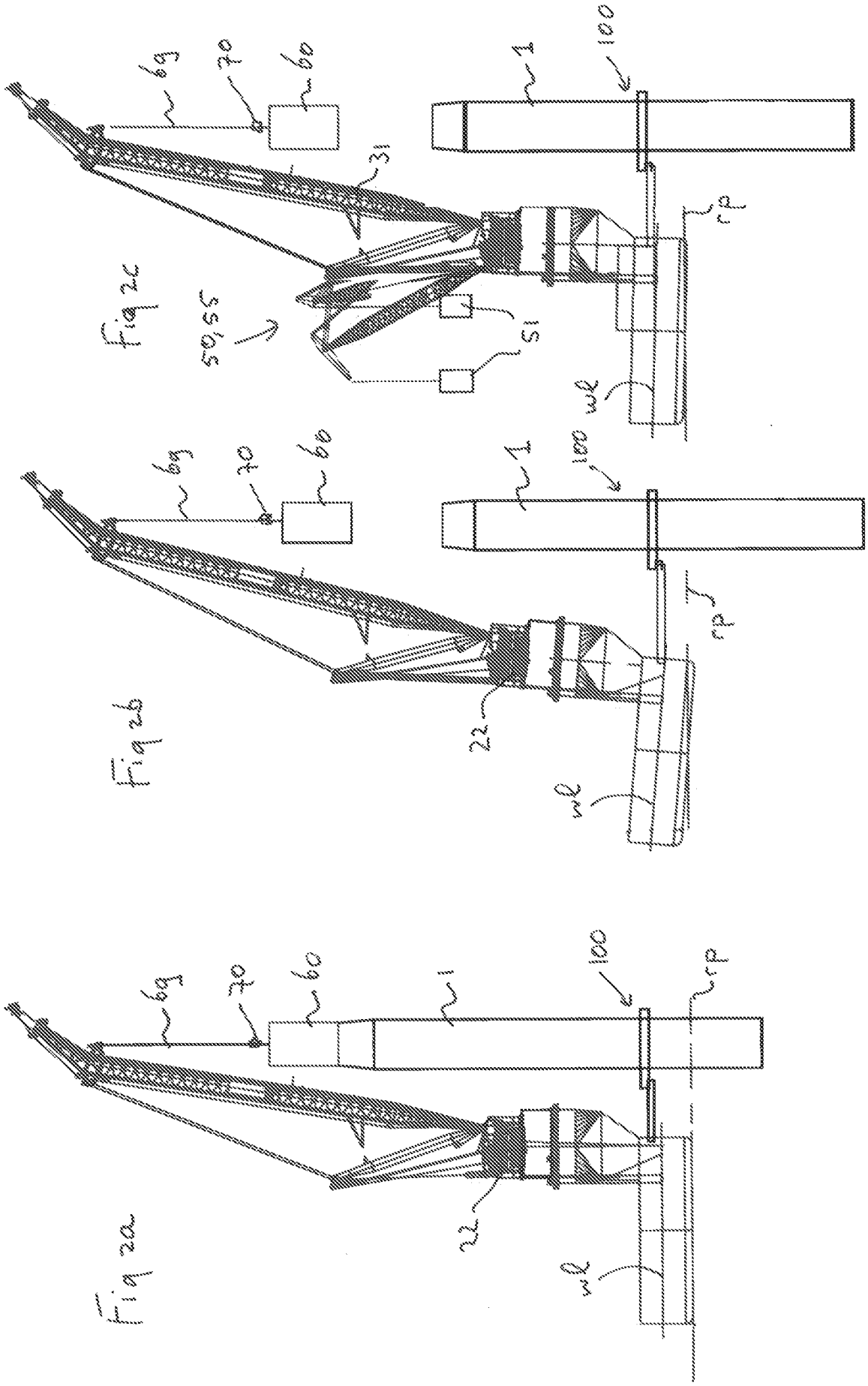


Fig 2a

Fig 2b

Fig 2c

Fig 3

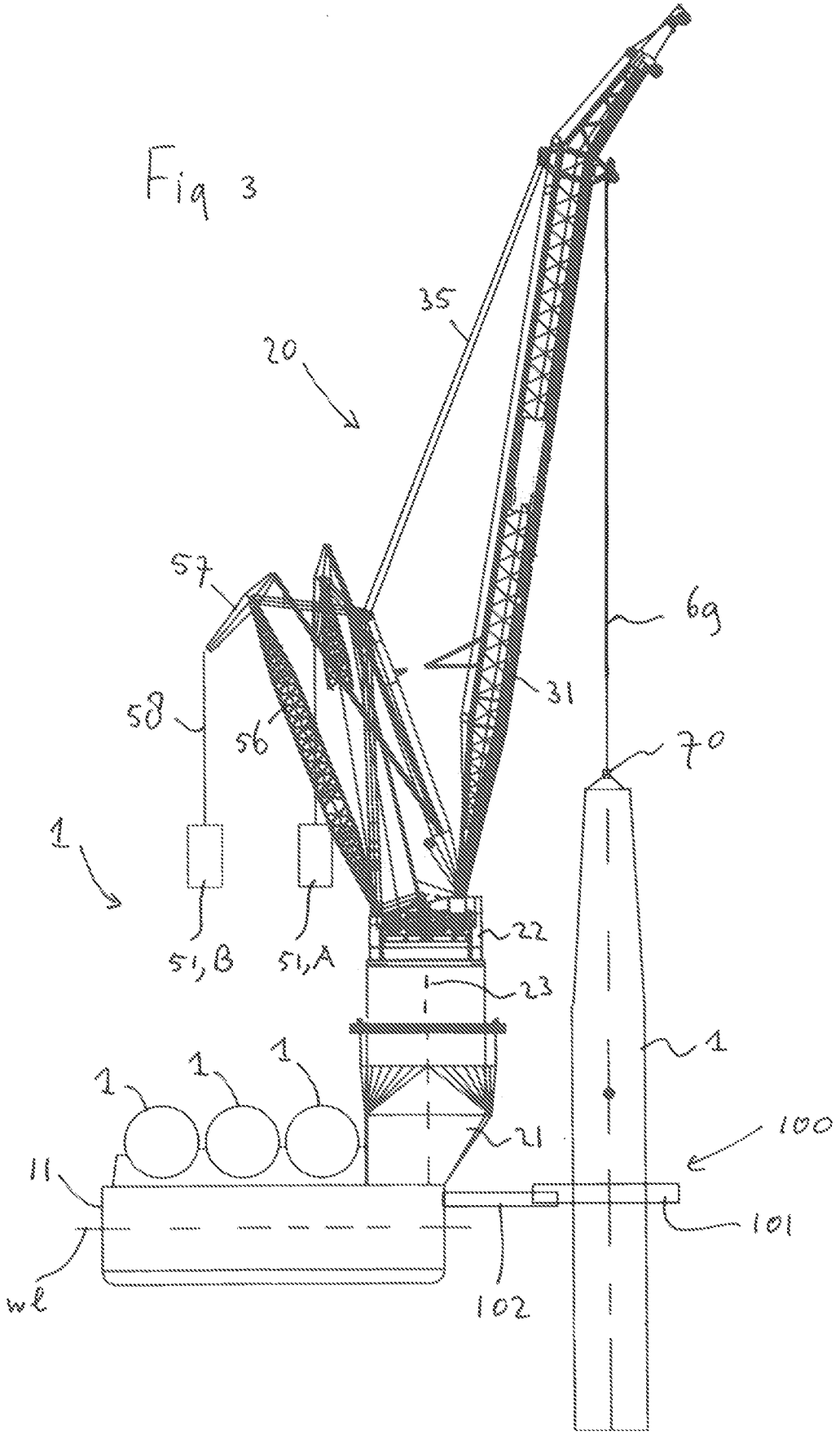
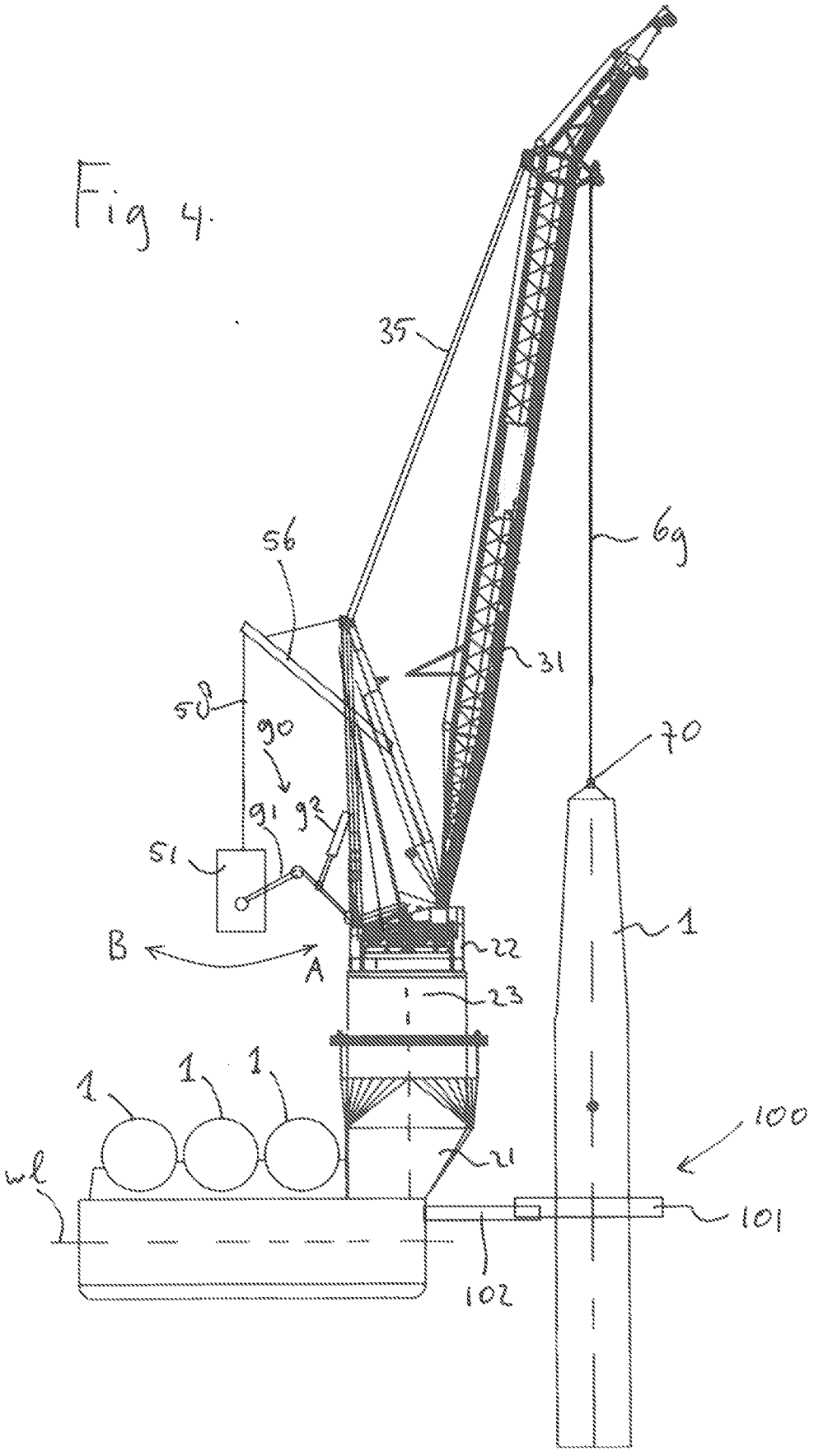


Fig 4.



SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE
Nederlands aanvraag nr. **2036024**	Indieningsdatum **13-10-2023**
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) **Itrec B.V.**	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type **27-04-2024**	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. **SN86226**

I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)

Volgens de internationale classificatie (IPC)

Zie onderzoeksrapport

II. ONDERZOCHTE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimumdocumentatie

Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
IPC	**Zie onderzoeksrapport**

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

III.		**GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES**	(opmerkingen op aanvullingsblad)
IV.	**X**	**GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING**	(opmerkingen op aanvullingsblad)

ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar de stand van de techniek
NL 2036024

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP

INV. B66C23/53 B66C23/76 E02D13/04 E02D27/42 E02D27/52
E02D35/00
ADD. E02B17/00

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHTE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte miminum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
B66C E02B E02D

Onderzochte andere documentatie dan de mimimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)
EPO-Internal

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
	EENHEID VAN UITVINDING ONTBREEKT zie aanvullingsblad B -----	
A	WO 2023/175131 A1 (TOTALENERGIES ONETECH [FR]) 21 september 2023 (2023-09-21) * het gehele document * -----	1-7

☐ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

° Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

"D" in de octrooiaanvrage vermeld

"E" eerdere octrooi(aanvrage), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

"L" om andere redenen vermelde literatuur

"O" niet-schriftelijke stand van de techniek

"P" tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

"T" na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvrage, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

"X" de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

"Y" de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

"&" lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid	Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type
23 augustus 2024	

Naam en adres van de instantie	De bevoegde ambtenaar
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Zuurveld, Gerben

Formulier PCT/ISA/201 (tweede blad) (Januari 2004)

GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING

Octrooiaanvrage Nr.:
SN 86226
NL 2036024

AANVULLINGSBLAD B

De Instantie belast met het uitvoeren van het onderzoek naar de stand van de techniek heeft vastgesteld dat deze aanvrage meerdere uitvindingen bevat, te weten:

1. conclusies: 1-7

   Werkwijze en systeem voor het uitvoeren van een offshore paalhei-operatie

   ---

2. conclusies: 8, 9(compleet); 12(gedeeltelijk)

   Werkwijze, systeem en vaartuig voor het uitvoeren van een offshore operatie, bijvoorbeeld een offshore hijsoperatie, met een contragewichtinrichting om het overhellen van de romp van het vaartuig tijdens het hijsen tegen te werken.

   ---

3. conclusies: 10, 11(compleet); 12(gedeeltelijk)

   Werkwijze, systeem en vaartuig voor het uitvoeren van een offshore hijsoperatie met een contragewichtinrichting om het overhellen van de romp van het vaartuig tegen te werken tijdens een lastverliesgebeurtenis.

Het vooronderzoek werd tot het eerste onderwerp beperkt.

ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar de stand van de techniek

NL 2036024

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
WO 2023175131 A1	21-09-2023	EP 4359297 A1	01-05-2024
		WO 2023175131 A1	21-09-2023

WRITTEN OPINION

File No.	Filing date *(day/month/year)*	Priority date *(day/month/year)*	Application No.
SN86226	13.10.2023		NL2036024

International Patent Classification (IPC)
INV. B66C23/53 B66C23/76 E02D13/04 E02D27/42 E02D27/52 E02D35/00 ADD. E02B17/00

Applicant
Itrec B.V.

This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☒ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☒ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☒ Box No. VII Certain defects in the application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the application

	Examiner
	Zuurveld, Gerben

Application number

WRITTEN OPINION

NL2036024

Box No. I Basis of this opinion

1. This opinion has been established on the basis of the latest set of claims filed before the start of the search.

2. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the application, this opinion has been established on the basis of a sequence listing:

   a. ☐ forming part of the application as filed.

   b. ☐ furnished subsequent to the filing date for the purposes of search,

      ☐ accompanied by a statement to the effect that the sequence listing does not go beyond the disclosure in the application as filed.

3. ☐ With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the application, this opinion has been established to the extent that a meaningful opinion could be formed without a WIPO Standard ST.26 compliant sequence listing.

4. Additional comments:

Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step, or to be industrially applicable have not been examined in respect of

☐ the entire application

☒ claims Nos. 8-12

because:

☐ the said application, or the said claims Nos. relate to the following subject matter which does not require a search *(specify)*:

☐ the description, claims or drawings *(indicate particular elements below)* or said claims Nos. are so unclear that no meaningful opinion could be formed *(specify)*:

☐ the claims, or said claims Nos. are so inadequately supported by the description that no meaningful opinion could be formed *(specify)*:

☒ no search report has been established for the whole application or for said claims Nos. 8-12

☐ a meaningful opinion could not be formed without the sequence listing; the applicant did not furnish a sequence listing complying with WIPO Standard ST.26.

☐ See Supplemental Box for further details.

WRITTEN OPINION

Box No. IV Lack of unity of invention

1. The requirement of unity of invention is not complied with for the following reasons:

   see separate sheet

2. This report has been established in respect of the following parts of the application:

   ☐ all parts.

   ☒ the parts relating to claims Nos. (see Search Report)

Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty	Yes:	Claims	1-7
	No:	Claims	
Inventive step	Yes:	Claims	1-7
	No:	Claims	
Industrial applicability	Yes:	Claims	1-7
	No:	Claims	

2. Citations and explanations

   see separate sheet

Box No. VII Certain defects in the application

see separate sheet

Re Item IV

Lack of unity of invention

1 It is considered that there are three (potential) inventions covered by the claims indicated as follows:

I: claims 1 to 7, directed to a "Werkwijze en systeem voor het uitvoeren van een offshore paalhei-operatie";

II: claims 8 and 9, and 12 (partially) directed to a “Werkwijze, systeem en vaartuig voor het uitvoeren van een offshore operatie, bijvoorbeeld een offshore hijsoperatie, met een contragewichtinrichting om het overhellen van de romp van het vaartuig tijdens het hijsen tegen te werken"; and

III: claims 10 and 11, and 12 (partially), directed to a “Werkwijze, systeem en vaartuig voor het uitvoeren van een offshore hijsoperatie met een contragewichtinrichting om het overhellen van de romp van het vaartuig

2 The reasons for which the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept, are as follows:

3 The common concept linking together these three groups of (potential) inventions are the following features common to independent claims 1, 8 and 10, being:

“uitvoeren van een offshore operatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend: - een romp, - een kraan die een hijssamenstel met een hijslier en een hijslier-aangedreven kabel en een contragewichtinrichting die een mobiel contragewichtelement omvat”.

3.1 It is known from the prior art to carry out operations offshore, see for instance the documents cited in the application.

4 Starting from the common concept, (potential) invention I comprises the following **bold** features of claim 1, being:

“Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore **paalhei-**operatie, **waarbij een paal de zeebodem in wordt geheid, bijvoorbeeld een paal met een grote diameter, die een diameter van ten minste 5 meter heeft, bijvoorbeeld een monopaal ingericht om daarop een offshore windturbine te ondersteunen,**
waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend:
- een romp,
- een kraan die een hijssamenstel met een hijslier en een hijslier-aangedreven kabel waar een lastkoppelaar aan hangt,

- een contragewichtinrichting die een mobiel contragewichtelement omvat, **en waarbij gebruik wordt gemaakt van een paalhamerinrichting die aan de lastkoppelaar hangt en is ingericht en tewerk wordt gesteld voor het de zeebodem in heien van de paal,**
waarbij de contragewichtinrichting is zodanig ingericht en tewerk wordt gesteld dat - bij het detectie van een paalvoortbewegingsgebeurtenis - het mobiele contragewichtelement in beweging wordt gezet om overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door het plotseling aan de kraan komen te hangen van het gewicht van de paalhamerinrichting, ten minste gedeeltelijk tegen te werken."

4.1 These **bold** features are related to the solution of the problem of how to safely carry out an offshore "paahei-operatie".

5 (Potential) invention II comprises the following **bold** features of independent claim 8:

" Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore operatie**, bijvoorbeeld een offshore hijsoperatie,** waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend:
- een romp,
- een kraan omvattend:
- een kraanbasis vastgezet aan de romp,
- een zwenkbare superstructuur bevestigd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,- een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken,
- een primaire giekstructuur omvattend een giek die draaibaar om een binnenste draaias is verbonden met de superstructuur,
- een oploefmechanisme ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur tot stand te brengen,
- een hijssamenstel omvattend een hijslier met een hijslier-aangedreven kabel **en een lastkoppelaar die aan de primaire giekstructuur hangt,**
- een contragewichtinrichting **bevestigd op de zwenkbare superstructuur,** welke de contragewichtinrichting een mobiel contragewichtelement **en een bijbehorende aandrijving** omvat **die is ingericht om regelbaar een afstand tussen het mobiele contragewichtelement en de zwenkas te variëren,**
waarbij de contragewichtinrichting zodanig ingericht en tewerk te stellen is dat - tijdens bedrijf van de zwenkaandrijving om de

zwenkbeweging van de superstructuur tot stand te brengen - het mobiele contragewichtelement door de aandrijving in beweging wordt gezet om zo overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door zwenken van de superstructuur, ten minste gedeeltelijk tegen te werken."

5.1 These **bold** features are related to the solution of the problem of how to safely carry out an offshore "operatie, zoals bijvoorbeeld een offshore hijsoperatie".

6 (Potential) invention III comprises the following **bold** features of independent claim 10:

"Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore **hijsoperatie** waarbij een object wordt gehesen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig omvattend:
- een romp,
- een kraan omvattend:
- een kraanbasis vastgezet aan de romp,
- een zwenkbare superstructuur gemonteerd op de kraanbasis en zwenkbaar om een verticale zwenkas ten opzichte van de kraanbasis,
- een zwenkaandrijving ingericht om zwenkbeweging van de superstructuur om de zwenkas te veroorzaken
- een primaire giekstructuur omvattend een giek die draaibaar om een binnenste draai-as is verbonden met de superstructuur,
- een oploefmechanisme ingericht om oploefbeweging van de primaire giekstructuur tot stand te brengen,
- een hijssamenstel omvattend een hijslier met een hijslier-aangedreven kabel **en een lastkoppelaar die aan de primaire giekstructuur hangt,**
- een contragewichtinrichting **bevestigd op de zwenkbare superstructuur,** welke contragewichtinrichting een mobiel **contragewichtelement en een bijbehorende aandrijving** omvat **die is ingericht om regelbaar een afstand tussen het mobiel contragewichtelement en de zwenkas te variëren, waarbij de contragewichtinrichting zodanig ingericht en tewerk te stellen is dat - bij het zich voordoen van een lastverliesgebeurtenis, waarbij het te hijsen object losraakt van de kraan - het mobiele contragewichtlichaam door de aandrijving in beweging wordt gezet om zo overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door de lastverliesgebeurtenis, ten minste gedeeltelijk tegen te gaan."**

6.1 These **bold** features are related to the solution of the problem of how to guarantee safe offshore working condition during an offshore “hijsoperatie” when there occurs a ”lastverliesgebeurtenis”.

7 Consequently, the features of the (potential) inventions I, II, and III, which make a technical contribution over the common matter are different. As the problems they solve are also different, these features are not corresponding either.

7.1 There is therefore no relationship among (potential) inventions I, II, and III involving the same or corresponding special technical features. As a result, the requirements of unity of invention are not met.

7.2 Claims 2 to 7 are considered to be part of (potential) invention I, as they are (directly or indirectly) dependent on independent claim 1, and/or related to the same problem.

7.3 Claims 9 and 12 (partially) are considered to be part of (potential) invention II, as they are related to the same problem.

7.4 Claims 11 and 12 (partially) are considered to be part of (potential) invention III, as they are related to the same problem.

Re Item V

Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1 **Cited prior art**

1.1 Reference is made to the following document:

D1 WO 2023/175131 A1 (TOTALENERGIES ONETECH [FR]) 21 september 2023 (2023-09-21)

2 **Novelty and inventive step**

2.1 Document D1 is regarded as being the prior art closest to the subject-matter of claim 1. It discloses a vessel with a crane performing an offshore (mono-)pile driving operation. This document does not disclose the following **bold** features of claim 1:

> "Werkwijze voor het uitvoeren van een offshore paalhei-operatie, waarbij een paal (10) de zeebodem in wordt geheid, bijvoorbeeld een paal met een grote diameter, die een diameter van ten minste 5 meter heeft, bijvoorbeeld een monopaal ingericht om daarop een offshore windturbine te ondersteunen,

waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaartuig (52) omvattend:
- een romp (see figures),
- een kraan (56) die een hijssamenstel met een hijslier en een hijslier-aangedreven kabel waar een lastkoppelaar aan hangt,
- een contragewichtinrichting die een mobiel contragewichtelement omvat,
en waarbij gebruik wordt gemaakt van een paalhamerinrichting (68) die aan de lastkoppelaar hangt en is ingericht en tewerk wordt gesteld voor het de zeebodem in heien van de paal,
waarbij de contragewichtinrichting is zodanig ingericht en tewerk wordt gesteld dat - bij het detectie van een paalvoortbewegingsgebeurtenis - het mobiele contragewichtelement in beweging wordt gezet om overhellen van de romp van het vaartuig, teweeggebracht door het plotseling aan de kraan komen te hangen van het gewicht van de paalhamerinrichting, ten minste gedeeltelijk tegen te werken."

The subject-matter of claim 1 is therefore new.

2.2 The problem to be solved by the present invention may be regarded as how to safely carry out an offshore “paahei-operatie”.

2.3 The solution to this problem proposed in claim 1 of the present application is considered as involving an inventive step, because there is no indication in document D1 for the distinguishing features of claim 1.

Therefore starting from document D1 as closest prior art, the skilled person can only arrive at the subject-matter of claim 1 by means of an inventive step.

2.4 The same reasoning applies, mutatis mutandis, to corresponding independent claim 7. The subject-matter of claim 7 is therefore also considered novel and involving an inventive step.

2.5 Claims 2 to 6 are dependent on claim 1 and as such also meet the requirements of novelty and inventive step.

Re Item VII

Certain defects in the application

1 The features of the claims should have been provided with reference signs placed in parentheses.

2 The relevant background art disclosed in document D1 is not mentioned in the description, nor is this document identified therein.

3 The cited document WO201912572 should have been cited as WO2019125**1**72.