

歐盟標準 **EN 15011** 及 **EN 13001-1** 等
為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機
指定適用標準專業性評估意見及
妥適性結論建議

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

中華民國 113 年 3 月 10 日

目 錄

目 錄.....	1
摘 要.....	2
前言.....	3
一、EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之綜合性瞭解及完整性評估.....	4
1.1 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準簡介、沿革與適用/涵蓋範圍.....	4
1.2 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準架構與條文說明與完整性評估.....	6
二、我國現行輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準與 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之綜合比較.....	10
2.1 我國現有輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機相關法令與標準.....	10
2.2 「固定式起重機安全檢查構造標準」章節條文重點說明.....	11
2.3 CNS 6426 「起重機鋼結構部分之計算標準」章節條文重點說明.....	14
2.4 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準與我國標準之異同分析.....	16
- 結構部分	17
- 機械部分	31
- 附屬部分	43
- 加工	52
- 鋼索及吊鏈	53
- 附則	61
三、針對 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準在國內相關法規架構下之妥適性評估.....	63
四、結論與建議.....	67
參考文獻.....	70
附錄一：業者提供其依 EN15011 製造輪胎式門型貨櫃起重機安裝實績	73

摘 要

為因應業者提請主管機關採認歐盟標準「EN 15011 Cranes – Bridge and gantry cranes」及「EN 13001-1 Cranes – General design – Part 1: General principles and requirements」等標準作為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機為我國指定適用標準，本報告首先彙整 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之發展背景、過程，以及此標準的主要架構和條文分類；另一方面收集研析我國與輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機可能相關的法規與標準，研判後確認應以其中的「固定式起重機安全檢查構造標準」法規為主體(以下簡稱為「我國標準」)，對兩方面的資料有深入掌握後，探討各自之適用範圍並提出異同比較分析，與 EN 15011 及 EN 13001-1 等標準進行綜合對照比較分析，探討結合 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準之妥適性。最後歸納出結論與建議，以供決策單位作比較研判。

兩地標準其詳略程度以及制訂的理路不盡相同。國內方面，「固定式起重機安全檢查構造標準」自全國法規資料庫下載的版本共有 18 頁，分成七章共 68 條主條文和 6 個附表，歐盟標準方面，EN 15011 與 EN 13001-1 等標準分別有 98 頁及 37 頁，同時 EN 標準背後尚有一整個相關的標準羣須同時滿足，故以篇幅論，EN 標準遠比「構造標準」詳盡。然詳略雖差別顯著，兩地標準關切的：例如針對標準材料的要求，結構強度、安定度、受力的多樣性、制動裝置和安全裝置等，其重點基本相同。

各條文異同比較可歸納為三種情形：

- (1) EN 標準缺乏的部分，經分析這些條目部份為不適用於橋型或門式貨櫃起重機，另部份為歐盟機械指令所涵蓋，故缺乏的部分對安全性不致構成不利影響。
- (2) EN 標準比我國完備的部份，接受這些規定並不會抵觸我國標準，而且在安全上更有保障。
- (3) EN 15011 與 EN 13001-1 等標準與我國標準均有提及，但兩者之規定有所出入：這種情況主要導因與雙方的分析理路有所差異，一般來說，這類條文，EN 方面都會有非常詳盡的細節，考慮的面向也非常周詳。對這類條文，本報告衡量的重點是考量其分析理路是否合理與完整，同時其規定是否有足夠的配套措施以保障安全。如可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」相關條文要求的精神，則建議接受。

最後，依上述原則評估 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準及其引用的標準群，顯示其都有涵蓋及滿足我國「固定式起重機安全檢查構造標準」各相關條文要求的精神。另一方面，考量 EN15011 等標準除在歐盟被多國採認，依其製造的貨櫃起重機在國際上已有多國安裝使用。因此，使用 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準及其引用的標準群在輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機作為檢查標準，應為妥適。

前言

根據「危險性機械及設備安全檢查規則」第 6 條第 1 項規定：「國內製造之危險性機械或設備之檢查，應依本規則、職業安全衛生相關法規及中央主管機關指定之國家標準、國際標準或團體標準等之全部或部分內容規定辦理」，以及第 6 條第 1 項規定(略以)：「外國進口或於國內依合約約定採用前項國外標準設計、製造之危險性機械或設備，得採用該國外標準實施檢查...」，業者提請主管機關指定採認「國際標準 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準」，以作為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機設計、製造、檢查適用的依據。

基本上，EN 15011 與 EN 13001-1 等標準適用於設計和驗證各種橋型或門式起重機，輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機在其適用範圍內。該標準旨在確保各種橋型或門式起重機在使用時能夠安全、有效地運行。此外，該標準還包括有關起重機的安全要求和危險評估要求，如緊急停止裝置、安全緩衝裝置、極限開關和警告標誌等，並規定了橋型或門式起重機的驗證和檢查要求，以確保起重機產品滿足安全的要求。綜而言之，EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之規定內涵非常廣泛，然而，其詳略及制訂的理路與國內起重機相關標準不盡一致，二者之間是否有相互替代性，滿足 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準是否即能完全滿足甚至優於國內相關起重機標準，宜進行細部的比較，找出其異同，才能據以決定是否可予採認。本報告主要目標即為整理出我國起重機相關標準與歐盟 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準在橋型或門式起重機標準的異同點，以供決策單位比較研判。

一、EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之綜合性瞭解及完整性評估

1.1 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準簡介、沿革與適用/涵蓋範圍

- 沿革與簡介

送審標準 EN 15011 [1] 是歐洲標準委員會 CEN(Comité Européen de Normalisation) 負責“起重機 - 安全”的技術委員會 TC 147 之下的橋型及門式起重機工作小組 WG 14 所起草編制，標題為「起重機 - 橋型與門式」(Cranes - Bridge and gantry cranes)，此標準原來於 2011 年正式發佈，在 2014 年增修，並在 2020 年從新發行新版，目前業者送審的 DIN EN 15011:2022-08 的英文版，即為最新的 EN 15011:2020 版本。旨在確保輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機設計上能確保日後安全運行和使用，避免造成傷害和死亡。本標準為一調和(harmonized)標準，符合歐盟機械指令(Directive 2006/42/EC) [2] 附錄 1 “Essential health and safety requirements relating to the design and construction of machinery”。根據 EN ISO 12100-1:2003 [註1.] 的規定，此標準屬於 C 類 [註2.] 標準，其範圍指示相關機械以及危險、危險情況和危險事件的涵蓋範圍。當這個 C 類標準的規定與 A 類或 B 類標準的規定不同時，對於根據這個 C 類標準的規定進行設計和建造的起重機，這個 C 類標準的規定優先於其他標準的規定。

至於 EN 13001-1 等標準，亦為“起重機 - 安全”技術委員會 TC 147 所起草編制，標題為「起重機 - 通用設計 - 第 1 部份：通用原則與要求」(Cranes - General design - Part 1: General principles and requirements)，EN 13001「起重機 - 通用設計」 [3] 為一系列標準，皆為起重機通用的原則與構件的設計要求與規定。共有以下各分部：

第 1 部分 起重機 - 通用設計 - 通用原則和要求

第 2 部分 起重機安全 - 通用設計 - 操作載荷

[註1.] EN ISO 12100-1:2003 是一個關於機械安全的國際標準，正式標題為「機械安全 - 一般設計原則 - 第 1 部分：基本事項和一般事項」，該標準由國際標準化組織 (ISO) 制定。其目的是為了幫助設計人員在設計機械設備時確保安全性，從而保護操作人員和其他人員免受潛在的危害。該標準提供了一般性的設計原則和方法，以幫助識別、評估和控制機械在使用過程中可能引發的危險。

[註2.] 在 EN ISO 12100-1:2003 中，Type A、Type B 和 Type C 是用於標示標準的三種不同類型。這些不同類型的標準之目的是確保機械設備在設計、製造和使用過 EN 15011 程中符合相關的安全要求和指導原則，不同類型的標準根據其範圍和目的具有不同的細節和要求。

Type A 標準：是基本安全標準，它們提供了一般性的機械安全原則和指南，適用於所有類型的機械。此標準關注的是對機械設計和製造的整體安全性做出基本要求的標準。

Type B 標準：是特定機械的安全標準，提供了針對特定機械類型的詳細安全要求和技術細節。此標準關注的是特定機械類型的安全特性、風險評估和控制措施等方面的標準。

Type C 標準：是特定機械的安全性能標準，提供了測試、驗證和評估特定機械性能的具體要求。此標準關注的是特定機械的性能特性、操作特點和相關性能指標等方面的標準。

- 第 3-1 部分起重機 – 通用設計 – 鋼結構的極限狀態及能力證明
- 第 3-2 部分起重機 – 通用設計 – 鋼索的極限狀態與能力證明
- 第 3-3 部分起重機 – 通用設計 – 輪/軌接觸的極限狀態與能力證明
- 第 3-4 部分起重機 – 通用設計 – 軸承的極限狀態和能力證明。
- 第 3-5 部分起重機 – 通用設計 – 鍛造和鑄造吊鉤的極限狀態和能力證明
- 第 3-6 部分起重機 – 通用設計 – 油壓缸的極限狀態和能力證明。

EN 13001-1 為其第 1 部份，亦為一 C 類標準，同時也與歐盟機械指令(Directive 2006/42/EC) [2] 調和。此部份標準原於 2004 年正式發佈，在 2009 年增修，後來在 2015 年推出新版 EN 13001-1:2015，即為目前廠商提送的版本。

廠商之所以兩份系列標準一起提送，是因為 EN 15011 主要偏重在使用橋型與門式起重機的危害辨識，並對設計上訂定各種要求以降低或避免各該危害發生的風險，其雖包括起重機結構對避免使用時發生危害的有關要求，但僅提出一簡單框架，並要求其細節依照 EN 13001-1 等標準的規定（嚴格而言應為依整個 EN 13001 標準系列）。因此本項指定標準的提請包涵 EN 15011、EN 13001 標準系列(包含 EN 13001-1、EN 13001-2、EN13001-3-1、EN13001-3-2、EN13001-3-3、EN13001-3-4、EN13001-3-5、EN13001-3-6)。

EN 標準雖由 CEN 制定發佈，但其本身並沒有市面上獨立發行出售，各標準均由歐盟成員各國採用為其本國標準來發行銷售，所以實際可以看到的歐盟標準，均冠有諸如 BS EN，DIN EN 等各國國家標準組織的名稱。根據 CEN/CENELEC 內部規定，以下歐盟成員的國家標準機構依法有責任實施以上的歐洲標準：奧地利、比利時、塞浦路斯、捷克共和國、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、冰島、愛爾蘭、意大利、拉脫維亞、立陶宛、盧森堡、馬爾他、荷蘭、挪威、波蘭、葡萄牙、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛文尼亞、西班牙、瑞典、瑞士和英國等共 29 國。另從提請指定 EN 15011 之業者所提供其依此標準製造的輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機安裝實績（附錄一），涵蓋美國、加拿大、印度、巴基斯坦、泰國、墨西哥、巴西、土耳其、越南、尼日利亞、坦尚尼亞、菲律賓、阿聯酋、俄羅斯、烏克蘭、馬來西亞、印尼、以色列、中國、埃及、沙地阿拉伯、緬甸、瓜地馬拉、阿爾及利亞、象牙海岸、阿曼、伊朗、馬爾他、哥倫比亞、巴拿馬等，顯示其廣為歐盟以外國家採認。

- 適用/涵蓋範圍

EN 15011 適用於能夠在軌道、跑道或路面上通過輪子行駛的橋型與門式起重機，以及安裝在固定位置沒有輪子的門式起重機。EN 15011 規定了橋式起重機和門式起重機，在製造商預見的使用條件下之所有重大危害、危險情況和事件，為消除或減少因這些危害所產生的風險，而須在設計上作出相應的安全要求。

對於額定負載在 4 噸以下的各種固定與自由移動的輕型起重設備，另有 EN 16851 [4] 來規範，不納入 EN 15011 的適用範圍。EN 15011 也不包括對人員提升的要求。另一方面，EN 15011 除對機器結構方面有所規定，也特別就橋型與門式起重機使用時可能發生的危害作出降低風險的設計規定，但並不包括在有潛在爆炸性之環境、電離輻射以及在超出 EN 61000-6-2 範圍的的電磁環境中操作而產生的特定危險。

上述之詳細適用/不適用範圍以及涵蓋/不涵蓋範圍參見表 1 和表 2。

至於 EN 13001-1 等標準則泛用於各式起重機，但只針對一般性的共同風險。對於特定形式的起重機則須參考該型起重機相關的 EN 標準。

表 1 EN 15011 適用/不適用範圍

適用	不適用
能夠在軌道、跑道或路面上通過輪子行駛的橋型起重機與門式起重機 安裝在固定位置沒有輪子的門式起重機	額定負載在 4 噸以下的各種固定與自由移動的輕型起重設備

表 2 EN 15011 涵蓋/不涵蓋範圍

涵蓋	不涵蓋
本標準所涵蓋的重大危害在第四章中列明	- 對人員吊升的要求 - 在有潛在爆炸性之環境、電離輻射以及在超出 EN 61000-6-2 範圍的的電磁場之環境。

1.2 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準架構與條文說明與完整性評估

業者送審的標準 DIN EN 15011：2022 與 DIN EN 13001-1：2015 等標準為現行版本。EN 15011 英文原文標準共有 98 頁，其中包含了前言與介紹共 4 頁；主文有 7 章共 51 頁；10 個附錄共 41 頁；參考書目 2 頁。EN 13001-1 英文原文標準則共有 37 頁，其中包含了前言與介紹共 2 頁；主文有 4 章共 27 頁；3 個附錄共 6 頁；參考書目 2 頁；其餘 EN13001 系列標準不在贅述。

DIN EN 15011：2022（以下簡稱 EN 15011）與 DIN EN 13001-1：2015（以下簡稱 EN 13001-1）及該系列標準的文本首先為一本國（德國）的前言，描述草擬本標準之國際委員會，以及德國參與此委員會的團體。同時也說明此現行標準與先前德國標準的主要差異。進入標準的正文，則為 EN 標準行文結構所共通的三個章節，分別是說明此標

準背景的前言、標準的適用範圍（第一章）和引用標準（第二章）。第三章是術語和定義，釐清標準內使用到的 8 個專有名詞或行業術語。

第四章列出橋式和門式起重機可能面對的重大危險清單(List of significant hazards)，包含所有顯著的危險、危險情況和事件，以及需要採取的相應措施在本標準的對應章節，重大危險清單是依據歐洲標準委員會 CEN(Comité Européen de Normalisation) 有關機器使用的安全規則指引（CEN Guide 414）[5]與業界所辨識出來的風險所撰寫。重大危險分以下大類：（1）機械危害；（2）電氣危害；（3）溫度危害；（4）噪音危害；（5）振動危害；（6）輻射危害，（7）材料危害；（8）不符人體工學之危害；（9）環境因素之危害；（10）控制系統失靈危害；（11）防護設備誤置危害；（12）零件作動及移動危害；（13）與人員工作位置相關之危害；（14）控制鈕佈置不良之危害；（15）對第三者之危害；（16）說明、指示不足之危害；（17）其他機械性事件與危害。針對每種危害樣態（除第 6 類放射性與電磁輻射危害不在本標準範圍），均有對應的章節（主要在第五章）規定業者如何透過適當的設計來防範。

第五章為安全要求和/或防護措施(Safety requirements and/or protective measures)，本標準中佔篇幅最多的一章，是有關安全的各相關規定，首先是通則(5.1)，聲明本標準沒有特別規定者的相關但非最重要的一般性危害，須按歐盟 EN ISO 12100 機械安全一般原理來考量。接著從新列舉了一系列起重機設計應參考的其他歐盟標準，這裡列舉的其實在第二章引用標準部份已列舉過，大概挑出特別重要一些重申。5.2 節是負載結構強度與穩定性的設計要求，詳細列舉了各種使用情形下的負載狀況與計算分析的規定。5.3 節為電氣設備的規定，包括電源與防感電要求，各種控制電路與邏輯，控制桿/鈕等規定與控制介面的安排；暫停安全裝置的開關如何多重防護；緊急停止按鈕的規定。5.4 節為非電氣類設備的規定，包括氣動、油壓、剎車、各吊升設備、移動相關設備，特殊危害如高溫表面的防護、鐳射、火災、廢氣、油箱，以及以單一控制室控制串接的起重機或滑車等要求。5.5 節為有關極限限制裝置如額度容量極限裝置，移動之極限裝置，以及各式顯示儀表。5.6 節為人機介面的相關規定，包括控制室/控制面板，防護罩，通道，照明，噪音防護。5.7 節為各種警示裝置的細節規定。

第六章為安全要求和/或防護措施的驗證(Verification of the safety requirements and/or protective measures)，驗證方式包括目視檢查，量測，試驗，計算分析與工程評估。對第五章各節列表說明應採用作為查證的方式。並規定一系列必須進行的測試。

第七章為使用資訊提供的規定(Information for use)，包括：7.1 總則(General)、7.2 操作者手冊(operator's manual)，7.3 使用者手冊（user's manual）及 7.4 額定容量標誌。其中操作手冊為操作的指引，而使用者手冊還包括如何訓練操作者，安裝，維護等指引。

至於 8 個附錄及一個調和宣告的附錄，均為參考性附錄：

附錄 A 為操作重度的界定方式指引，是有關負載頻譜以及工作的頻率方面依據 EN 13001-1 來分等級作為結構強度的設計依據。

附錄 B 為如何以操作時加速的情形依據 EN 13001-1 來分等級的指引。

附錄 C 為動態係數的計算，動態係數是用在結構設計時負載計算上。

附錄 D 傾斜（起重機行走方向與軌道方向成一角度）力計算。

附錄 E 支撐輪子的梁之翼緣局部應力計算。

附錄 F 噪音測試。

附錄 G 起重機支撐結構之受力計算。

附錄 H 特定種類起重機之適用標準選擇。

附錄 ZA 本歐洲標準與歐盟機械指令(Directive 2006/42/EC) 基本要求之關係，主要是說明 EN 15011 與歐盟機械指令調和。

另外，EN 15011 規範性引用文件包含：

EN 81-43:2009 電梯建造和安裝的安全規則 - 運輸人員和貨物的專用電梯 - 第 43 部分：起重機用電梯

EN 363:2018 個人墜落防護設備 - 個人墜落防護系統

EN 894-1:1997+A1:2008 機械安全 - 顯示器和控制執行器設計的人體工學要求 - 第 1 部分：人類與顯示器和控制執行器互動的一般原則

EN 894-2:1997+A1:2008 機械安全 - 顯示器和控制執行器設計的人體工學要求 - 第 2 部分：顯示器

EN 12077-2:1998+A1:2008 起重機安全 - 健康和安全要求 - 第 2 部分：限制和指示裝置

EN 12644-1:2001+A1:2008 起重機 - 使用和測試資訊 - 第 1 部分：說明

EN 12644-2:2000+A1:2008 起重機 - 使用和測試資訊 - 第 2 部分：標記

EN 13001-1:2015 起重機 - 整體設計 - 第 1 部分：一般原則和要求

EN 13001-2:2014 起重機安全 - 整體設計 - 第 2 部分：負載作用

EN 13001-3-1:2012+A2:2018 起重機 - 整體設計 - 第 3-1 部分：鋼結構的極限狀態和證明能力

EN 13001-3-2:2014 起重機 - 整體設計 - 第 3-2 部分：纜索系統中鋼絲繩的限制狀態和能力證明

EN 13001-3-3:2014 起重機 - 整體設計 - 第 3-3 部分：輪軌接觸的極限狀態和能力證明

EN 13001-1 的文本第一～三章與 EN 15011 第一～三章前的內容涵蓋方向相同，已如前所述。此標準重點在第四章，為對起重機的一般性安全規定，其中包括 通則(4.1)；承載能力確認計算（4.2），此節規定各種需要納入的力量組合及結構極限狀態確認；起

重機使用方式分類及等級劃分（4.3），此節主要考慮不同應用下受力的週次，各種力與加減速的出現頻率；負載歷程的細部計算（4.4）。

至於 3 個附錄，均為參考性附錄：

附錄 A 為特定種類起重機之適用標準選擇。此附錄與 EN 15011 的附錄 H 相同。

附錄 B 為分佈函數的處理。

附錄 ZA 本歐洲標準與歐盟機械指令(Directive 2006/42/EC) 基本要求之關係，主要是說明 EN 13001-1 與歐盟機械指令調和。

另外，EN 13001-1 規範性引用文件包含：

EN 13001-2 起重機安全 — 整體設計 — 第 2 部分：負載作用

EN ISO 12100:2010 機械安全 — 設計一般原則 — 風險評估與風險減少

ISO 2394 結構可靠度一般原則

ISO 4306-1:2007 起重機 — 字彙 — 第 1 部分：概述

綜而言之，由以上兩個標準的章節標題、章節架構、以及其內容，可以看到 EN 13001-1 等系列標準對於各種起重機的結構力學分析提出一般性的安全保障的要求，而 EN 15011 則特別針對橋式和門式起重機可能面對的重大危險作出規範與驗證的要求，兩個標準合起來，則對橋式和門式起重機的結構完整性分析與各種安全保護，從多方面考慮可能違反安全方面的狀況，作了頗為周詳的規定。該標準除了結構與安全保護裝置的設計提出要求之外，亦涵蓋與健康安全和噪音等人因工程相關因素，以及檢查、驗證、測試部分等。附錄部分亦包含了充分的參考性資料，並說明其與歐盟指令基本要求之關係。以此觀之，其內容之完整性應可大致給予肯定。

二、我國現行輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準與 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之綜合比較

2.1 我國現有輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機相關法令與標準

以起重機作為關鍵字在國家標準（CNS）檢索系統搜尋[搜尋日期為 112 年 11 月 20 日]，得到表 3 中 20 個 CNS 國家標準，其中 5 個為已廢止的標準，這些標準中，沒有特定針對輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機而訂立的標準。較為相關者為 CNS 6426 「起重機鋼結構部分之計算標準」[6]。

依起重升降機具安全規則第 2 條定義：“固定式起重機：指在特定場所使用動力將貨物吊升並將其作水平搬運為目的之機械裝置。”所稱「固定」並非不能移動，而是其移動僅限特定場所。因此橋型與門式貨櫃起重機為固定式起重機的範疇。我國針對危險機械中的固定式起重機之構造標準及安全檢查依據，為行政院勞工委員會於民國 94 年 5 月 12 日勞檢 2 字第 0940024056 號令發布，並於民國 103 年 06 月修正施行之「固定式起重機安全檢查構造標準」[7]。參照前述 EN 15011 與 EN 13001-1 標準簡介、沿革與適用/涵蓋範圍後，本報告後續比較分析將以「固定式起重機安全檢查構造標準」(以下簡稱「我國標準」)為依歸。

表 3 CNS 國家標準中與起重機有關的標準。

標準 總號	標準 類號	標準名稱	最新 日期
<u>4368</u>	B2213	圓螺紋（起重機吊鉤用） Lifting Hooks, Knuckle Threads	67/05/31
<u>4616</u>	C4140	電動起重機 Electric Hoists	73/09/19 (已廢止)
<u>4617</u>	C3057	電動起重機檢驗法 Method of Test for Electric Hoists	73/09/19 (已廢止)
<u>5510</u>	B1162	起重機詞彙－第 1 部：起重機之種類 Glossary of terms relating to cranes - Part 1: Kinds of cranes	97/06/27
<u>5675</u>	B1163	起重機詞彙－第 2 部：起重機之規格明細 Glossary of terms relating to cranes - Part 2: Ability of cranes	97/06/27
<u>5676</u>	B1164	起重機詞彙－第 3 部：起重機之動作 Glossary of terms relating to cranes - Part 3: Motion of cranes	97/06/27

<u>5677</u>	B1165	起重機詞彙－第 4 部：起重機之機械零組件 Glossary of terms relating to cranes - Part 4: Mechanical parts of cranes	97/06/27
<u>5678</u>	B1166	起重機詞彙－第 5 部：起重機之構造部分 Glossary of terms relating to cranes - Part 5: Structure of cranes	97/06/27
<u>6426</u>	B1216	起重機鋼結構部分之計算標準 Specification for the design of cranes structures	95/02/27
<u>6543</u>	B4039	架空移動起重機要 Overhead travelling cranes	95/02/27
<u>6544</u>	B4040	架空移動起重機用鑄鋼製直行車輪 Cast steel travelling wheel for overhead travelling cranes	95/02/27
<u>6615</u>	B4041	架空移動起重機用鍛鋼製直行車輪 Wrought steel travelling wheels for overhead travelling cranes	95/02/27
<u>6641</u>	B4042	架空移動起重機用鋼纜槽輪 Rope sheaves for overhead travelling cranes	95/02/27
<u>6643</u>	B4044	起重機之額定載重、額定速度與轉動半徑 Safe working loads, rated-speed and slewing radius of cranes	95/02/27
<u>7191</u>	B1243	起重機之變速箱 Reduction gears of cranes	95/02/27
<u>7598</u>	C4311	起重機用集電裝置 Contact Conductor with Insulating Cover for Crane	70/06/18
<u>9099</u>	C4364	起重機用配線管 Trolley Busways	71/07/21
<u>9223</u>	B1288	滾動軸承蓋連接尺度（起重機用） Cranes Covers for Ball and Roller Bearings Connecting Dimensions	71/08/19 （已廢止）
<u>9853</u>	D3150	自行式起重機性能試驗法 Test Code of Truck Cranes, Wheel Cranes and Crawler Cranes	72/01/12 （已廢止）
<u>10237</u>	B3436	起重機用手柄 Handles for Cranes	72/05/11 （已廢止）

2.2 「固定式起重機安全檢查構造標準」章節條文重點說明

「固定式起重機安全檢查構造標準」[7] 為民國 94 年頒布實施，最後於民國 103 年 06 月發佈修正，現行標準分成七章共 68 個條文和 6 個附表，七個章節依序是第一章總則、第二章結構部分、第三章機械部分、第四章附屬部分、第五章加工、第六章鋼索及吊鏈、第七章附則。各章節及條文重點說明簡列於表 4。

表 4 「固定式起重機安全檢查構造標準」章節及條文重點說明

章	節	條文	重點說明
第一章 總則		1~2	闡明標準之法源依據(第 1 條)和標準適用性全部或部分免除的但書 (第 2 條)
第二章 結構部分	第一節 材料	3~4	結構部分之材料規定(第 3 條)與計算用物理/機械性質常數(第 4 條)
	第二節 容許應力	5~11	- 結構部分之材料容許應力值(抗拉、抗壓、抗拉彎曲、抗壓彎曲、抗剪、承壓、挫曲)之計算公式(第 5~6 條) - 焊接部分之容許應力值(第 7 條) - 使用第 3 條第 1 項但書規定之材料時之容許應力值及其焊接處之容許應力值規定。(第 8 條) - 承載應力值隨動荷重之位置、方向、大小而變時之容許應力值(第 9 條) - 木材纖維方向之抗拉、抗壓、彎曲和抗剪等容許應力值(第 10 條) - 荷重組合規定(第 11 條)
	第三節 荷重	12~19	承載之荷重種類—垂直動、靜、水平動、熱、風、地震、衝擊等荷重(第 12 條)及各荷重定義與計算規定(第 13~19 條)
	第四節 強度	20~23	- 結構部分材料承載荷重所生之應力值之荷重組合計算規定(第 20 條) - 吊鉤之斷裂荷重與所承受之最大荷重比規定(第 21 條) - 結構部分之強度和剛性原則(第 22 條) - 架空式起重機之桁架最大撓度規定(第 23 條)
	第五節 安定度	24	確認翻倒支點之安定力矩值大於翻倒力矩值之安定度計算規定(第 24 條)
	第六節 拉條	25	纜索起重機之拉條規訂(第 25 條)
第三章 機械部分	第一節 制動器	26~28	- 吊升裝置及起伏裝置之制動器規定(第 26 條) - 起重機之直/橫行裝置之制動器規定(第 27、28 條)
	第二節 捲胴	29~32	- 以鋼索供作吊升裝置時，其捲胴、槽輪或平衡輪之節圓直徑與鋼索直徑比之規定和計算公式 (第 29 條) - 有槽式捲胴捲進鋼索時，鋼索中心線與所進入之槽之中心線間夾角；無槽式捲胴捲之遊角(第 30 條) - 鋼索與捲胴、伸臂、吊運車架、吊鉤組等之連結規定(第 31 條) - 捲胴、軸、銷及其他組件之強度和使用規定(第 32 條)

	第三節 安全裝置	33~42	- 使用鋼索或吊鏈之吊升及起伏裝置之應設置過捲預防裝置(第 33 條) - 過捲預防裝置規定(第 34 條) - 伸臂起重機之過負荷預防裝置規定(第 35 條) - 具有起伏動作之伸臂起重機操作規定(第 36 條) - 使用液壓或氣壓為動力之吊升及起伏裝置之防止壓力過升之安全閥規定(第 37 條) - 齒輪、軸、聯結器等回轉部分之規定(第 38 條) - 走行固定式起重機之電鈴、警鳴器等警報裝置規定(第 38 條) - 吊鉤規定(第 40 條) - 隨荷物移動之起重機之直行及橫行速度規定(第 41 條) - 頂升式吊升裝置之保持機構規定(第 42 條)
	第四節 電氣部分	43~47	- 固定式起重機之電磁接觸器操作規定(第 43 條) - 固定式起重機控制裝置操作規定(第 44 條) - 地面上之操作用開關器規定(第 45 條) - 供電線(電壓 < 750V)之設置規定(第 46 條) - 供電線(電壓 > 750V)之設置規定(第 47 條)
第四章 附屬部分	第一節 緩衝裝置	48~49	- 規定須架設緩衝裝置之起重機種類(第 48 條) - 二部以上之起重機並置於同一軌道上時之防撞、緩衝裝置或緩衝材規定(第 49 條)
	第二節 防止逸走裝置	50~51	- 屋外起重機之防止逸走裝置規定及承受風荷重之計算規定(第 50 條) - 屋外起重機之直行原動機馬力與風速關係(第 51 條)
	第三節 走道等	52~55	- 需設置走道的起重機種類及走道規定(第 52 條) - 吊升荷重在三公噸以上之伸臂起重機應設攀登梯(第 53 條) - 攀登梯之設置規定(第 54 條) - 階梯之設置規定(第 55 條)
	第四節 駕駛室及駕駛台	56~58	- 規定須設置駕駛室/駕駛台之情況(第 56 條) - 裝設駕駛室/駕駛台之規定(第 57 條) - 使用鋼索或吊鏈懸吊駕駛室或駕駛台之設置(第 58 條)
第五章 加工		59~62	結構部分之 - 鋼材焊接規定(第 59 條) - 鉚釘孔及螺栓孔規定(第 60 條) - 螺栓、螺帽、螺釘、銷、鍵及栓等規定(第 61 條) - 絞車規定(第 62 條)

第六章 鋼索及 吊鏈		63~65	- 鋼索之安全係數值、計算公式和使用規定(除頂升式吊升裝置用外)(第 63 條) - 吊鏈之安全係數值、計算公式和使用規定(第 64 條) - 頂升式吊升裝置用鋼索之安全係數值、計算公式和使用規定(第 65 條)
第七章 附則		66~68	- 銘牌標示內容規定(第 66 條) - 第 67 條已刪除 - 本標準實施起始日期，自發布日施行(第 68 條)

至於 6 個附表，則為：

附表一 挫曲係數

附表二 減低率

附表三 作業係數

附表四 吊升裝置等之等級

附表五 鋼索掛法修正係數

附表六 槽輪效率

2.3 CNS 6426 「起重機鋼結構部分之計算標準」章節條文重點說明

CNS 6426 「起重機鋼結構部分之計算標準」為民國 69 年頒布實施，現行版本為 CNS 6426：2006。標準內容共有 38 頁、16 個條文，條文重點說明簡列於表 5。

表 5 CNS 6426 「起重機鋼結構部分之計算標準」條文重點說明

編號	條文標題	重點說明
1	適用範圍	本標準適用於計算一般起重機之鋼結構部分之設計。但依適當之理論或實驗可證明者，得不依本標準之算式與數值。
2	名詞之定義	本標準所使用之名詞依據 CNS 5510(種類)、CNS 5675(功能、動作)、CNS 5677(機械零組件)、CNS 5678(結構)等。
3	材料	規定起重機鋼結構部分使用之材料及鋼材之常數。
4	起重機之分類	依起重機作業性能條件分為 I、II、III、IV 等 4 類。並依用途列表舉例各種起重機之型式所屬類別。
5	載重	1. 鋼結構部分之計算應考慮之各項載重：捲揚、本身、水平(慣性力、離心力)、車輪之側向力、風力、熱引起之載重、地震、對緩衝器之衝擊載重、對人行道等之載重、其他(積雪載重或特殊作業)。 2. 載重計算之增加係數：衝擊係數、作業係數。 3. 載重之組合。

6	容許應力	1. 容許力之計算方法。 2. 結構構件與熔接部分之容許應力。 3. 鉚釘、螺栓與銷等之容許應力。 4. 容許疲勞應力：結構構件與熔接部分、鉚釘與螺栓部分。
7	拉力構件之計算	拉應力計算公式與規定。
8	抗壓構件之計算	壓縮應力計算公式與規定。
9	承受彎曲與扭曲之箱形桁架之計算	承受彎曲與扭曲之箱形桁架之計算公式與規定。
10	構件曲軸方向力產生彎曲之計算	對於構件在軸方向力產生彎曲之計算公式。
11	熔接接頭之計算	1. 作用於承受拉力、壓縮或剪力之接頭之應力計算公式 2. 彎曲力矩與剪力同時作用之接頭之應力計算公式
12	板之局部挫屈計算	1. 板之局部挫屈強度計算規定 2. 壓縮應力與剪應力單獨作用時之計算公式 3. 垂直應力與剪應力同時作用時之計算公式
13	對防止翻倒之安定度與防止風引起之滑動	1. 安定度之計算公式及不同用途(一般起重機、營建用塔型起重機、固定式或僅可迴轉之起重機)之載種條件規定。 2. 防止風引起之逸走之規定。
14	承受軸方向之構件設計細節	1. 構件或接頭之設計規定。 2. 抗拉構件之有效斷面積規定。 3. 細長比之計算公式與限制。 4. 高度可變化之抗壓構件計算公式與規定。 5. 抗壓結構計算公式與規定。 6. 作用於抗壓結構之剪力計算公式與規定。
15	承受彎力之桁架設計細節	1. 桁之結合鉚釘或螺栓計算公式與規定。 2. 直接承受車輪載重之鉚釘、螺栓或熔接部分之規定。 3. 承受彎力之桁腹板接頭計算公式與規定。
16	熔接構造之設計細節	1. 主構件之熔接規定。 2. 熔接接頭之有效厚度規定。 3. 熔接接頭之有效長度規定。

本標準(CNS 6426)之引用標準：

- CNS 153 粗製墊圈
- CNS 575 鉚接用鋼棒
- CNS 2473 一般結構用軋鋼料
- CNS 3124 六角頭螺栓（鋼結構用）
- CNS 3127 六角頭螺帽（總則）
- CNS 3828 機械構造用碳鋼鋼料
- CNS 4269 銲接結構用耐候性熱軋鋼料

- CNS 4435 一般結構用碳鋼鋼料
- CNS 5510 起重機名詞－第 1 部：起重機之種類
- CNS 5675 起重機名詞－第 2 部：起重機之功能
- CNS 5676 起重機名詞－第 3 部：起重機之動作
- CNS 5677 起重機名詞－第 4 部：起重機之機械零組件
- CNS 5678 起重機名詞－第 5 部：起重機之結構

從以上 CNS 6426 的章節及其內容，可以看到其內容與重點和涵蓋在「固定式起重機安全檢查構造標準」有關結構分析的部份內，其範圍並無超出「固定式起重機安全檢查構造標準」，可說是「固定式起重機安全檢查構造標準」有關結構分析部份的參考標準。

2.4 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準與我國標準之異同分析

EN 15011 規定了適用於能夠在軌道、跑道或路面上以輪子行駛的橋型與門式起重機，以及安裝在固定位置沒有輪子的門式起重機。但不包含懸掛式或獨立式輕型起重機系統；柱式懸臂起重機；壁掛式懸臂起重機。EN 13001-1 則為一般性通用於各種起重機的標準。我國標準「固定式起重機安全檢查構造標準」[7] 沒有指定固定式起重機種類，但從其標題以及內容，可以判斷其適用於所有固定式起重機。所以就適用範圍而言，EN 15011 與 EN 13001-1 可說是「固定式起重機安全檢查構造標準」的一個子集。

至於 CNS 6426「起重機鋼結構部分之計算標準」之前四條內容為本標準之適用範圍(一般起重機之鋼結構部分之設計)、名詞定義、材料和起重機之分類等，不涉及實際之技術檢查項目，第 5-16 條則包括載重、容許應力、抗拉/抗壓、彎曲、扭曲、熔接、板之挫屈、安定度、桁架等之計算公式，這方面之詳細程度與「固定式起重機安全檢查構造標準」有所不同，但整體而言，CNS6426 之重點和範圍並無超出「固定式起重機安全檢查構造標準」，可說是「固定式起重機安全檢查構造標準」的參考標準。

故本報告將以我國標準「固定式起重機安全檢查構造標準」的條文內容為主，檢驗 EN 15011 與 EN 13001-1 是否有相對應的規定，並分析兩方標準之異同，探討其規定是否能完全滿足我國標準的要求。由於第一章(總則)不涉及實際之技術檢查項目，應無與 EN 15011 與 EN 13001-1 比較的必要，以下將依序就第二~七章「結構部分」、「機械部分」、「附屬部分」、「加工」、「鋼索及吊鏈」和「附則」等進行分析比較。

- 結構部分

結構部分在我國的「固定式起重機安全檢查構造標準」的第二章，共 6 節有 23 個條文。

- 第一節 材料：

本節有 2 個條文(第 3~4 條)，主要規定了結構的材料和計算相關的機械性質參數。第 3 條規定結構部分之材料應符合國家標準(CNS)，或具有同等以上化學成分及機械性質之鋼材，但經中央主管機關認可之耐蝕鋁合金等材料，不在此限。上述 CNS 標準包括：CNS 575、CNS 2473(SS400 鋼材)、CNS 2947、CNS 4269、CNS 4435 (STK400、STK490 或 STK540 鋼材)、CNS4437(十三種、十八種、十九種或二十種鋼材)、CNS 7141、CNS 11109 和 CNS 13812 等；第 4 條則規定鋼材計算應使用之機械性質應使用之常數如表 6。

表 6 材料機械性質參數

常 數 種 類	數 值
縱彈性係數 E (Modulus of elasticity) 單位：牛頓／平方公厘 (公斤／平方公分)	206,000 (2,100,000)
剪彈性係數 G (Shear modulus of elasticity) 單位：牛頓／平方公厘 (公斤／平方公分)	79,000 (810,000)
蒲松氏比 ν (Poisson's ratio)	0.3
線膨脹係數 α (Coefficients of thermal expansion) 單位： $^{\circ}\text{C}^{-1}$	0.000012
比重 γ (Specific gravity)	7.85

EN 15011 與 EN 13001-1 等標準的條文中並沒有針對各式構件所應使用的材料作出規定，也未提供相關之材料機械性質參數，也沒有直接引用到有關材料的標準。但 EN 15011 所引用標準 EN 13001 系列中的 EN 13001-3-1 [8] 之第 4 章 4.2 節為結構件使用材料的相關規定 (Materials for structural members)，其 4.2.1 節為材料編號與一般性質 (Grades and qualities) 規定，結構件必須使用鋼，可採用符合歐盟 EN 10025 及 10149 系列不同熱處理及成分的結構用碳鋼及低合金鋼 [9-14]，也可採用符合 EN 10088-2 的沃斯田系列不銹鋼[15]。這些材料的公稱降伏與拉伸強度在 EN 13001-3-1 中有所規範，另 EN 13001-3-1 之第 4 章 4.2.2 節也規定材料的衝擊韌性，4.3.2 節則規定所採用的螺栓之材料。

由以上資料判斷 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準對材料方面的要求，細節內容各依據其本土的材料規範，但其精神上，應可視為與「固定式起重機安全檢查構造標準」第 3 與第 4 條符合。

- 第二節 容許應力：

本節有 7 個條文(第 5~11 條)，主要規定了結構部分之材料容許應力值之計算公式，包括第 5 條中的抗拉、抗壓、抗拉彎曲、抗壓彎曲、抗剪和承壓等容許應力；第 6 條中的挫曲容許應力；第 7 條中的焊接部分之容許應力值；第 9 條中的承載應力值，其中包含隨垂直動荷重之位置/大小及隨水平動荷重方向/大小而變時的兩種情況之容許應力值；第 10 條中規定結構部分使用木材時，針對各種木材之纖維方向的抗拉、抗壓、彎曲和抗剪等的容許應力值，以及容許挫曲應力值之計算公式。而第 8 條規定第 3 條第 1 項但書規定之材料須在中央主管機關認可材料之化學成分及機械性質之值以下；第 11 條則規定第 5~8 條所規定之容許應力值，於第 20 條之荷重組合 B 應於百分之十五限定範圍內增值；荷重組合 C 應於百分之三十限定範圍內增值。以下逐條探討「固定式起重機安全檢查構造標準」的 5~11 條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準之異同。

第 5 條：

結構部分使用第三條第一項規定之鋼材時，其容許抗拉應力、容許抗壓應力、容許抗拉彎曲應力、容許抗壓彎曲應力、容許抗剪應力及容許承壓應力值，應依下列各式計算：

$$\begin{aligned}\sigma_{ta} &= \sigma_a \\ \sigma_{ca} &= \frac{\sigma_a}{1.15} \\ \sigma_{bat} &= \sigma_a \\ \sigma_{bac} &= \frac{\sigma_a}{1.15} \\ \tau &= \frac{\sigma_a}{\sqrt{3}} \\ \sigma_{da} &= 1.42 \sigma_a\end{aligned}$$

式中之 σ_a 、 σ_{ta} 、 σ_{ca} 、 σ_{bat} 、 σ_{bac} 、 τ 及 σ_{da} 分別表示下列之值：

σ_a ：取下列任一較小者：

1. 降伏點或降伏強度除以 1.5。單位：牛頓/平方公厘（公斤/平方公分），以下均同。
2. 抗拉強度除以 1.8。

σ_{ta} ：容許抗拉應力。

σ_{ca} ：容許抗壓應力。

σ_{bat} ：容許抗拉彎曲應力。

σ_{bac} ：容許抗壓彎曲應力。

τ ：容許抗剪應力。

σ_{da} ：容許承壓應力。

EN 15011 與 EN 13001-1 中雖無如「固定式起重機安全檢查構造標準」般提到容許應力的條文，但其所引用標準 EN 13001-3-1 [8] 中，第 5 章為針對強度之確認，其中有關容許的極限正應力及剪應力有明確定義如下：

$$f_{Rd\sigma} = \frac{f_y}{\gamma_{Rm}} \quad \text{for normal stresses} \quad (\text{正應力})$$

$$f_{Rdt} = \frac{f_y}{\gamma_{Rm} \sqrt{3}} \quad \text{for shear stresses} \quad (\text{剪應力})$$

$$\text{with } \gamma_{Rm} = \gamma_m \times \gamma_{sm}$$

其中： f_y —降伏應力； γ_{Rm} —Total resistance factor，相當於安全因子，由以下兩個係數的乘積來決定， γ_m —General resistance factor (=1.1), γ_{sm} 為 specific resistance factor, 視材料等級與製程而定：

For non-rolled material

$$\gamma_{sm} = 0,95$$

For rolled materials (e.g. plates and profiles):

$$\gamma_{sm} = 0,95 \quad \text{for stresses in the plane of rolling}$$

$$\gamma_{sm} = 0,95 \quad \text{for compressive and shear stresses}$$

For tensile stresses perpendicular to the plane of rolling:

Material shall be suitable for carrying perpendicular loads and be free of lamellar defects.

$$\gamma_{sm} = 1,0 \quad \text{for plate thicknesses less than 15 mm or material in quality classes Z25 or better in accordance with EN 10164:2004}$$

$$\gamma_{sm} = 1,16 \quad \text{for material in quality class Z15 in accordance with EN 10164:2004}$$

$$\gamma_{sm} = 1,34 \quad \text{for materials without quality classification in accordance with EN 10164, but conforming to classes S2 and E3 of EN 10160:1999}$$

$$\gamma_{sm} = 1,50 \quad \text{without quality classification of through-thickness property}$$

比較「固定式起重機安全檢查構造標準」第 5 條與上述 EN 13001-3-1 對容許應力的規定，其相同處是容許應力的界定的邏輯理念一樣，此方面包括以材料拉伸性質為基礎，對不同形式負載所產生不同的應力由材料力學的破壞準則（failure criterion）而定。如容許剪應力為容許拉伸應力除以 $\sqrt{3}$ ，另加上一定的安全因子。其相異處則在「固定式起重機安全檢查構造標準」針對降伏與拉伸強度兩者的一定比例取其小者，而 EN 13001-3-1 則僅針對降伏強度定義。另各安全因子的細節也有較顯著的差異，總的來說「固定式起重機安全檢查構造標準」所取的安全因子較高。此外，EN 13001-3-1 第 5 章對螺栓接點的容許應力、插銷接點的容許應力、空心細長梁接點容許應力及表面接觸件之間的滑動阻力等不同構件型態，另有詳細的規定。除靜態強度外，EN 13001-3-1 第 6 章對不同構件的容許疲勞應力幅，也有相當詳細的規定。EN 13001-3-1 對構件材料的容許應力的規定涵蓋其第 5、6 及 7 章，佔了約 30 頁的篇幅，其考慮遠較「固定式起重機安全檢查構造標準」周詳。

第 6 條：

結構部分使用第三條第一項之鋼材時，其容許挫曲應力值，應依下列各式計算：

$$\lambda < 20 \text{ 時， } \sigma_k = \sigma_{ca}$$

$$20 \leq \lambda \leq 200 \text{ 時， } \sigma_k = \sigma_{ca} / \omega$$

式中之 λ 、 σ_k 、 σ_{ca} 及 ω 分別代表下列之值：

λ ：有效細長比。

σ_k ：容許挫曲應力。

σ_{ca} ：容許抗壓應力。

ω ：挫曲係數，依「固定式起重機安全檢查構造標準」附表一規定。

有關的挫曲係數 ω ，在「固定式起重機安全檢查構造標準」中提供了七個挫曲係數表來讓使用者依有效細長比 λ 來查 ω 參數，此七個表分別針對以下七種降伏強度之鋼材：降伏強度 $\sigma_y < 245 \text{ N/mm}^2$ 、 $245 < \sigma_y < 325 \text{ N/mm}^2$ 、 $325 < \sigma_y < 365 \text{ N/mm}^2$ 、 $365 < \sigma_y < 460 \text{ N/mm}^2$ 、 $460 < \sigma_y < 575 \text{ N/mm}^2$ 、 $575 < \sigma_y < 620 \text{ N/mm}^2$ 、 $620 < \sigma_y < 685 \text{ N/mm}^2$ ，來界定其挫曲係數。詳細之挫曲係數值參見「固定式起重機安全檢查構造標準」[7] 之附表一。

EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中雖無如「固定式起重機安全檢查構造標準」般提到詳細的容許挫曲應力，但其所引用標準 EN 13001-3-1 [8] 之第 8 章為針對彈性穩定性之確認，其中包括 8.2 節構件在壓縮施力下挫屈的分析，對細長桿件的挫

屈，是採用歐拉臨界挫屈負載公式來計算，其基本原理與「固定式起重機安全檢查構造標準」本條相若，除了基本為桿形件之挫屈外，EN 13001-3-1 在 8.3 節尚包括不同截面構件，平板構件受到軸向，橫向及剪應力下挫屈的分析以及容許受力的驗證。

第 7 條：

本條文是牽涉到焊接連接時，焊接部分的容許應力的規定，在 EN 15011 與 EN 13001-1 本身雖無相同的條文，但其所引用的標準 EN 13001-3-1 [8]，其第 5 章 5.2.5 節有專門針對焊接連接之極限設計應力 $f_{w,Rd}$ 作出規定，其基本計算方式為：

$$(a) \quad f_{w,Rd} = \frac{\alpha_w \times f_y}{\gamma_m} \quad \text{或} \quad (b) \quad f_{w,Rd} = \frac{\alpha_w \times f_{uw}}{\gamma_m}$$

其中： f_y —焊接連接在一起的所有元件材料中降伏應力之較低者， f_{uw} —焊材之拉伸強度， γ_m 為上述第 5 條提到的 General resistance factor (=1.1)， α_w 視材料降伏應力、焊道型態、焊道承受拉或壓應力，應力與焊道相對方向以及選用公式 (a) 或 (b) 依下表 7 決定：

表 7 EN 13001-3-1 有關 α_w 的規定

Type of weld material	Direction of stress	Type of weld	Type of stress	Equation number	α_w		
					$f_y \leq 420$ N/mm ²	$f_y > 420$ $f_y < 930$ N/mm ²	$f_y \geq 930$ N/mm ²
Matching (f_y refers to the welded members)	Stress normal to the weld direction	Full penetration weld	Tension or compression	(a)	1,0		- ^b
		Partial penetration weld ^a	Tension or compression	(a)	0,90		- ^b
	Stress parallel to the weld direction	All welds	Shear	(b)	0,60		- ^b
Under-matching (f_y refers to the weld material)	Stress normal to the weld direction	Full penetration weld	Tension or compression	(b)	0,80	0,85	0,90
		Partial penetration weld ^a	Tension or compression	(b)	0,70	0,75	0,80
	Stress parallel to the weld direction	All welds	Shear	22	0,45	0,50	0,50

EN 13001-3-1 沒有相應於「固定式起重機安全檢查構造標準」的經放射檢查合格可提升容許應力的選項。整體而言，EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準群對鉚接連接之極限設計應力

第 8 條：

本條文提及使用第 3 條第 1 項但書規定之材料時，其容許應力值及其結構部分焊接處之容許應力值，應於中央主管機關認可材料之化學成分及機械性質之值以

下。這部分在 EN 15011 與 EN 13001-1 或其相關的 EN 13001-3-1 所引用的材料規範中，並無述及此但書中所提的耐蝕鋁合金材料。

第9條：

承載應力值隨垂直動荷重之位置或大小，及水平動荷重方向或大小而變時，應確認容許疲勞應力值為第五條至第八條規定之容許應力值以下。

在 EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中並無如「固定式起重機安全檢查構造標準」所述及有關容許疲勞應力的條文，但其所引用標準 EN 13001-3-1 [8]，其第 6 章對容許之疲勞應力值有相當詳細的分析方法及規定，其中對構件型態，如有焊接則包括焊接的型態，平均應力，構件之疲勞設計理念為 Fail safe 或 non-Fail safe, 起重機之設計使用狀況（按 EN 13001-1 規定的負載形式及預計負載週期進行分類）等來加以決定。

總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 其所引用之標準在「疲勞應力」部分的規定和計算方法相較於「固定式起重機安全檢查構造標準」更為詳細。

第10條：

「固定式起重機安全檢查構造標準」本條為使用木材作為結構材料時各種木材在纖維方向的抗拉、抗壓、彎曲和抗剪挫曲等容許應力值，以及容許挫曲應力值之計算公式的規定，EN 15011 與 EN 13001-1 條文，以致其所引用的各標準，均無使用木材作為結構部分材料。

第11條：

第五條至第八條規定之容許應力值，於第二十條第一項表中荷重狀態 B 之荷重組合，應於百分之十五限定範圍內增值；同表中荷重狀態 C 之荷重組合，應於百分之三十限定範圍內增值。

本條文的意義是當考慮的「荷重組合」涵蓋得越完整，所計算的結構受力就越靠近真實狀況，因此容許應力值就不需要為未知因素而訂得過度保守。第 5 條規定材料降伏強度要除以 1.5，拉伸強度除以 1.8 作為容許應力值，即只容許使用材料降伏強度的 67%或拉伸強度的 56%，以本條放寬 15%，即可使用材料降伏強度的 77%或拉伸強度的 64%。如放寬 30%，即可使用材料降伏強度的 87%或拉伸強度的 72%。

EN 15011 與 EN 13001-1 以至其所引用的標準對容許應力值沒有放寬的規定，但如上文第 5 條所引述 EN 13001-3-1 [8] 的規定，容許應力是以材料降伏強度打一定

折扣，所打折扣是以降伏強度除一個公稱標準值 $\gamma_m (=1.1)$ ，另就不同材料特性再加調整，延展性高的材料再略為放寬，延展性低或性質較不確定的材料則予縮減，以公稱標準值 γ_m 來看，相當於可使用材料降伏強度的 91%。相較與我國「固定式起重機安全檢查構造標準」，比放寬 30%後還要寬裕一些。而 EN 標準對於起重機受力的計算卻非常嚴格，荷重方面的考量遠較「固定式起重機安全檢查構造標準」周詳，而且荷重組合中對於較危險的荷重要加以放大，以提供足夠的安全餘裕。

由此觀之，我國「固定式起重機安全檢查構造標準」對安全餘裕的確保著重在材料強度方面作較保守的限制其容許值，再視荷重計算的完整性適度放寬，而 EN 標準則採單一的材料強度容許值，而對荷重類別的危險性作加權放大，思路不同但同樣達到保障安全餘裕的效果。

綜上所述，對於整個第二節容許應力的各條文之規定，我國「固定式起重機安全檢查構造標準」與 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準以至其所引用的標準羣，細節上有所不同，但以規定背後欲達到的目標論，EN 15011、EN 13001-1 等標準與「固定式起重機安全檢查構造標準」是相符的，而以詳略而論，EN 15011、EN 13001-1 等標準在這些項目的細節遠較「固定式起重機安全檢查構造標準」周詳。

- 第三節 荷重：

本節有 8 個條文(第 12~19 條)，主要規定了承載之荷重種類(垂直動/靜、水平動、熱、風、地震、衝擊等荷重)及計算規定。第 12 條列舉結構部分承載之荷重種類(垂直動、垂直靜、水平動、熱、風、地震、衝擊等荷重)；第 13 條說明垂直動荷重之定義；第 14 條說明垂直靜荷重之定義；第 15 條提及水平動荷重之計算規定，包含慣性力、離心力、車輪側向力和其有效軸距等；第 16 條提及風荷重之計算規定和公式；第 17 條說明熱荷重之定義；第 18 條說明地震荷重之定義；第 19 條提及衝擊荷重之計算規定，包含起重機無/有吊掛物和吊掛物有撞擊地面障礙物之虞等三種情況。本節各條基本為固定式起重機可能面對的荷重分類，以及各種荷重計算的規定。以下茲就本節與 EN 15011 與 EN 13001-1 對荷重方面規定之異同作一比較。

歐盟標準方面，EN 15011 規定荷重依 EN 13001-2 [16] 計算，後者第 4 章 4.2 節為荷重的規定，作用於起重機的荷重被分為三類：常規負載(regular loads)，偶發負載(occasional loads)及異常負載(exceptional loads)，

常規負載是指正常運作時常出現的負載，包括：

- a) 起重機受起升重物和重力作用引發激振效應，從而作用在起重機質量的負載；

- b) 鬆垮繩索在地上重物突然被提昇，或重物突然被釋放時，所引發的動態垂直慣性與重力效應負載；
- c) 在不平坦的表面上行駛所造成的負載；
- d) 各種起重機驅動裝置加速運動所引起的負載；
- e) 操作的位移引起變形的負載；
- f) 由於船舶傾斜和移動而產生的負載（適用於裝在船舶的起重機）。

偶發負載不常發生，在疲勞評估中它們通常被忽略，包括：

- a) 運轉中風所造成的負載。
- b) 雪和冰負載；
- c) 由於溫度變化所引起的負載；
- d) 在導軌行走的起重機傾斜時，軌道對起重機所造成的負載。

異常負載也是不常發生，在疲勞評估中它們也通常被忽略，包括：

- a) 突然以最大速度起吊地上物品所造成的負載；
- b) 風力過高暫停服務下的風負載；
- c) 試驗造成的負載；
- d) 碰撞緩衝所造成的負載；
- e) 受水平約束以滑輪車滑動的裝置因外物造成傾斜所引起的負載；
- f) 緊急切斷所引起的負載；
- g) 超負載限制裝置在動態切斷時所產生的負載；
- h) 超負載力矩限制裝置在動態切斷時所產生的負載；
- i) 吊升物斷落而造成的負載；
- j) 機構或零件失效所引起的負載；
- k) 起重機支承點受外部激勵所引起的負載；
- l) 起重機安裝和拆除所引起的負載；
- m) 起重機處於休止位置（**stowage position**）時因船舶傾斜和移動而產生的負荷。（適用於裝在船舶的起重機）

對於以上各種負載的計算方式，在 EN 13001-2 [16] 均有詳細說明其計算方法。

EN 15011 對於負載沒有提到如上那麼多細節，僅綱要性指出須依據 EN 13001-2 [16]，但因 EN 15011 的橋型與門式起重機，尤其裝有輪子可以行走者，在戶外使用

的可能性頗大，故 EN 15011 特別提出戶外使用者須以 25 年固定置於戶外來考慮風負載因素。而室內使用者，仍須以 5 年停泊在戶外的狀況來考慮風負載。另考慮到此類起重機很多時候在固定的導軌上行走，因此也特別針對在導軌行走的起重機傾斜（skewing）時，軌道對起重機所造成的負載的計算詳細規定。

比較我國與歐盟 EN 15011 與 EN 13001-1 以至其所引用的標準羣對負載的分類與規定，可以看到對負載的關切的重點基本相同，而 EN 15011 與 EN 13001-1 以至其所引用的標準羣不單涵蓋「固定式起重機安全檢查構造標準」所列舉的荷重分類，同時考慮到更多可能發生的負載，其中如冰雪負載我國較不適用，但很多其他負載的詳細分類是合理適用，歐盟標準對荷重的分類以及每種荷重計算方式所提供的細節遠較我國「固定式起重機安全檢查構造標準」詳細，故基本符合我國標準殆無疑義。惟我國特殊的地震及颱風的狀況，在歐盟沒有或不常見，其為當地適用的設計如使用在我國，需要指定能應付我國這些異常天候狀況的額外要求。

- 第四節 強度：

本節有 4 個條文(第 20~23 條)，第 20 條提及結構部分材料承載荷重所生之應力值之荷重組合計算規定；第 21 條提及吊鉤之斷裂荷重與所承受之最大荷重比規定；第 22 條提及結構部分之強度和剛性原則；第 23 條提及架空式起重機之桁架最大撓度規定。以下探討「固定式起重機安全檢查構造標準」的 20~23 條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第 20 條：

本條規定起重機不同使用狀態下應考慮的荷重組合之內容以及計算方式如表 8。各應力值須取荷重組合中最不利之情形計算。

表 8「固定式起重機安全檢查構造標準」規定須考慮的荷重組合

荷重狀態	荷 重 組 合
A	$M[\Psi(\text{垂直動荷重}) + (\text{垂直靜荷重}) + (\text{水平動荷重})] + (\text{熱荷重})$
B	$M[\Psi(\text{垂直動荷重}) + (\text{垂直靜荷重}) + (\text{水平動荷重})] + (\text{作業時之風荷重}) + (\text{熱荷重})$
C	$(\text{垂直動荷重} + \text{垂直靜荷重} + \text{地震荷重} + \text{熱荷重})$ 或 $(\text{垂直動荷重} + \text{垂直靜荷重} + \text{衝擊荷重} + \text{熱荷重})$ 或 $(\text{垂直靜荷重} + \text{停止時之風荷重} + \text{熱荷重})$
備註：表中 Ψ 及 M 分別表示下列之值： 1、 Ψ ：衝擊係數，依下式計算之值。 (1) 伸臂起重機 $\Psi = 1 + 0.3V$	

但 $1+0.3V < 1.10$ 時 $\Psi = 1.10$
 $1+0.3V > 1.30$ 時 $\Psi = 1.30$
 (2) 其他類型起重機
 $\Psi = 1+0.6V$
 但 $1+0.6V < 1.10$ 時 $\Psi = 1.10$
 $1+0.6V > 1.60$ 時 $\Psi = 1.60$
 式中之 V ：上升之額定速率值（公尺／秒）
 $2、M$ ：作業係數，依附表三規定。

EN 15011 規定荷重組合須依據 EN 13001-2 [16] 計算，而後者第 4 章 4.3 節專門針對荷重組合作出規定。EN 13001-2 也將荷重組合分成 A、B、C 三類，其中 A 類組合是正常使用下各常規的施力的可能組合，B 類組合是常規的施力加上偶發的施力，至於 C 類組合則是常規的施力加上不常見的異常施力，各類組合另進一步細分，A 類有 A1~A4，B 類有 B1~B5，C 類有 C1~C12。不同細類主要差別是考慮到不同荷重組合狀況下可能會出現不同的荷重形式，這 21 類組合的內容如

表 9 所述。

對於各不同荷重形式，EN 13001-2 是以一些動態因子 ϕ_i 、風險係數 γ_n 以及安全因子 $\gamma_{p,i}$ （數值如表 10）來加以放大：

$$f_{d,i} = \gamma_n \times \gamma_{p,i} \times f_i$$

其中 $f_{d,i}$ 為某荷重形式在設計計算所採用的負載數值， γ_n 為風險係數，在 1~2 間， $\gamma_{p,i}$ 為相關的安全因子（EN 標準中稱為 **partial safety factor**），而 f_i 則為已納入動態效應 ϕ_i 因子的荷重。換言之實際的荷重數值，被 ϕ_i 、 γ_n 、 $\gamma_{p,i}$ 等加以放大所謂設計值，不同荷重組合中，將相關的各荷重值算出後疊加在一起作為整體受力。

表 9 EN 13001-2 各荷重組合的細類分組的具體內容 [16]。

Load Combination	Description
A1	Hoisting and moving loads; Accelerations of those movements only, which occur regularly with hoisting movement, are to be taken into account
A2	Sudden release of part of the hoist load; Effects from other movements than hoisting are combined as in A1.
A3	Load or lifting attachment suspended; With a suspended load or lifting attachment, any combination of accelerating or decelerating forces caused by any of the drives, including the hoist drive, or of their sequence during positioning movements, shall be taken into account in accordance with the intended normal operation as well as the control of the drives.
A4	Travelling with load on an uneven surface or track, without the effects from hoisting movement;
B1 to B4	Equivalent to A1 to A4 but with the addition of in-service wind and loads from other environmental actions taken into account;
B5	Crane under normal operation, travelling on an uneven surface at constant speed and skewing, with in-service wind and loads from other environmental actions.
C1	Crane under in-service conditions, hoisting a grounded load at exceptional hoisting speed, applying ϕ_{2C} see Table 3
C2	Crane under out-of-service conditions, including out-of-service wind and loads from other environmental actions.
C3	Crane under test conditions; Effects from different movements are combined as relevant for the testing procedure; wind load as specified in 4.2.4.3 for test conditions.
C4	Crane with hoist load in combination with buffer forces.
C5	Crane with hoist load in combination with tilting forces.
C6	Crane with hoist load in combination with loads caused by emergency cut-out. Value of factor ϕ_5 shall be that relevant for the emergency cut-out situation.
C7	Loads due to operation of the overload protection; Loads in accordance with 4.2.4.8 and 4.2.4.9 shall be taken into account separately and where relevant. In case of crane stability only loads in accordance with 4.2.4.9 shall be taken into account.
C8	Crane with unintentional loss of hoist load.
C9	Crane with hoist load in combination with loads caused by failure of mechanism.

比較我國「固定式起重機安全檢查構造標準」與歐盟 EN 15011 與 EN 13001-1 以至其所引用的標準羣對荷重組合的處理方式，可以歸納兩點，其一為我國是以最不利的方式計算最大最保守的結構應力值，但在強度方面一開始在第 5 至 8 條將容許使用的強度訂得非常保守。而歐盟則對材料強度只訂定很低的安全係數，但對荷重則視情況予以放大。就安全保守性而言，雙方做法不同但是殊途同歸。其二是比較表 8 及表 9 與表 10，很明顯歐盟對荷重的考慮遠較我國來得精細詳盡。

總的來說，歐盟 EN 15011 與 EN 13001-1 以至其所引用的標準羣，對滿足我國「固定式起重機安全檢查構造標準」第 20 條是沒有問題的。

表 10 EN 13001-2 不同荷重組合各荷重應採的動態因子 ϕ 及安全因子 $\gamma_{b,i}$ 。

Categories of loads	Loads f_i	Ref.	Load combinations A				Load combinations B					Load combinations C														
			Factor γ_p	A1	A2	A3	A4	Factor γ_p	B1	B2	B3	B4	B5	Factor γ_p	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Regular	Gravitation acceleration and impact actions	4.2.2.1	a	ϕ_1	ϕ_1	1	-	a	ϕ_1	ϕ_1	1	-	-	a	ϕ_1	1	ϕ_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		4.2.2.2 4.2.2.3	1,34	ϕ_2	ϕ_3	1	-	1,22	ϕ_2	ϕ_3	1	-	-	1,1	ϕ_{2C}	η_W	-	1	1	1	ϕ_L	ϕ_9	1	1	-	
		4.2.2.4	1,22	-	-	-	ϕ_4	1,16	-	-	ϕ_4	ϕ_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vessel inclinations and accelerations ^c	4.2.2.7	1,34	1	1	1	1	1,22	1	1	1	1	1	1,16	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-
		Acceleration actions from drives	4.2.2.5	1,34	ϕ_5	ϕ_5	-	ϕ_5	1,22	ϕ_5	ϕ_5	-	ϕ_5	-	1,1	-	-	ϕ_5	-	-	-	-	-	-	-	-
	-				-	ϕ_5	-	ϕ_5		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Occasional	Displacements	4.2.2.6	b	1	1	1	1	b	1	1	1	1	1	b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Relative vessel motions	4.2.2.7.4	1,34	1	1	-	-	1,22	1	1	-	-	-	1,16	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-
		In-service wind loads	4.2.3.1	-	-	-	-	1,22	1	1	1	1	1	1,16	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
			4.2.3.2	-	-	-	-	1,22	1	1	1	1	1	1,1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Environmental effects	4.2.3.3	-	-	-	-	1,16	1	1	1	1	1	1,05	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
		Skewing	4.2.3.4	-	-	-	-	1,16	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Out-of-service wind loads		4.2.4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
		Test loads	4.2.4.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	ϕ_6	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exceptional		4.2.4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	ϕ_7	-	-	-	-	-	-	-	-
		Tilting forces	4.2.4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Drive forces due to E-stop			4.2.4.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	ϕ_5	-	-	-	-	-	-
	Drive forces due to failure of duplicated mechanism	4.2.4.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	ϕ_5	-	-	-	
	Excitation of the crane support	4.2.4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
	Loads while the crane is in stowage position on a vessel	4.2.4.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Overall safety factor γ_p only for "Allowable stress method"			—	1,48				-	1,34				-	1,22												
Resistance coefficient γ_m			1,1	—				1,1	-	-				1,1	-											

第21 條：

本條文提及吊鉤之斷裂荷重與所承受之最大荷重比應為四以上，依 CNS 5394 規定辦理。EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中並無特別針對吊鉤的規定，其參考的標準羣，也沒有找到有關吊鉤安全係數的規定。不過歐盟機械指令(Directive 2006/42/EC) [2] 附錄 1 “Essential health and safety requirements relating to the the design and construction of machinery” 4.1.2.5. Lifting accessories and their components 規定所有吊掛用金屬的構件，其安全因子不得低於 4。歐盟會員國必須將歐洲議會通過並頒布的指令納入國家法律，因此，EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中並無特別針對吊鉤的規定，但歐盟的吊鉤產品安全因子不能低於 4，與本條的規定相同。

第22 條：

本條文提及結構部分之強度和剛性原則——結構部分應具有充分強度及保持防止板材挫曲、變形等妨礙安全使用之剛性。有關結構部分應具有充分強度及剛性這部分，在 EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣中，不斷強調的極限狀態與能力驗證（Limit States and proof of competence），其結構分析的基礎就是要確保不會超過起重機材料的降伏強度。基本即為對強度、剛性及變形方面規定。

由上述有關荷重計算及荷重組合考慮，可以看到是非常詳細而嚴格。至於板材挫曲方面，EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中雖無提及，但其所引用標準 EN 13001-3-1 [8] 之第 8 章為針對彈性穩定性之確認，其中在 8.3 節有詳細針對不同截面構件與平板構件受到軸向，橫向及剪應力下挫屈的分析以及容許受力的計算與驗證的規定。內容相當具體詳盡。

第23 條：

本條文提及架空式起重機之桁架最大撓度規定，桁架以額定荷重置於最不利之位置吊升時，最大撓度應為起重機桁架跨距八分之一以下。但起重機桁架跨距小，不因撓度致荷物晃動而發生危險之虞者，不在此限。

EN 15011 的 5.2.2.5 節有明確規定起重機各部份結構的彈性變形不能對起重機執行其功能有不良影響，另也引用了 ISO 22986 對起重機結構的彈性撓度以及振動的自然頻率的設計作為參考。

- 第五節 安定度：

本節只有 1 個條文(第 24 條)，提及確認翻倒支點之安定力矩值大於翻倒力矩值之安定度計算規定。以下就「固定式起重機安全檢查構造標準」本條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同進行比較。

第 24 條：

本條文提及起重機之安定度計算規定：

- 一、 承受相當於垂直動荷重之○三倍之荷重，於承載額定荷重之反方向時。
- 二、 承受相當於垂直動荷重之一·六倍之荷重時。但營建用之塔式起重機為一·四倍。
- 三、 承受相當於垂直動荷重之一·三五倍之荷重、水平動荷重及作業時之風荷重等組合荷重時。但營建用之塔式起重機為一·一倍。
- 四、 設置於屋外之起重機，於無吊升荷物狀態，承受停止時之風荷重時：
 - 1) 影響安定度之重量，應取最不利安定之狀態。
 - 2) 風向應以最不利之方向。
 - 3) 設置於屋外之直行起重機，防止逸走裝置應處於使用狀態。

起重機之安定度是指起重機抗拒翻倒的能力，其中所謂後方穩定度，為衡量當起重機捲揚鋼索突然斷裂或當荷重發生脫鉤等情形時，起重機抵抗與荷重側相反方向翻倒的能力，是在無吊升荷物狀態而且配重取最不利安定之狀態來分析。至於前方穩定度，則為起重機以本身重量抗拒因吊掛重物而形成的翻倒傾向。在力學上描述翻倒傾向最合適的方式為力矩，故前方穩定度餘裕的分析，理論上應以安定力矩與翻倒力矩的比值來判斷，此比值越大，則起重機在吊重時抵抗往前傾倒的穩定性越高。

EN 15011 第 5 章 5.2.3 節特別針對橋型或門式起重機安定度作出規定，共有三個重點：(1) 其大原則即為安定力矩必須大於翻倒力矩；(2) 考慮到於暴風下必須停止工作的室外起重機，有可能在此極端情形下無法滿足前述大原則，此情況則起重機須備有拉條將起重機固定於地面；(3) 對配備塑膠輪胎以行走的門型起重機，安定度的設計必須保證當起重機以最高操作速度自設計容許最陡的斜面滑落時，如輪胎洩氣，此時不管是否有吊掛負載，起重機仍應維持穩定。EN 15011 沒有規定安定度具體如何計算，但如上所述，EN 13001-2 [16] 已非常詳細規定各種情況下負載的計算，同時動態效應也都涵蓋在內，因此只須就各狀況下相關的負載（含動態效應及各放大的因子），對起重機可能翻倒的轉動軸求力矩，驗證安定力矩大於翻倒力矩即可。

綜而言之，EN 標準與「固定式起重機安全檢查構造標準」對穩定性均提出嚴格要求，但在理路上有三點差異：(1) 前者以力矩比值來量化穩定度，而後者是以重量比值；(2) 前者是對個別的載荷訂定安全因子，再利用各放大後的載荷計算穩定度比例，而後者的安全餘裕是對計算出的穩定度比例而訂定；(3) 前者考慮多種荷重組合與狀況下的穩定度，後者則僅考慮吊掛荷重時的前方安定度，及荷重意外脫落之兩個方向的後方安定度。因此兩方標準之邏輯雖然大略相似，但因為上述這些差異，無法直接一一進行對比式比較，也無從比較何者較為保守。就涵蓋範圍來說，EN 15011 與 EN 13001-1 在穩定性方面相較於「固定式起重機安全檢查構造標準」是更廣且詳細的。

- 第六節 拉條：

本節只有 1 個條文(第 25 條)，提及纜索起重機之拉條規訂。

第25 條：

本條文提到纜索起重機之拉條，應符合之相關規定(略)，本條文屬於固定起重機中的「纜索起重機」(cable crane)之拉條相關規定。而 EN 15011 與 EN 13001-1 屬於橋型或門式起重機，與纜索起重機形式不同，EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中並無拉條內容。

- 機械部分

機械部分在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第三章，共有 4 節，22 個條文。

- 第一節 制動器：

本節有 3 個條文(第 26~28 條)，第 26 條提及吊升裝置及起伏裝置之制動器規定；第 27、28 條分別提及起重機之直/橫行裝置之制動器規定。以下逐條探討「固定式起重機安全檢查構造標準」的 26~28 條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第26 條：

本條文規定吊升裝置及起伏裝置，應設置控制荷物或伸臂下降之制動器。但使用液壓或氣(汽)壓為動力者，不在此限。而制動器應符合以下規定：

- 一、制動轉矩值應為承載相當於額定荷重時，起重機吊升裝置或起伏裝置中最大轉矩值之一·五倍以上。
- 二、吊升裝置或起伏裝置分別設置二個以上之制動器時，制動轉矩值為各制動器制動轉矩值之總合。

- 三、應設置起重機動力被遮斷時，能自行制動之設備。但以人力操作者，不在此限。
- 四、使用人力操作者，應設置擋齒裝置或擋鍵，並應符合下表規定：

操作方式	制動力（牛頓）	制動行程
腳踏式	300 以下	300
手動式	300 以下	300

前項第一款之制動轉矩值，摩擦阻力不予列計。但使用效率值在百分之七十五以下之蝸桿蝸輪機構時，其摩擦阻力所生轉矩值之二分之一，得計入制動轉矩。

有關整個機械部份，EN15011 規定必須參考 EN 13135 [18]，另就制動器部份，EN15011 5.4.2 節針對制動系統作出規定，其大原則為所有動力驅動的動作，必須全程在制動系統完全控制下工作，制動系統必須能將各動作減速，停止並定住不動，不能有意料之外的運動。另在動力驅動的動作的制動器必須任何時間以動力才能釋放其制動。制動系統必須一歐適當防護，以避免環境中外物入侵防礙其工作能力。如主要採用電力制動系統，則輔助的機械制動應特別注意必須隨時能提供所需的制動扭矩。對於吊升動作的制動，制動器的制動扭矩，最少必須為最大額定吊重在制動器上產生的扭矩的 1.6 倍。所以制動系統均須符合 EN 13135 [18] 規定。

EN15011 沒有針對起伏裝置的制動提出說明，但吊升裝置部份要求 1.6 倍制動力稍嚴於「固定式起重機安全檢查構造標準」的 1.5 倍。EN 13135 [18]則規定所有與垂直方向運動相關的制動，制動力必須最少為 1.6 倍，而所有水平方向運動相關的制動，制動力必須最少為 1.25 倍。本條文規定的吊升及起伏，均屬垂直方向運動，因此 EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣比「固定式起重機安全檢查構造標準」略為嚴格。

第27條：

本條文規定起重機之直行裝置應設制動器，但下列起重機，不在此限：

- 一、設置在屋內，操作人員於地面上操作，並隨荷物移動，且符合下列規定之一者：
 - (一) 直行輪軸承為滑動軸承。
 - (二) 直行輪軸承為滾動軸承，且直行額定速度在每分鐘二十公尺以下。
- 二、以油壓作動者。
- 三、以人力作動者。

上條提到 EN 15011 對制動系統的規定，是針對所有動力驅動系統，因此，起重機之直行的部份也必須符合，故 EN 15011 也符合本條規定。

第28條：

本條文規定起重機之橫行裝置應設制動器。但下列起重機，不在此限：

- 一、 設置在屋內，且橫行輪軸承為滑動軸承者。
- 二、 設置在屋內，操作人員於地面上操作，橫行輪軸承為滾動軸承，且橫行額定速度為每分鐘二十公尺以下者。
- 三、 吊運車以油壓作動者。
- 四、 吊運車以人力作動者。

上條提到 EN 15011 對制動系統的規定，是針對所有動力驅動系統，因此，起重機之橫行的部份也必須符合，故 EN 15011 也符合本條規定。

- 第二節 捲胴：

本節有 4 個條文(第 29~32 條)，主要提及捲胴與其它組件之相關規定。以下逐條探討「固定式起重機安全檢查構造標準」的 29~32 條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第29條：

本條文規定以鋼索供作吊升裝置時，其捲胴、槽輪或平衡輪之節圓直徑與鋼索直徑比應大於下表值(表 12)，供作過負荷預防裝置使用之槽輪節圓直徑與通過該槽輪鋼索之比值，應為五以上。本條文亦規定前項規定之吊升裝置等之捲胴、槽輪或平衡輪之節圓直徑與鋼索直徑之比值之計算公式(略)。

本條規定，主要著眼點在於鋼索的疲勞破壞，鋼索通過槽輪時會面臨彎曲變形。假如槽輪鋼索之直徑比值小，彎曲應力就會增大，鋼索就容易疲勞破壞。

EN 15011 與 EN 13001-1 本身並沒有針對槽輪鋼索之直徑比作出規定，但其所引用的 EN 13001 標準系列中，有專門針對鋼索的索應力、靜態強度、疲勞強度等驗證分析的細節方法之標準 EN 13001-3-2 [19]，標準中有針對捲胴、槽輪或平衡輪之節圓直徑與鋼索直徑之比的規定，考慮到起重機中鋼索可能不只通過一個槽輪，而通過兩個以上槽輪時其彎曲方向可以為相同，也可為相反，此舉對疲勞應力的幅度

有重要影響，因此 EN 13001-3-2 定義了一個關於鋼索在槽輪組中彎曲了幾次的數字（number of bendings），參考的槽輪鋼索直徑數（reference ratio value） R_{Dd} 即透過下式計算：

$$R_{Dd} = 10 \times 1,125^{\log_2 \left(\frac{w_{tot}}{8000} \right)}$$

而槽輪鋼索直徑比 D/d ，須使以下的 f_{f1} 因子大於等於 0.75，同時 D/d 不得小於 11.2：

$$f_{f1} = \frac{D/d}{R_{Dd}}$$

EN 13001-3-2 也列舉了常用的槽輪鋼索直徑比如表 11。

表 11 常用的槽輪鋼索直徑比 [19]。

D/d	11,2	12,5	14,0	16,0	18,0	20,0	22,4	25,0	28,0	31,5
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

總的來說，「固定式起重機安全檢查構造標準」與 EN 起重機標準系列對捲胴、槽輪或平衡輪與鋼索直徑比的各有嚴格規定，其背後的精神應該同是針對鋼索反覆彎曲容易導致疲勞破壞，而從直徑比值限制其彎曲程度。不過「固定式起重機安全檢查構造標準」偏向就鋼索構造來規範直徑比，EN 則以疲勞應力振幅與循環次數的概念來規範，雙方使用的方式與理念不同，無法直接比較。

表 12「固定式起重機安全檢查構造標準」規定之捲胴、槽輪或平衡輪節圓直徑與鋼索直徑之比

吊升裝置等之等級	捲胴等之類別	比值	
		第一組	第二組
A	捲 胴	14	18
	槽 輪	16	20
	平衡輪	10	10
B	捲 胴	16	20
	槽 輪	18	22.4
	平衡輪	10	10
C	捲 胴	18	22.4
	槽 輪	20	25
	平衡輪	10	10
D	捲 胴	22.4	28
	槽 輪	25	31.5
	平衡輪	10	10
E	捲 胴	28	35.5
	槽 輪	31.5	40
	平衡輪	12.5	12.5
F	捲 胴	35.5	45
	槽 輪	40	50
	平衡輪	14	14

備註：
 1、表中之 A、B、C、D、E 及 F 分別表示附表四規定之吊升裝置
 2、表中之第一組、第二組及第三組鋼索種類如下：
 (1) 第一組鋼索：非不銹鋼材質之鋼索，其構造為 6 股或 8 股

第30條：

本條文規定有槽式捲胴捲進鋼索時，鋼索中心線與所進入之槽之中心線間夾角應為四度以下。無槽式捲胴捲時，其遊角應為二度以下。

EN 15011 與 EN 13001-1 對於非電氣方面的設備的規定見其 5.4 節，主要要求非電力相關設備(包含機械、油壓及氣壓設備)的設計須依據 EN 13135 [18]。EN 13135 的附錄 C 是有關鋼索捲胴系統的設計建議，此附錄非強制性，僅供參考，對有槽式捲胴捲進鋼索時，鋼索中心線與所進入之槽之中心線間夾角，如為抗旋轉性鋼索，宜少於 4°。如為非抗旋轉性鋼索，夾角宜少於 2°。對多層捲索，則建議此夾角在 0.5° 至 1.5° 之間。對無槽式捲胴，則相當於將槽的傾斜角度設為 0°。如下圖 1。相關建議與「固定式起重機安全檢查構造標準」此條相符。

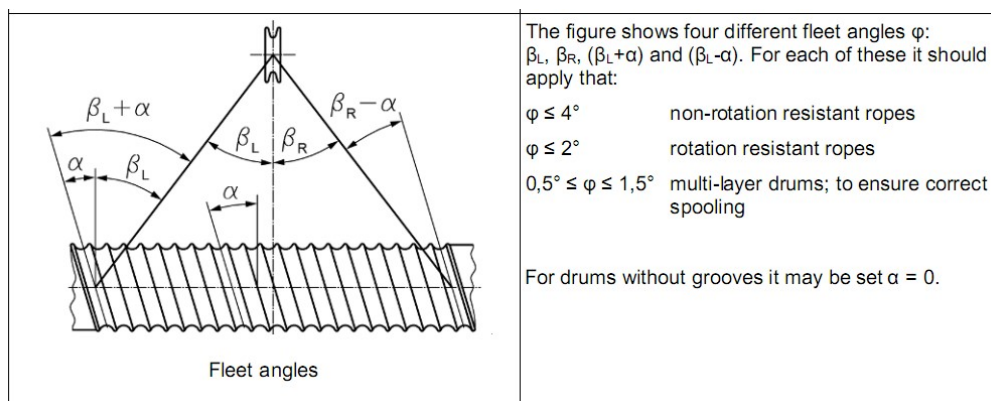


圖 1 EN 13135 對 Fleet angle 的建議[18]

第31條：

本條文規定鋼索與捲胴、伸臂、吊運車架、吊鉤組等之連結，應使用合金套筒、壓夾或栓銷等方法緊結之。

EN 15011 與 EN 13001-1 本身沒有這方面的細節，而其非電力相關設備的設計所須依據的 EN 13135 的 5.3.6.6 節，規定鋼索終結處或連結的處理，首要條件為鋼索終端的編織結構必須維持。固定處可採用 EN 13411 系列[20-23]的固定構件。後者對每一類型的終端固定用構件的規定，均以一整個標準來加以規定了，遠較本條詳細，故應可符合「固定式起重機安全檢查構造標準」的要求。

第32條：

本條文規定構成吊升裝置等之捲胴、軸、銷及其他組件應具有充分之強度，且不得有妨礙吊升裝置等作動之磨耗、變形或裂隙等缺陷。

針對構成吊升裝置各個結構部份應具有充分強度，在 EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣中，不斷強調的極限狀態與能力驗證（Limit States and proof of competence），其結構分析的基礎就是要確保不會超過起重機材料的降伏強度。基本即為對強度方面規定。另 EN 15011 的 6.3.2.2 節靜態驗證測試規定測試後目視必須沒有變形、裂隙或其他破壞而致影響到起重機的安全操作，此測試方能通過。

整體而言，「固定式起重機安全檢查構造標準」本條所要求的，依 EN 15011 與 EN 13001-1 設計分析製造的起重機，如能通過其第六章的安全要求和/或防護措施的驗證 (Verification of the safety requirements and/or protective measures)，則此部份應可滿足。

- 第三節 安全裝置：

本節有 10 個條文(第 33~42 條)，主要提及諸多預防裝置和起重機組件使用之規定。以下探討「固定式起重機安全檢查構造標準」的 33~42 條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第33 條：

本條文規定使用鋼索或吊鏈之吊升及起伏裝置之應設置「過捲預防裝置」，但使用液壓、氣壓、絞車或內燃機為動力之吊升裝置及起伏裝置，不在此限。

第34 條：

本條文提到過捲預防裝置，應符合下列規定：

- 一、具有自動遮斷動力及制動動作之機能。
- 二、具有吊鉤、抓斗等吊具或該吊具之捲揚用槽輪之上方與伸臂前端槽輪及其他與該上方有接觸之虞之物體（傾斜之伸臂除外）下方間之間隔，保持在 0.25 公尺以上之構造。但直動式者為 0.05 公尺以上。
- 三、具有易於調整及檢點之構造。

過捲預防裝置為電氣式者，除應符合前項規定外，並應依下列規定辦理：

- 一、接點、端子、線圈及其他通電部分（以下稱通電部分）之外殼，應使用鋼板或其他堅固之材料，且具有不因水或粉塵等之侵入，致使機能發生障礙之構造。
- 二、於外殼易見處，以銘板標示額定電壓及額定電流。
- 三、具有於接點開放時，防止過捲之構造。
- 四、通電部分與外殼間之絕緣部分，其絕緣效力、絕緣電阻試驗及耐電壓試驗應符合 CNS2930 規定。
- 五、直接遮斷動力回路之構造者，其通電部分應施以溫升試驗，並符合 CNS 2930 規定。

綜合以上的第 33、34 這兩條規定比較，EN 15011 在其第四章—可能遇到的嚴重安全事件(List of significant hazards)之 Table 1 中的第 17 項列舉了機械意外事故，其中 17.5 為過捲（Two-blocking of hook to body of hoisting trolley）。針對此方面，EN 15011 的 5.5.3 節，則規定所有動作均須有極限限制器（motion limiters），吊升動作自然也許設置極限限制器，也就是過捲防止裝置。其 5.5.3.2 節更進一步規定對高危險性的應用，吊升動作更須設有獨立的後備極限限制器（back-up limiter for hoist motion），這些極限限制器須滿足 EN 12077-2 [24]，EN12077-2 有詳細規定各式極限

停止裝置與警報裝置，但沒有對其技術、結構及安裝的細節作出具體限制。另假如為電氣式的吊升極限限制器，則須在觸發時導致 EN60204-32 [25] 所規定的 category 0（非控制下切斷動力源）或 category 1（控制下切斷動力源）的停止動作，但仍須能容許反方向的動作。

總的來說，「固定式起重機安全檢查構造標準」及 EN 15011 與 EN 13001-1 均規定必須裝設過捲防止裝置，「固定式起重機安全檢查構造標準」對過捲防止裝置的構造與安裝細節有具體規定，EN 15011 與 EN 13001-1 則沒有過捲預防裝置的技術細節的具體限制，而僅對其功能應達到的效果作出規定，應可合理推斷其安全性應可符合「固定式起重機安全檢查構造標準」第 34 條所要求。

第35條：

本條文規定伸臂起重機應設置過負荷預防裝置。但符合下列規定，並已裝有其他預防裝置(第三十三條規定之安全閥除外)而能防止過負荷者，不在此限：

- 一、吊升荷重未滿三公噸者。
- 二、伸臂之傾斜角及長度保持一定者。
- 三、額定荷重保持一定者。

EN 15011 之 5.5.4 節規定設置功能限制器（performance limiters），其中包括吊升荷重的限制與吊升速度，起重機行走速度，加/減速度限制，後者的極限限制應與所吊升重量與風力大小掛鉤。而荷重限制則應與所吊升的物品安全屬性掛鉤，如吊升危險物品，則應增加其安全係數。EN 15011 同時指出一個關鍵設計問題，即這些功能限制器作動時，不能增加危險性。另一方面，在 EN 15011 之 7.2 節操作手冊中，規定相關的荷重限制及功能限制器的工作原理，容許的負載/操作型態組合等，必須詳加說明。

因此，EN 15011 與 EN 13001-1 應可滿足本條之過負荷預防裝置的規定。

第36條：

本條文規定具有起伏動作之移動式起重機，應於操作人員易見處，設置伸臂傾斜角之指示裝置，以防止過負荷操作。

EN 15011 關於指示裝置的規定見其 5.5.2 節，但僅提到額定負載指示器及風力指示器，除顯示讀數外，當負載達到額定的 90%，另須發出聲、光警報。EN 15011 並沒有伸臂傾斜角的指示裝置。不過其 5.4.3.2 節針對額定負載隨起重機狀態改變（如起重機位置，及起重機各種姿態），雖沒有顯示伸臂傾斜角，仍能達到在不同伸臂傾

斜狀況下不要超過額定負載的警報作用。故就本條過負荷操作的防止之精神上，EN 15011 應算可滿足。

第37 條：

本條文規定使用液壓或氣壓為動力之移動式起重機之吊升裝置及起伏裝置，應設置防止壓力過度升高之安全閥。前項吊升裝置及起伏裝置，應設置防止液壓或氣壓異常下降，致吊具等急劇下降之逆止閥。但設置符合第二十三條第二項第一款至第三款規定之制動器者，不在此限。

EN 15011 與 EN 13001-1 對於非電氣方面的設備要求非電力相關設備的設計須依據 EN 13135，EN 13135 之 5.5.4 及 5.5.5 節分別為油壓及氣壓設備專門章節。其 5.5.4.5.1 節規定油壓動力系統必須有過壓保護裝置，防止壓力及由壓力驅動的動作速度過度升高。另 EN 13135 之 5.5.4.3.2 規定油壓動力裝置必須設有維持負載的閥門（load holding valves），一旦壓力因任何事故喪失，能維持原有負載，不致因重力使負載物下墜。維持負載閥與油壓動力裝置之連接必須透過鋼管而不得使用軟管。如設備的驅動同時利用多於一個油壓動力裝置，則每個動力裝置的維持負載閥同時作動，此維持負載閥即本條的逆止閥。至於氣壓設備部份，也有相應的規定。因此「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的要求 EN 15011 與 EN 13001-1 透過依據 EN 13135 的相關規定均可滿足。

第38 條：

本條文規定齒輪、軸、聯結器等回轉部分，有接觸人體引起危害之虞者，應設置護圍或覆罩。前項護圍或覆罩設置於勞工踏足之處者，其強度應能承受九十公斤之負荷，且不產生變形。

EN 15011 之 5.6.2 節為各式防護的規定，對齒輪、驅動鏈條等動力傳輸活動構件，須依據 EN ISO 14120 [26] 設置適當防護裝置。以確保操作或從附近通過的人員之安全。EN ISO 14120 [26] 整份標準就是針對機器安全之防護而訂定，其內容遠比本條規定詳盡。除了以上構件，EN 15011 之 5.6.2.6 節對起重機行走用的導軌，如高度在 2.5m 以內，也許設置防護裝置。EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用標準羣，就活動構件的防護方面基本與「固定式起重機安全檢查構造標準」本條相符。而具體為保障安全而設置的防護裝置之考量與規定，遠較本條周詳。

第39 條：

本條文規定走行固定式起重機應設電鈴、警鳴器等警報裝置。但操作人員於地面上操作，且隨荷物移動或以人力移動之起重機，不在此限。

EN 15011 對警示用設備的規定在 5.7 節，對象為起重機操作人員、維修人員、檢查人員、吊裝人員和起重機上或附近的其他人員。其中 5.7.3 為燈光警示訊號的規定。對在架設在軌道，而在地面或靠近地面行走的起重機設備，應前後方均設警示燈，起重機移動時必須點亮閃爍，其設計必須能讓危險區內人員接收到警示。警示燈應為黃色或琥珀色，每分鐘閃爍 60-120 次。以人力移動的起重機則不在此限。另，EN 15011 在 5.5.2 節提到當負載達到額定的 90%，須發出聲、光警報。，EN 15011 之相關規定，應可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」本條文規定。

第40 條：

本條文規定吊鉤應設置防止吊掛用鋼索等脫落之阻擋裝置。但於特殊環境吊掛特定荷物，實施全程安全分析，報經檢查機構認可者，不在此限。

EN 15011 與 EN 13001-1 本身的條文中沒有提到吊鉤之相關細節，但在其引用的 EN 13001-3-5 [27] 為泛用於起重機吊鉤的標準，此標準有 92 頁，對於吊鉤設計與結構完整性分析有非常詳盡的規定。EN 13001-3-5 沒有明確規定防止吊掛用鋼索等脫落之阻擋裝置必須設置，但裡面有提到如設有防脫落裝置時，分析所應注意重點。言下之意，顯然也容許未設防止吊掛用鋼索等脫落之阻擋裝置的吊鉤。考慮到整個 EN 13001-3-5 是為了吊鉤安全分析與驗證，故滿足此標準的吊鉤，應可屬本條容許的「實施全程安全分析」如經檢查機構認可，也屬可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」本條文規定。

第41 條：

本條文規定操作人員於地面上操作，並隨荷物移動之起重機，其直行及橫行速度，不得逾每分鐘 63 公尺。

EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣沒有找到有關操作人員於地面上操作，並隨荷物移動之起重機，直行及橫行速度的規定。惟 EN 15011 5.4.8.5 節對單一控制臺操控串連之起重機或起重機滑車，有規定如水平速度超過每分鐘 60 公尺，或吊升速度超過每分鐘 20 公尺，則應有自動修正機制使每個被操控的串連之起重機或起重機滑車同步，任一起重機或滑車動作中斷，各串連之起重機或滑車動作也會被同步中斷。

總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣缺「固定式起重機安全檢查構造標準」本條文之規定。

第42條：

本條文規定頂升式吊升裝置之保持機構，應符合下列規定：

- 一、 具有保持鋼索等必要之功能。
- 二、 具有防止所有保持機構同時開放及失去功能者。

前項頂升式吊升裝置，係指具有數個保持機構，以動力伸縮使交互開閉該等保持機構，藉由鋼索等吊升或卸放荷物之裝置。前二項所定之保持機構，係指夾緊鋼索、鋼棒等加以保持之機構。

EN 15011 橋型或門式起重機的吊升裝置基本使用鋼索捲揚式而非頂升的方式，故本條基本不適用。

- 第四節 電氣部分：

本節有 5 個條文(第 43~47 條)，包括電磁接觸器操作規定(第 43 條)、控制裝置操作規定(第 44 條)、地面上之操作用開關器規定(第 45 條)和供電線(電壓<750V)之設置規定(第 46、47 條)等。以下逐條探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第43條：

本條文規定固定式起重機之電磁接觸器之操作回路接地時，該電磁接觸器有接通之虞者，應依下列規定辦理：

- 一、 線圈之一端應連接於接地側之電線。
- 二、 線圈與接地側電線間，不得有開關裝置。

操作回路應於停電時，切離所有電動機電路，使操作用開關器未回復至停止之作動位置時，電源無法啟動。但操作用開關器之操作部分具有能自動恢復至停止作動位置，並停止該起重機作動之構造者，不在此限。

EN 15011 本身沒有對電磁接觸器之操作回路接地之具體規定，但針對電氣系統，EN 15011 指定須符合 EN60204-32 “Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Requirements for hoisting machines” [25] 和 EN 13135-1 [18] 之規定。此二

份標準對於電器安全有詳細的規定，可合理推斷應能符合「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的要求的精神。

第44條：

本條文規定固定式起重機之控制裝置，應於操作人員易見處標示起重機之動作種別、動作方向及動作停止位置。但具有操作人員自控制裝置之操作部分放手時，能自動恢復至停止位置之構造者，得不標示該停止動作位置。

EN 15011 第 5.6 節為人機介面的規定，其中 5.6.1 針對控制裝置和控制站方面，此方面 EN 15011 規定應依據 EN 13557 [28]，而 EN 13557 為專門針對起重機控制及控制臺的標準。EN 13557 的 5.1.2 節除規定控制器上應有清晰，毫不混淆的符號標示控制桿動作與起重機動作關係，同時要求控制桿移動方向應與起重機相關構件的動作方向一致。5.1.3 則規定各控制器的佈局安排的規定應依該類型起重機的 EN 標準，而此處橋型或門式起重機的 EN 15011 則規定控制器的佈局依 ISO 7752-5 [29]。同時如起重機不只一個控制臺，則每個控制臺的佈局應相同。

以上可以看到有關控制邏輯，裝置佈局，標示等由幾份 EN 與 ISO 標準同時進行規範，其內容細節遠較「固定式起重機安全檢查構造標準」本條為多，EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣滿足本條殆無疑義。

第45條：

本條文規定操作人員於地面上操作，並隨荷物移動之固定起重機，其操作用開關器，應符合下列規定：

- 一、應具有操作人員自操作部分放手時，能自動使動作停止之構造。
- 二、操作用開關器之操作部分為引索構造者，應有防止該引索扭結之措施。
- 三、應於操作人員易見處標示該操作用開關器所控制之動作種類及動作方向。
- 四、電纜線不得作為支撐操作用開關器重量之引索。但該電纜線具有足夠強度時，不在此限。

如上條所述，EN 15011 第 5.6.1 節規定控制裝置和控制站方面應依據 EN 13557 [28]。後者 5.1.2 規定起重機移動的控制桿必須為“使能設計”(hold-to-run)，一旦釋放須自動回到關的位置。此與第一項要求相符。第三項的操作開關標示部分在上條已有述及，EN 13557 對控制器/臺的規定，沒有區分固定式或以電纜聯繫到起重機本體的控制器/臺，相關規定均一體使用。至於本條第二及第四項則 EN 15011 與 EN 13001-1 沒有相應的規定。

第46條：

本條文規定供電線電壓為七百五十伏特以下之直流電或六百伏特以下之交流電時，不得設置於起重機桁架之走道、階梯、攀登梯或檢點台（供電線檢點專用之檢點台除外）上方未滿二·三公尺處，或其側方未滿一·二公尺之位置。但設有防止感電之圍柵或絕緣覆蓋者，不在此限。

第47條：

本條文規定供電線電壓超過七百五十伏特之直流電或超過六百伏特之交流電時，應設於專用之坑穴或套管內。但設有防止感電之圍柵或絕緣覆蓋者，不在此限。

綜合以上的第 46、47 這兩條規定比較 EN 15011 與 EN 13001-1，EN 15011 第 5.3.2 節規定 1 kV AC 或 1.5 kV DC 以上的高壓設備須符合 EN 60204-11 [30]，EN 60204-1 [31] 與 EN 60204-32 [25] 的相關安全規定，對於感電的防範，則須符合 EN 60204-32。這些 EN 標準，與同編號的 IEC 標準相同，這些標準對電器安全與感電的保護的規定非常詳細，應可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」這兩條的要求。

- 附屬部分

附屬部分在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第四章共 4 節有 11 個條文。

- 第一節 緩衝裝置：

本節有 2 個條文(第 48~49 條)，第 48 條規定須架設緩衝裝置之起重機種類，第 49 條規定二部以上之起重機並置於同一軌道上時，防撞、緩衝裝置或緩衝材之規定。以下逐條探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第48條：

本條文規定架空式起重機、鏈頭型伸臂起重機、牆裝起重機、橋型起重機及卸載機之橫行軌道，應在其兩端或適當場所設置緩衝裝置、緩衝材或相當於吊運車輪直徑四分之一以上高度之車輪阻擋器。起重機之直行軌道，應在其兩端或其適當場所設置緩衝裝置、緩衝材或相當於該起重機之直行車輪直徑二分之一以上高度之車輪阻擋器。

EN 15011 5.4.4.7 規定滑車行走的軌道兩端盡頭須設置緩衝裝置。緩衝裝置須依 EN 13135 [18] 標準設計。EN 13135 [18] 的 5.7.1 節提到依據 EN ISO 12100 [32] 規定：如無法在設計上確保安全，則應引進適當的安全防護設施，故對移動的裝置，除在控制上加入末端限止移動的設計，在移動末端應有一機械式緩衝裝置。整體而言符合 EN 15011 與 EN 13001-1 的設計應可滿足本條的要求。

第49條：

本條文規定二部以上之起重機並置於同一軌道上時，應分別於各該起重機相對側，設置防撞裝置、緩衝裝置或緩衝材。但操作人員於地面上操作，並隨荷物移動之起重機，不在此限。

EN 15011 5.5.3.3 節為有關碰撞的防止方面的規定：假如緩衝裝置能 (i) 避免使起重機結構受力超過其材料強度；(ii) 防止起重機或滑車傾斜或掉落；(iii) 吊掛負載的掉落及 (iv) 吊掛負載發生危險的擺動，則容許單純使用緩衝裝置作為避免碰撞引申的危險的控制。否則可能碰撞的起重機應配置防撞系統。防撞系統必須能對相互靠近可能相撞的起重機或滑車的速度降低，並在達到接觸前將移動中的起重機或滑車停下。相互靠近可能碰撞時，防撞系統必須發出警示讓操作人員、與起重機一起移動的人員等接收到警告。

總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 對於防撞有較完整的規範和要求。

- 第二節 防止逸走裝置：

本節有 2 個條文(第 50~51 條)，第 50 條提及屋外起重機之防止逸走裝置規定及承受風荷重之計算規定；第 51 條提及屋外起重機之直行原動機馬力與風速關係。以下逐條探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第50條：

本條文規定設置於屋外之起重機，應設有直行之防止逸走裝置，其性能應足以承受依下式計算所得之風荷重：

$$W = 1180\sqrt{hCA}$$

式中之 W 、 h 、 C 及 A 分別表示下列之值：

W ：風荷重。單位：牛頓

h ：起重機受風面自地面起算之高度值（公尺）。但高度未滿十六公尺者，以十六計。

C ：風力係數，依第十六條第三項規定。

A ：受風面積，依第十六條第四項規定。

前項之風荷重，應以起重機之逸走最不利之狀態計算之。

第51條：

本條文規定設置於屋外之起重機，其直行之原動機馬力應在風速每秒十六公尺時，能安全行駛至防止逸走裝置之處。

綜合以上的第 50、51 這兩條規定比較 EN 15011 與 EN 13001-1，EN14439 沒有提及防止逸走裝置。「固定式起重機安全檢查構造標準」此二條文基本是針對戶外可走行的固定式起重機，EN15011 應用範圍內的橋型或門式起重機，為適用對象之一 [33]。但 EN 15011 標準本身，有關暴風停止作業下的停泊，僅在 5.4.5.2 提到，而且是就旋轉機構作出的規定，此外並沒有就行走上提到暴風下防逸走的規定。不過 EN 15011 的參考標準 EN 13155 [18] 的 5.7.7 節，有針對風暴鎖定（storm-locking）的相關規定。其中對何等風力就應對操作者作出警示，讓操作者有足夠時間停止操作並將起重機轉入/行駛進暴風雨鎖定的位置。這個風力與起重機耐風設計程度與自操作中停止並進入鎖定狀態所需的時間有關，每一起重機須獨立計算。

至於風荷重的計算，則在 EN 13001-2 標準 [16] 起重機結構設計有所規定，結構本身必須能承受預定的風荷重。至於逸走移動，如為透過輪子與走道間摩擦力達成，則必須考慮每個輪子受力及能透過摩擦力傳遞的扭矩。摩擦係數必須考慮到該環境而選定。如起重機本身不具足夠能力防範自身的傾倒或逸走，則須採用額外的鎖固到地面或防止逸走之裝置，但需注意起重機在平常行進時應不可意外觸發此等裝置。防逸走裝置之作用應不需持續輸入動力即可維持。

綜合來說，EN 15011 與 EN 13001-1 與其參考標準群，雖然沒有完全相同於第 50 及 51 條的條文，但其相關規定，完全可以達到此二條文最終欲達致的目標。惟我

國特殊的颱風狀況，在歐盟沒有，其為當地適用的設計如使用在我國，需要指定能應付我國颱風狀況的額外要求。

- 第三節 走道等：

本節有 4 個條文(第 52~55 條)，第 52 條提及需設置走道的起重機種類及走道規定；第 53 條提及吊升荷重在三公噸以上之伸臂起重機應設攀登梯；第 54、55 條提及攀登梯和階梯之設置規定。以下逐條探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第 52 條：

本條文規定吊升荷重在三公噸以上之架空式起重機、橋型式起重機或卸載機等起重機之桁架及伸臂起重機之水平伸臂，應以其全長設置走道。但設有檢點台及其他為檢點該起重機之設備者，不在此限。

前項走道，應依下列規定辦理：

- 一、 寬度應為四十公分以上。
- 二、 走道兩側應設有自走道面起高度九十公分以上之堅固扶手、中欄杆及自走道面起高三公分以上之腳趾板。但有礙吊運車或其他裝置橫行之側及水平伸臂之旋轉，另設有防止人員墜落設施者，不在此限。
- 三、 走道面不得有踩倒、滑倒、絆倒等之危險。

EN 15011 5.6.2.1 節規定起重機必須有永久性的走道到達控制站，走道須符合 EN13586 [34] 的規定。另如 EN 標準沒有規定者，可參考 ISO 11660-5 [35]（但 ISO 11660-5 非引用標準，故不具強制性）。此外，另規定走道上方距離固定建築物屋頂最少應有 500mm，如一台起重機位於另一台起重機上方，則兩起重機之間最少也要相隔有 500 mm 距離。對於維修與檢驗點，則可設有走道到達，也可靠外在的其他設備到達，若為前者，則同須符合 EN13586 [34] 的規定。

另外，走道的寬度等尺寸， EN 13586 標準 [錯誤! 找不到參照來源。]中的規定如表 13，其中通往控制站，或使用頻率每月超過 1 次，必須採表中的 Type 1 通道，即寬度最少 45 cm。選擇設置 Type 2 走道和傾斜走道時，尺寸的選擇，應考慮 a) 使用頻率；b) 需攜帶的設備或工具；c) 覆蓋的垂直距離；d) 使用性質，例如維護、檢查、走道。

表 13 EN 13586 有關走道與工作平台尺寸的規定 [34]。

Table 6 — Dimensions for walkways, inclined walkways, platforms, rest platforms and manholes

		Dimensions in m			
		Type 1 access		Type 2 access	
		min.	max.	min.	max.
Width of walkways, inclined walkways	A	0,45 ^a	-	0,23	-
Free length / width of rest platforms	B x C	0,4 x 0,4			
Free length / width of platforms	D x E	0,6 x 0,6	-	0,4 x 0,4	-
Free height above the floor of walkways, inclined walkways :					
- person moving upright	U	2 ^b		1,4 ^c	
- person in kneeling posture	K	-	-	0,9 ^c	
Free height above the floor of the platforms	U	2 ^b	-	1,4 ^c	-
Manhole effective aperture					
- Side of a square section or diameter of a round section	F	0,60	-	0,50	-
- Rectangular section (height x width)	H x W	0,50 x 0,65	-	0,50 x 0,65	-
- Length of passage through the manhole	L	-	0,5		0,5
NOTE See also 6.8.					
^a The width of the walkway may be reduced locally to 0,4 m to take account of fixed obstruction within the access ways.					
^b In the case of a fixed obstacle of 1 m maximum length, this distance may be reduced to 1,4 m. In that case, the obstacle shall be conspicuously marked.					
^c For area from which maintenance has to be carried out, the corresponding values of Type 1 are applicable.					

EN 13586 規定，走道、傾斜走道、休息平台和有墜落危險大於 1 m 的平台的兩側均應配備側面防護裝置。兩側防護裝置的規定見

圖 2 相關尺寸的規定。

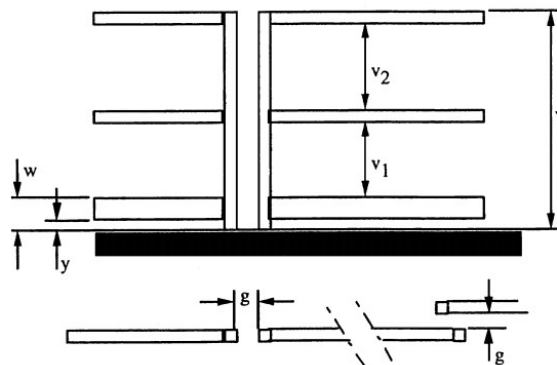


圖 2 EN 13586 有關走道兩側防護的說明 [34]。

當沿著連續性表面設置走道以在跌倒時提供支撐時，則沿著該表面之側不需要扶手，但前提是 $(b + c) \geq 1.25 \text{ m}$ 且 $b \geq 0.7 \text{ m}$ （符號意義見圖 3），其中的 1 為連續表面；2 為側面防護裝置；3 為走道。

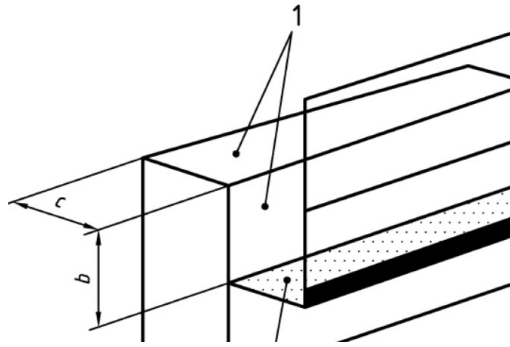


圖 3 EN 13586 有關走道沿連續性表面設置的說明 [34]。

表 14 EN 13586 有關兩側防護裝置尺寸的規定 [34]。

		Dimensions in m				
		Type 1 access		Type 2 access		
		Fig 4 and 7	Fig 12	min.	max.	min.
Diameter, width, thickness	n		0,016	0,04	0,016	0,04
Free length for hand-clearance	p		0,15	-	0,15	-
Distance between rungs and handhold or handrails	z		0	0,2	0	0,2
Hand clearance to mounting surface	q		0,075	-	0,075	-
Distance between the floor or stair and the handrail or guard-rail	v		1,1	-	1,1	-
Gap between the top of the toe board and the bottom of the intermediate guard rail	v1		-	0,5	-	0,5
Gap between the top of the intermediate guard rail and the bottom of the guard-rail	v2		-	0,5	-	0,5
Distance between the floor and the top of the toe board	w		0,10	-	0,05 for walkway 0,10 for platform	-
Clearance between the floor and the lower edge of the toe board	y		-	0,01	-	0,01
Vertical distance between the lower part of handrails and handholds and the floor or the foothold	r		1	1,6	1	1,6
Vertical distance between the higher part of the handrail and the floor of the platform or rest platform situated at the top of the ladder or the stair	s		1,1	-	1,1	-
Handrail situated along a ladder. Clearance between the edge of the handrail and the edge of the rung or the side rail of the ladder	t		0,075	0,2	0,075	0,2
Clearance between parallel handrails where the body has to pass through	u		0,45	-	0,45 ^a	-
Gap between separate sections of handrails when they are discontinuous	g		0,05	0,2	0,05	0,2

^a This dimension shall be observed even for walkways and inclined walkways with smaller width (see Table 6 type 2) see Figure 13.

In the case of 4 m length, this clearance may be reduced to 0,3 m with a height of 2 m.

總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 和其引用之標準群在「走道」部分的規定相較於「固定式起重機安全檢查構造標準」更為詳細。在尺寸方面，「固定式起重機安全檢查構造標準」規定走道寬度應為四十公分以上，EN 方面則須視使用頻率、需攜帶的設備或工具、覆蓋的垂直距離和使用性質等而定，這在實務上較具彈性，如通往控制站或使用頻率每月在一次以上，寬度須為四十五公分以上；在扶手/欄杆高度方面，「固定式起重機安全檢查構造標準」規定為九十公分以上，EN 方面則規定走道兩側均應配備側面防護裝置以防止墜落，如為扶手，則總高度在一百一十公分；腳趾板高度則 Type 1 通道為 10 公分，Type 2 通道為 5 公分，如表 14 所示。

第53 條：

本條文規定吊升荷重在三公噸以上之伸臂起重機，其水平伸臂以外之伸臂，應設攀登梯。但設有檢點台或其他為檢點該起重機之設備，或在地面上易於檢點該起重機者，不在此限。

第54 條：

本條文規定前條攀登梯或其他起重機之攀登梯，應依下列規定辦理：

- 一、 踏板應等距離設置，其間隔應在二十五公分以上三十五公分以下。
- 二、 踏板與伸臂及其他最近之物間之水平距離，應在十五公分以上。
- 三、 踏板未設置側木者，應有防止足部橫滑之構造。
- 四、 通往上方走道、檢點台之部分，應設高出該處地板面七十五公分以上之側木，且其前端應彎向各該處所地板面。
- 五、 長度超過十五公尺者，每十公尺以內設一平台。
- 六、 高度超過六公尺時，應於距梯底二公尺以上部分設置護籠或其他保護裝置。

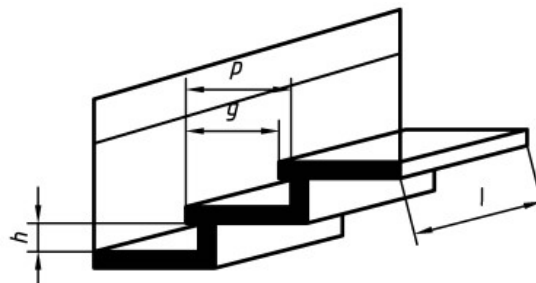
第55 條：

本條文規定固定式起重機設置之階梯，應依下列規定辦理：

- 一、 對水平面之傾斜度，應在七十五度以下。
- 二、 每一階之高度應在三十公分以下，且各階梯間距應相等。
- 三、 階面寬度應在十公分以上，且各階面應相等。
- 四、 高度超過十公尺者，應於每七·五公尺以內設置平台。
- 五、 設置高度七十五公分以上之堅固扶手。

以上三個條文都是和攀登梯/階梯相關，這部分在 EN 15011 引用 EN 13586 標準 [34]，EN 13586 是整個有關起重機走道的標準，其中有非常詳細的攀登梯與階梯的

形態、尺寸和設置等之相關規定。其中踏板同樣規定須等距離設置；階梯踏板間隔規定在十八至二十五公分之間，攀登梯則在二十三至三十公分之間。詳細的尺寸規定如圖 4。EN 13586 沒有規定最大傾斜度，但如圖 4 所示，其水平與高度間隔的尺寸須在一定範圍內，並滿足一公式，此也相當於一定程度規範了傾斜度。Type 1 通道之階梯踏板必須設有扶手及地板與扶手間的護欄。Type 2 通道階梯踏板未設置側木者，則使用者須佩帶個人防護裝備以防墜，攀登梯則規定兩邊均必須設有扶手。Type 1 通道之攀登梯如墜落超過五公尺高度之風險，須有環狀護籠（hoop guard），環狀護籠間的水平間隙必須不能讓一 0.6 公尺直徑的球體通過，同時每六公尺須設一休息平台。如攀登梯之平台寬度小於一公尺，則其第一圈護籠及扶手必須能防止人員掉出來。總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 和其引用之標準群在「攀登梯/階梯」部分的規定相較於「固定式起重機安全檢查構造標準」更為具體且詳細。



Dimensions for stairs

		Dimensions in m			
		Type 1 access		Type 2 access	
	Fig 3	min.	max.	min.	max.
Clear width	l	0,45	-	0,32	
Rise	h	0,18	0,25	0,18	0,25
Tread width	p	0,24		0,2	
Going ^a	g	0,15	-0,27	0,15	0,27
Height between the floor, and the step			0,6		0,7

^a The following formula shall apply

$0,6 < 2 \times \text{rise} + \text{going} < 0,66 \text{ m}$

$2 \times \text{rise} + \text{going} = 0,63 \text{ m}$ is recommended.

Dimensions for stepped ladders

		Dimensions in m			
		Type 1 access		Type 2 access	
	Fig 3	min.	max.	min.	max.
Clear width	l	0,45	-	0,32	-
Rise ^a	h	0,23	0,3	0,23	0,3
Going ^a	g	0,08	-	0,08	-
Height between the floor, and the step		-	0,6	-	0,7
^a The relationship between rise and going given in Table 2 for the stairs is not valid for stepped ladders.					

圖 4 EN 13586 階梯與攀登梯幾何尺寸的規定 [34]。

- 第四節 駕駛室及駕駛台：

本節有 3 個條文(第 56~58 條)，主要是規定須設置駕駛室/駕駛台之情況，以及裝設駕駛室/駕駛台之相關設置規定。以下探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第56條：

本條文規定：下列起重機，應設駕駛室：

- 一、設置於顯著飛散粉塵場所者。
- 二、設置於顯著低溫場所者。
- 三、設置於屋外者。但不易設置且經檢查機構認可者，不在此限。

前項以外之起重機，應設置駕駛台。但於地面上操作之起重機，得免設駕駛室及駕駛台。

第57條：

本條文規定：裝設在起重機之駕駛室或駕駛台，應符合下列規定：

- 一、其結構應能確保操作人員之視界。但操作人員與吊掛作業者間能保持確實之連絡者，不在此限。
- 二、開關器、控制器、制動器、警報裝置等操作部分，應設於操作人員容易操作之位置。
- 三、應設置防止感電用之圍柵或絕緣覆蓋，以預防操作人員因接觸充電部分，發生感電危害。
- 四、前條第一項第一款列舉之起重機駕駛室之構造，應能防止粉塵侵入。
- 五、具有物體飛落危害操作人員安全之虞之場所，其起重機駕駛台，應設有防護網或其他防止物體飛落危害之設施。

第58條：

本條文規定：

- 1. 使用鋼索或吊鏈懸吊駕駛室或駕駛台，並隨荷物同時升降之固定起重機，應於該駕駛室或駕駛台置有二條以上獨立捲揚用鋼索或吊鏈懸吊之。
- 2. 前項起重機，應設有如捲揚用鋼索或吊鏈斷裂時，能自動控制該駕駛室或駕駛台下降之裝置。但駕駛室或駕駛台之揚程在二·五公尺以下者，不在此限。

綜合以上的第 56、57、58 這三條規定比較 EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用標準羣。駕駛室或駕駛台在 EN 15011 中稱為控制室 (Control station)，其所指的是起重機致動的永久性控制裝置所在的位置，在其 5.6.1 節對控制室與控制裝置有概略性的規定；有關控制裝置的佈局安排參照 ISO 7752-5 [36]，控制桿等人體工學的設計則參考 EN 614-1 標準 [37]，有關控制站尺寸按 ISO 8566-3 [38] 規定。至於其主體架構是依照 EN 13557 標準 [28]。控制室可以有保護性的外殼，也可以沒有，前者大概相當於駕駛室，而後者則為駕駛台。EN 13557 [28]沒有如第 56 條規定何種情況必須設有保護性外殼的控制室。EN 13557 5.2 節控制室應讓操作員對起重機與其吊掛負載的移動有清晰視野。EN 15011 5.6.1 節提到控制室視窗須裝設有擋風玻璃雨刷和清洗器，使視窗外表面可有效被清潔。控制室設置位置必須避免與其吊掛負載碰撞的可能，如無法避免，則須設防護欄。至於防止接觸感電方面在 EN 15011 5.3.3 節規定須滿足 EN 60204-32 標準 [25] 及 IEC 的 HD 60364-4-41 標準 [39]。另對有保護性的外殼的控制室，EN 13557 5.2.2.6 節規定須有通風設施並最好能把工作空間的溫度控制在 18-30°C。EN 13557 5.2.3.2 節提到以懸吊式控制室僅規定其位置必須不會意外地移動。同時容許駕駛員控制其處於安全位置。懸吊式控制室底部離地面最少應有 0.9 公尺，而其頂部離地面不等超過 1.7 公尺。EN 13557 沒有對懸吊用的鋼索或吊鏈著墨，但其 5.2.1.5 節有特別規定用以固定控制室的構件必須能防範意外鬆脫。

總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用標準羣對控制室（即駕駛室及駕駛台）的規定有非常多細節，較「固定式起重機安全檢查構造標準」來得詳細。

- 加工

加工是在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第五章有 4 個條文(第 59~62 條)。主要提及結構部分之鋼材焊接規定；鉚釘孔及螺栓孔規定；螺栓、螺帽、螺釘、銷、鏈及栓等規定；絞車規定。以下探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第 59 條：

本條文規定：結構部分之鋼材實施焊接時，應依下列規定辦理：

- 一、使用電弧焊接。
- 二、使用符合 CNS 13719 或具有同等以上性能之焊接材料。
- 三、不得在攝氏零度以下之場所實施焊接。但母材經事前預熱者，不在此限。
- 四、有焊接及鉚釘之部分，應先實施以焊接後再鉚接。鉚釘部分不得實施焊接。

五、焊接部分應充分熔入，不得有裂隙、熔陷、堆搭及焊疤等足以影響強度之缺陷。

六、使用第三條第一項但書規定之材料，應依指定之方法實施焊接。

第60條：

本條文規定：結構部分之鉚釘孔及螺栓孔，應使用鑽孔機開孔，且不得有迴紋或裂紋等瑕疵。

第61條：

本條文規定：結構部分之螺栓、螺帽、螺釘、銷、鍵及栓等，除使用高張力螺栓摩擦接合者外，應設有防止鬆弛或脫落之設施。

第62條：

本條文規定：吊升裝置或起伏裝置用之絞車應安裝穩固，不得有上浮、偏倚或搖曳等情形。

綜合以上的第 59~62 這四條規定與 EN 15011 與 EN 13001-1 比較，EN 15011 與 EN 13001-1 及其各引用標準羣，均沒有針對加工製造的細節作明文的要求，故沒有相應於「固定式起重機安全檢查構造標準」以上四條的規定。但 EN 15011 與 EN 13001-1 附錄 ZA 說明此標準為滿足歐盟機械指令而後者就機械的設計與製造對廠商有一些安全衛生方面一般性與整體性的規範（essential health and safety requirements relating to the design and construction of machinery），EN 15011 與 EN 13001-1 係以檢查驗證來確保施工品質，此精神應可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」要求。

- 鋼索及吊鏈

鋼索及吊鏈是在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第六章有 3 個條文(第 63~65 條)。規定鋼索、吊鏈之安全係數值、計算公式和使用規定。以下探討這些條文與 EN 15011 與 EN 13001-1 之異同。

第63條：

本條文規定：除頂升式吊升裝置使用者外，鋼索應依下列規定辦理：

一、安全係數應依下式計算，且為下表(表 15)所列之值以上：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{鋼索之斷裂荷重}}{\text{鋼索所承受之最大荷重}}$$

表 15 各等級起重機鋼索安全係數規定

鋼索之種類	安全係數值					
	A	B	C	D	E	F
捲揚用鋼索（捲揚駕駛室用鋼索除外）、伸臂起伏用鋼索、橫行用鋼索或纜索起重機之直行用鋼索。	3.55	4.0	4.5	5.0	5.0	5.0
伸臂支持用鋼索、拉緊用鋼索或牽索。	3.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
纜索起重機之主索或軌索。	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
駕駛室用之捲揚用鋼索。	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
備註：表中之 A、B、C、D、E、F 分別表示附表四所規定之吊升裝置等之等級。（附表四見本報告表 16）						

二、鋼索不得有下列情形之一：

- （一）鋼索一撚間有百分之十以上素線截斷者。
- （二）直徑減少達公稱直徑百分之七以上者。
- （三）有顯著變形或腐蝕者。
- （四）已扭結者。

三、對於捲揚用鋼索，當吊具置於最低位置時，應有二捲以上鋼索留置於吊升裝置之捲胴上。

四、對於伸臂起伏用鋼索，當伸臂置於最低位置時，應有二捲以上鋼索留置於起伏裝置之捲胴上。

五、使用於顯著高溫作業場所之固定式起重機，應採用鋼心鋼索。但於吊具下採設置遮熱板等方法，使溫度保持在攝氏一百五十度以下者，不在此限。

前項第一款安全係數之計算，應含鋼索自重及鋼索通過槽輪之效率。但起重機揚程為五十公尺以下者，其鋼索自重免計入。

前項槽輪之效率，應符合附表六規定。

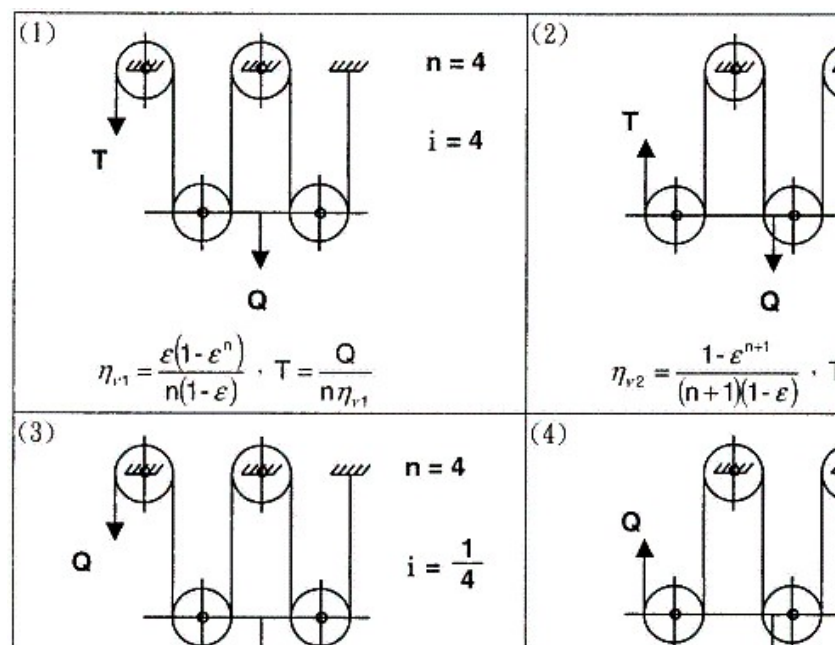
此條第一款的吊升等級與使用時間與常用吊升負荷有關，如下表(表 16)：

表 16 「固定式起重機安全檢查構造標準」附表四 “吊升裝置之等級”

使用時數 負荷情形	未滿 800 小時	800 小時以 上，未滿 1,600 小時	1,600 小時 以上，未滿 3,200 小時	3,200 小時 以上，未滿 6,300 小時	6,300 小時以 上，未滿 12,500 小時	12,500 小時 以上，未滿 25,000 小時	25,000 小時以上
吊掛物重量通常為未 滿額定荷重之 50 % 者	A	A	A	B	C	D	E
吊掛物重量通常為額 定荷重之 50 % 以 上，未滿 63 % 者	A	A	B	C	D	E	F
吊掛物重量通常為額 定荷重之 63 % 以 上，未滿 80 % 者	A	B	C	D	E	F	F
吊掛物重量通常為額 定荷重之 80 % 以 上者	B	C	D	E	F	F	F

至於所謂“安全係數之計算，應含鋼索自重及鋼索通過槽輪之效率”，是有關鋼索張力計算須如「固定式起重機安全檢查構造標準」的附表六的規定，該規定對各式槽輪組合之效率 η_v 及鋼索張力計算方式如圖 5 所示。

圖 5 「固定式起重機安全檢查構造標準」有關槽輪效率及鋼索張力計算規定。



備註：式中之 n 、 T 、 Q 、 i 、 ε 及 η_v 分別表示下列之值：

n ：槽輪數； T ：拉力； Q ：荷重

i ： T 與 Q 之速度比 = $\frac{T \text{ 之速度}}{Q \text{ 之速度}}$

ε ：鄰近鋼索與鋼索之張力比

η_v ：槽輪效率（視槽輪軸承，槽輪效率如表 17 或表 18）

表 17 滑動軸承（Slipping bearing）（ $\epsilon=0.96$ ）之槽輪效率

槽輪數 η_v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
η_{v1}	0.960	0.941	0.922	0.904	0.886	0.869	0.852	0.836	0.820	0.804	0.789	0.775
η_{v2}	0.980	0.961	0.942	0.923	0.905	0.888	0.871	0.854	0.838	0.822	0.807	0.792
η_{v3}	0.960	0.940	0.921	0.902	0.883	0.865	0.847	0.829	0.811	0.793	0.776	0.758
η_{v4}	0.980	0.959	0.940	0.920	0.901	0.882	0.863	0.845	0.827	0.809	0.791	0.774

表 18 滾珠－滾子軸承（ball and roll bearing）（ $\epsilon=0.98$ ）之槽輪效率

槽輪數 η_v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
η_{v1}	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.923	0.914	0.905	0.896	0.888	0.879
η_{v2}	0.990	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.924	0.915	0.906	0.897	0.888
η_{v3}	0.980	0.970	0.960	0.951	0.941	0.931	0.922	0.912	0.903	0.893	0.885	0.875
η_{v4}	0.990	0.980	0.970	0.960	0.950	0.941	0.931	0.921	0.912	0.902	0.893	0.883

EN 15011 與 EN 13001-1 對於吊升系統的規定見其 5.4.3 節，主要為引用 EN 14492-2 [40]、EN 13135 [18] 及 EN 13001-3-2 [19]，EN 14492-2 之 5.7.3 及 EN 13135 之 5.3.6.3 節為索具一般性安全規定，二者文字大致相同，均是指出應注意的重點。其規定比本條詳細而嚴格，例如超過攝氏一百度的高溫作業應採用鋼心鋼索，或特殊耐高溫索具，另應注意索具結構，使用環境，疲勞負載，鋼索終結處理，固定等，同時要明確瞭解磨耗與剝退的條件。並依 ISO 4309 標準 [41] 檢查及剝退。EN 13135 [18] 之 5.3.6.2 節對任何捲胴，有規定在最極端的操作情況下，捲胴上最少應有二捲以上鋼索留置。至於 EN 13001-3-2 [19] 則為鋼索安全各種定量分析。

EN 13001-3-2 [19] 的 5.4 節規定鋼索的靜態（指非循環施力而言）設計強度 $F_{Sd,s}$ 須小於其極限靜態設計強度 $F_{Rd,s}$ ，極限靜態設計強度 $F_{Rd,s}$ 的計算方式如下：

$$F_{Rd,s} = \frac{F_u}{\gamma_{rb}}$$

where

F_u is the specified minimum breaking force of the rope;

γ_{rb} is the minimum rope resistance factor.

The minimum rope resistance factor γ_{rb} is dependent on the geometry of the reeving system and is given by

$$\gamma_{rb} = 1,35 + \frac{5,0}{\left(\frac{D}{d}\right)^{0,8} - 4} \geq 2,07$$

ere

D is the minimum relevant diameter: $D = \text{Min}(D_{\text{sheave}}; 1,125 \times D_{\text{drum}}; 1,125 \times D_{\text{comp}})$;
 d is the rope diameter.

The chosen ratio D/d shall not be less than 11,2.

Table 3 gives minimum rope resistance factors for selected ratios of D/d .

Table 3 — Minimum rope resistance factor γ_{rb}

D/d	11,2	12,5	14,0	16,0	18,0	$\geq 20,0$
γ_{rb}	3,07	2,76	2,52	2,31	2,17	2,07

另一方面，鋼索的靜態設計強度 $F_{Sd,s}$ 則以下列公式計算：

$$[16] \quad F_{Sd,s} = \frac{m_{Hr} \cdot g}{n_m} \cdot \phi \times f_{S1} \times f_{S2} \times f_{S3} \times \gamma_p \times \gamma_n$$

面 where

上式中 ϕ 為 EN 13001-2
考慮動態效應的因子，已於前
第 24 條介紹過。risk coefficient

m_{Hr} is the mass of the hoist load (m_H) or that part of the mass of the hoist load that is acting on the rope falls under consideration (see Figure 1). The mass of the hoist load includes the masses of the payload, lifting attachments and a portion of the suspended hoist ropes. In statically undetermined systems, the unequal load distribution between ropes depends on elasticities and shall be taken into account;

g is the acceleration due to gravity;

n_m is the mechanical advantage of falls carrying m_{Hr} ;

ϕ is the dynamic factor for inertial and gravity effects as shown in 5.2.2;

f_{S1} to f_{S3} are the rope force increasing factors as shown in 5.2.3 to 5.2.5;

γ_p is the partial safety factor (see EN 13001-2):

$\gamma_p = 1,34$ for regular loads (load combinations A),

$\gamma_p = 1,22$ for occasional loads (load combinations B),

$\gamma_p = 1,10$ or exceptional loads (load combinations C);

γ_n is the risk coefficient (see EN 13001-2), where applicable.

γ_n 則為 1.05 的 1 至 14 次方，視結構與其面對的危險可靠度而定，此二因子的乘積將不小於 1.05。另 rope force increasing factor 中， f_{S2} 及 f_{S3} 為當鋼索非垂直時及受到水平力時的放大因子，均比 1 大。而 f_{S1} 則以下列方式計算。比較此方式實際上相應於「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的槽輪效率的倒數，其計算方式也十分類似，式中的 η_{tot} 相當於 η_v ， η_s 相當於 ϵ ，差異之處在其分子中的 η_s (即 ϵ)，EN 13001-3-2 [19] 是升冪至 η_{fs} 次方，而「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的 ϵ 則升冪至 0 至 1 次方，故如 η_s (即 ϵ) 取相同值，則 EN 13001-3-2 [19] 所算出的槽輪效率將較小，或其倒數 f_{S1} 將較大，亦即要求的設計強度會較大，偏向較為保守。

$$f_{s1} = \frac{1}{\eta_{tot}}$$

The total efficiency of the rope drive η_{tot} shall be calculated as follows:

$$\eta_{tot} = \frac{(\eta_s)^{n_s}}{n_m} \cdot \frac{1 - (\eta_s)^{n_m}}{1 - \eta_s}$$

where:

η_s is the efficiency of a single sheave:

$\eta_s = 0,985$ for sheave with roller bearing

$\eta_s = 0,985 \times (1 - 0,15 \times d_{bearing} / D_{Sheave})$ for sheave with plain bearing

Other values for η_s may be used if verified by test results for the applied rop

由以上資料，可以看到「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的安全因子是沿於以鋼索材料強度打上一定折扣此一理路而來。而 EN 13001-3-2 [19] 中則分兩個層次來考慮，其一與「固定式起重機安全檢查構造標準」本條相同，對鋼索材料強度打上一定折扣，另一則針對施力，對不同的施力，就其效應，嚴重性等，作大小不等的放大，結合前者的折扣與後者的放大，即相當於「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的安全因子。比較前述靜態設計強度 F_{Sds} 與極限靜態設計強度 F_{Rds} 的關係式，可以知「固定式起重機安全檢查構造標準」本條的安全因子，相當於 EN 13001-3-2 [19] 中 Φ , f_{s1} , f_{s2} , f_{s3} , γ_n , γ_p 與 γ_{rb} 的乘積，其實際數字視槽輪/索直徑比，受力條件，構件種類而定，因為訂定的理念與計算方式不同，故 EN 13001-3-2 [19] 與本條第一款無法作直接的比較。

另一方面 14492-2 [40] 的 5.7 節規定如索非鋼造，則其靜態受力下的安全係數（working coefficient，為最低斷裂之受力與靜額定受力之比）不得小於 7，則此情形下，其相應的安全因子將大於第一款的要求，然「固定式起重機安全檢查構造標準」沒有提到是否接受非鋼材料的索具。

此外，值得指出的是 EN 13001-3-2 [19] 除靜態施力（指非循環施力而言）外，另有專章針對循環施力的疲勞強度作出詳細的規定，而「固定式起重機安全檢查構造標準」則沒有相應的規定。

EN 14492-2 的 5.7.3 節規定索的剔退條件應如 ISO 4309 所描述。可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」本條第二款。

另一方面，綜合前述 EN 14492-2 [40] 之 5.7.3 及 EN 13135 [18] 之 5.3.6.3 節為有關索具安全的規定，基本滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」本條第三、四、五款。

第64條：

本條文規定：吊鏈及滾子鏈條（以下稱吊鏈等）之安全係數值，應在五以上（第五十八條規定之吊鏈，應在十以上），並應依下式計算：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{吊鏈之斷裂荷重}}{\text{吊鏈所承受之最大荷重}}$$

吊鏈並不得有下列情形之一：

- 一、延伸長度超過原製造時之百分之五者。
- 二、斷面直徑減少超過原製造時之百分之十者。
- 三、有龜裂者。

滾子鏈條並不得有下列情形之一：

- 一、延伸長度超過原製造時之百分之二者。
- 二、鏈環板斷面積減少超過原製造時之百分之十者。
- 三、有龜裂者。

EN 15011 與 EN 13001-1 等標準沒有有關吊鏈及滾子鏈條方面的規定。但其引用的 EN 14492-2 [40] 5.8 節有提到鏈條驅動（Chain drive），是索具驅動（Rope drive）以外的另一選擇，不過 EN 14492-2 僅針對鏈條驅動之一般性要求如各構件的尺寸配合度，鏈條引導裝置（Chain guide），防過捲及鏈條與驅動輪固結點需能耐受 4 倍其額靜態張力。至於其計算則引用 EN818-1 [42] 及 EN818-7 [43]，前者為材料，尺寸，製程等規定，後者則對各尺寸的鏈條訂出容許的額定受力（working limit load）及要求的斷裂強度（breaking force）如下

表 19，表中可見相關額定受力與鏈條等級有關，不同等級的鏈條其鋼材採不同的熱處理程序，以達到不同的微結構與強度，惟這些材料的實際拉伸強度無法從相關標準中獲知，因此也無法確認其實際的安全因子。

EN 14492-2 [40] 也提到發生磨耗時就應予剔退，不應等到疲勞破裂的出現。

表 19 EN 818-7 規定之容許的額定受力（WLL）及要求的驗證斷裂強度 [43]

Table 5 — Working load limits (WLL)

Nominal size d_n mm	Chain type T t	Chain type DAT t	
4	0,5	0,4	
5	0,8	0,63	
6	1,1	0,9	
7	1,5	1,2	
8	2	1,6	
9	2,5	2	
10	3,2	2,5	
11	3,8	3,	
12	4,5	3,6	
13	5,3	4,2	
14	6	5	
16	8	6,3	
18	10	8	

Table 6 — Manufacturing proof forces and breaking forces

Nominal size d_n mm	Manufacturing proof force (MPF) kN min.	Breaking force kN min.
4	12,6	20,5
5	19,6	31,5
6	28,3	45,5
7	38,5	61,5
8	50,3	80,5
9	63,6	102
10	78,5	126
11	95	152
12	113	181
13	133	212
14	154	246
16	201	322

第65 條：

本條文規定：除中央主管機關認可者外，頂升式吊升裝置用之鋼索等之安全係數，應依下式計算：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{鋼索等之荷重}}{\text{鋼索等所承受之最大荷重}}$$

前項安全係數值，應符合下列規定：

- 一、鋼索為三·五五以上。
- 二、鋼帶及鋼棒為二·五以上。
- 三、預力鋼絞線為二·五以上。

第一項安全係數計算，起重機揚程超過五十公尺者，其鋼索自重應計入。

EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣沒有特別提到頂升式吊升裝置，但如牽涉到鋼索的安全性規定，前述第 63 條有詳細說明，假如使用在頂升式吊升裝置，也須符合相關規定。另 EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣沒有特別提到鋼帶、鋼棒及預力鋼絞線，假如使用，當須依前述第二章 結構部分各條提到 EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣的相關規定進行分析與確認。

因此，EN 15011 與 EN 13001-1 及其引用的標準羣雖沒有如「固定式起重機安全檢查構造標準」第 65 條的規定，但其對結構安全方面仍有全面性的考量。

- 附則

附則是在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第七章有 2 個條文(第 66~68 條，然第 67 條被刪除)。

第 66 條：

本條文規定：固定式起重機應於操作人員及吊掛作業人員易見處，置有額定荷重之明顯標示，並以銘牌標示下列事項：

- 一、製造者名稱。
- 二、製造年月。
- 三、吊升荷重。

EN 15011 在其第 7 章對製造商應提供的有關橋型與門式起重機的資訊有非常詳細的規定，其提供的指引，除 EN 15011 本身特別規定外，同時應符合 EN ISO 12100 [32] 及 EN 12644-1 [44] 的規定，後二者基本為操作與設計安全方面的一般性規定。EN 15011 7.1 節特別提出應明確提供起重機的設計符合那種工作等級/工作週期 (working cycles)，7.2 節則針對操作手冊應提供的資訊作出規定，7.3 節則針對使用者手冊，使用者手冊與操作手冊不同處在於應告知如何安全使用起重機的注意事項，

個人安全防護用具及防墜固定點，訓練操作與吊掛人員的注意事項，安裝的指引，維護與檢查的指引等，特別針對制動器、額定負載顯示器及各限止，顯示裝置、鋼索、軌道輪及輪子軸承等的檢查與保養維護。

至於「固定式起重機安全檢查構造標準」本條規定的頭兩項資訊，在 EN 15011 引用的 EN 12644-2 [45] 5.2 節 Manufacturer's plate 有明確的要求，第三項則在 EN 12644-2 [45] 5.3 節 Rated capacity information 有明確且詳細的要求。總的來說，EN 15011 與 EN 13001-1 有關銘牌標示的規定遠較「固定式起重機安全檢查構造標準」詳細。

第67條：

本條文規定：（刪除）

第68條：

本條文規定：本標準自發布日施行。本標準修正條文，自中華民國一百零三年七月三日施行。

本條因不涉及實際之技術檢查項目，應無與 EN 15011 與 EN 13001-1 比較的必要。

三、針對 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準在國內相關法規架構下之妥適性評估

「固定式起重機安全檢查構造標準」有 68 條（全國法規資料庫下載版為共 18 頁），但除去法律術語方面的條文，與技術相關者有 64 條；業者送審的歐洲標準 EN 15011 與 EN 13001-1 則分別有 7 章共 98 頁及 4 章共 37 頁，實際上還得加上其所直接或間接引用到的各個歐盟標準 (EN 15011 與 EN 13001-1 系列標準及其引用標準以下統稱 EN 方面)。兩方在篇幅、涵蓋範圍和詳略程度等都有相當明顯的不同。

雖然詳略方面有差異，綜合前章 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準及其引用的標準群與我國標準之異同分析之比較結果，可以看到兩方標準關切的重點有大部分相同，例如針對標準材料的要求，結構強度、安定度、受力的多樣性、制動裝置和安全裝置等，都是關切的重點，在力求保障相關起重機設備的操作安全之目標均則完全一致。

因訂定的邏輯精神，訂定的時空背景，歷史因素等差異，兩方面的標準也有出現部分規定在某一標準有明確要求，而另一標準沒有觸及的現象。表 20 將「固定式起重機安全檢查構造標準」與 EN 15011（含其所直接及間接引用到的標準群）的異同比較作一簡明彙整，此比較基本是以我國「固定式起重機安全檢查構造標準」為範圍，EN 方面還有許多超出我們這個範圍的部份就不予納入了。由表 20 可知，雙方內容的異同約可分為三大類：（1）「固定式起重機安全檢查構造標準」提及但 EN 方面缺少的；（2）雙方均具備的；（3）不需列入比較或不適用於輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機的。以下茲就這幾方面進一步討論：

表 20 以「固定式起重機安全檢查構造標準」為基準與 EN 方面異同比較彙整簡表

異同類型		「固定式起重機安全檢查構造標準」條款
EN15011 ¹ 方面缺乏的項目	「構造標準」 ² 有而 EN 15011 未提及	4, 8, 10, 41,
	EN 15011 方面未提及但歐盟其他法規有相應規定	21, 59~62,
EN15011 與「構造標準」都具備的條目	「構造標準」比 EN 15011 完備	45
	EN15011 方面比「構造標準」完備	6, 9, 11, 12~19, 20, 26, 31, 35, 38, 49, 52, 53~55, 56~58, 66
	EN 15011 與「構造標準」均有提及，但兩方理路或規定方式不同，但均達致相同目的	3, 5, 7, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 36, 37, 39, 40, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 63, 64, 65
不需列入比較或不適用於輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機		1, 2, 25, 42, 67, 68

¹ 本表之 EN 15011 指 EN 15011 與 EN 13001-1 等及其引用的標準群。

² 「構造標準」指我國「固定式起重機安全檢查構造標準」。

(一) EN150111 方面缺乏的項目

對於「固定式起重機安全檢查構造標準」具備而 EN 方面未提到的，有部份如第 21、第 59~62 條，在歐盟的機械指令 Machinery Directive 2006/42/EC [2] 的重點要求（Essential Requirements）有所涵蓋，而 EN15011 為已調和的標準，其附錄 ZA 說明該標準符合歐盟的機械指令。而另一部份如第 8、10 條有關鋁合金、木材的規定，EN 方面未容許使用此兩種作為結構材料，第 4 條有關材料性質數據則為放諸四海皆準的數值，其未提及對安全性不會構成不利影響。惟第 41 條有關操作人員操作人員於地面上走行操控起重機，在 EN 方面標準沒有找到對應的規定，但在貨櫃起重機中此一狀況大概也不太可能出現。就這些缺少的項目，應不致造成安全上的漏洞。假如經討論覺得有需要，也可考量附加額外的條款。

(二) EN15011 方面與「構造標準」都具備的內容

雙方面都具備的內容，則可進一步細分成三類如下：

(1) 「固定式起重機安全檢查構造標準」較 EN 方面完備

此類僅出現在「固定式起重機安全檢查構造標準」第 45 條，其第二項以引索操作開關器及第四項以電纜線作引索操作開關器的規定，在 EN 標準中沒有，在橋型或門式貨櫃起重機應不致出現此類以引索操作的情形。所以 EN 雖缺這些規定，應不致對操作安全有所影響，建議可予接受。假如經討論覺得有需要，也可考量附加額外的條款。

(2) EN 方面比「固定式起重機安全檢查構造標準」完備的部分：

這部分出現的條文在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第 6、9、11、12~19、20、26、31、35、38、49、52、53~55、56~58 及 66 條等，此類因為 EN 方面更為周全，依 EN 標準製造/驗證的橋型或門式貨櫃起重機對滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」的要求不會構成影響，建議可予接受。

(3) EN 方面與「固定式起重機安全檢查構造標準」均有提及，但雙方規定不同

此類別的條款數目最多，出現在「固定式起重機安全檢查構造標準」的第 3、5、7、22、23、24、27、28、29、30、32、34、36、37、39、40、43、44、47、48、50、51、63、64、65 等條文中，主要導因與雙方的分析理路有所差異，一般來說，這類條文，EN 方面都會有非常詳盡的細節，考慮的面向也非常周詳。以下舉這類條文中較為顯著的例子說明：

1. 第 5 條是容許應力的相關規定，此條與 EN 方面對容許應力的規定，其相同處是容許應力的界定的邏輯理念一樣，其相異處則在「固定式起重機安全檢查構造標準」是依降伏與拉伸強度各納入不同的安全因子後取其小者，而 EN 方面容許應力則僅使用降伏強度定義。其安全因子的細節則針對各種載荷狀況，該荷重出現頻率而分別要求，另外再針對計算應力的性質再作不同程度的放大，再與容許應力進行比較，總的來說 EN 方面所取的安全因子會較高。
2. 第 6 條談的是挫曲容許應力，EN 方面雖無如「固定式起重機安全檢查構造標準」般依據降伏強度界定容許挫曲應力，但針對彈性穩定性之確認，其中除包括細長桿件在壓縮施力下挫屈的分析，尚包括不同截面構件、平板構件受到軸向/橫向及剪應力下挫屈的分析，以及容許受力的驗證，涵蓋面更為詳盡。
3. 第 29 條談的是以鋼索供作吊升裝置時，其捲胴、槽輪或平衡輪之節圓直徑與鋼索直徑比之規定和計算公式，EN 15011 與 EN 13001-1 本身條文沒有對吊升裝置項目，但其引用標準對滑輪、捲胴或補償滑輪的捲繞直徑和鋼索的標稱直徑之關係亦有其規定，兩方標準之主要差異在於 EN 方面是以其使用狀況來規定，而「固定式起重機安全檢查構造標準」則據鋼索構造來規定。

對於此類條文因分析理路而導致內容與要求上的差異，本報告衡量的重點是考量其分析理路是否合理與完整，同時其規定是否有足夠的配套措施以保障安全。在上章每個相關條文的討論後作出的總結，其結果如上章各條的詳細討論，應可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」相關條文要求的精神。

(三) 不需列入比較的內容

此部份為一些不需列入比較或不適用於輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機的。不需列入的如第 1、2 及 68 條，為法條相關術語，不涉及實際之技術檢查項目。第 67 條則為被刪除的條目，沒有內容。

至於不適用的部份，因 EN 15011 適用範圍方面僅針對橋型與門式起重機，而我國「固定式起重機安全檢查構造標準」則適用於各種類型的固定式起重機。依起重升降機具安全規則第 2 條 [46] 定義：“固定式起重機：指在特定場所使用動力將貨物吊升並將其作水平搬運為目的之機械裝置。”所稱「固定」並非不能移動，而是其移動僅限特定場所。因此橋型與門式貨櫃起重機適用「固定式起重機安全檢查構造標準」，換言之 EN 15011 適用範圍為的「固定式起重機安全檢查構造標準」的

一個子集，「固定式起重機安全檢查構造標準」明顯非屬輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機之條文(參見表 20)，則應可合理排除。

(四) 綜合評估

綜合以上討論，排除不適用及不需比較的內容後，EN 15011 與 EN 13001-1 等標準及其引用的標準群都有涵蓋及我國「固定式起重機安全檢查構造標準」的其他條文，其中因分析採不同理路至描述或要求有差異的部份，如上章各條文的詳細討論，考量及其分析理路的合理性與完整性，也可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」相關條文要求的精神，因此，使用 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準及其引用的標準群在輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機作為檢查標準但，應為妥適。

四、 結論與建議

4.1 結論

以「固定式起重機安全檢查構造標準」逐條檢視 EN 15011 與 EN 13001-1 等標準(包含 EN 13001-1、EN 13001-2、EN13001-3-1、EN13001-3-2、EN13001-3-3、EN13001-3-4、EN13001-3-5、EN13001-3-6)及其它引用標準，尋求是否有相應的規定，整理出我國「固定式起重機安全檢查構造標準」與歐盟 EN 15011 與 EN 13001-1 等其它引用標準的異同點可分為三類：

第一類為 EN15011 方面缺乏的項目，這些項目部份為在歐盟的 Machinery Directive 2006/42/EC [2] 的重點要求 (Essential Requirements) 有所涵蓋，另一部份為有關鋁合金、木材的規定，EN 方面未容許使用此兩種作為結構材料；再來有關材料性質數據則為放諸四海皆準的數值，其未提及對安全性不會構成不利影響；最後有關操作人員操作人員於地面上走行操控起重機，在貨櫃起重機中此一狀況大概也不太可能出現。就這些缺少的項目，不致造成安全上的漏洞，但亦可表列不適用的限制。另部份在歐洲不常碰到的我國特殊狀況如地震，颱風等，可考量附加額外的條款。

第二類為雙方都具備，此類可進一步細分為：

- (1) 「構造標準」較完備，此現象僅在第 45 條的部份，有關引索操作開關器的規定，此種狀況 EN 方面雖沒有明文規定但在橋型或門式貨櫃起重機中不太可能使用。
- (2) EN 15011 方面比「固定式起重機安全檢查構造標準」完備的部分，這些部分不管「固定式起重機安全檢查構造標準」缺乏，或「構造標準」有提及但不夠具體及缺乏細節；此部分的出入，接受 EN 15011 與 EN 13001-1 等及其引用的標準群，更不致有太大的不良影響，建議可予接受。
- (3) EN 15011 方面與「固定式起重機安全檢查構造標準」均有提及，而兩者之規定有所出入，這一類的共同現象，是雙方的分析理路有所差異，導致不同的描述與要求，一般而言，這類條文中，EN 方面都會有相當詳盡的細節，考慮的面向也非常周詳。從學理上考慮，例如從力學上的考量，衡量其分析理路的合理性與完整性，同時其規定有足夠的配套措施以保障安全，應可滿足「固定式起重機安全檢查構造標準」相關條文要求的精神。

第三類為不需列入比較的內容，主要是有關法條術語，不涉及技術及無關適用於橋型與門式起重機等事宜。

綜合前文討論，排除不適用及不需比較的內容後，EN 15011 與 EN 13001-1 等及其引用的標準群合起來都能涵蓋及滿足我國「固定式起重機安全檢查構造標準」的相關條文要求的精神，因此，使用 EN 15011 與 EN 13001-1 等及其引用的標準群在輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機作為檢查標準，應為妥適。

4.2建議

- (1) 本案指定歐盟 EN 15011、EN13001-1 等及其它引用標準作為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準，經與我國固定式起重機安全檢查標準及 CNS 相關起重機標準比較後，評估原則符合妥適性，建議可予以納採我國指定適用國外起重機標準之一。
- (2) 本案雖為業者提請作為適用輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準，但依 EN 15011 標準涵蓋範圍為能夠在軌道、跑道或路面上通過輪子行駛的橋型與門式起重機，以及安裝在固定位置沒有輪子的門式起重機；為避免不同類型起重機依該標準又再次申請適用檢查依據，建議指定 EN 15011 不單只作為貨櫃起重機檢查標準，亦可適用該標準範圍之起重機檢查依據。
- (3) 依「危險性機械及設備安全檢查規則」第 6 條採用指定國外標準設計、製造之危險性機械或設備，得採用該國外標準實施檢查。但與該標準相關之材料選用、機械性質、施工方法、施工技術及檢查方式等相關規定，亦應一併採用原則。建議指定 EN 15011、EN 13001-1 等作為輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查標準，至於引用到之其它標準，在輪胎(橋型或門式)貨櫃起重機檢查時自然一併適用，毋須另行再指定。
- (4) 本案業者申請貨櫃起重機，如不屬於操作人員於地面上操作，並隨荷物移動之固定起重機，可考慮排除以引索操作開關器相關要求規範。
- (5) 本案業者提出適用 EN 15011、EN 13001-1 等標準內容，相關要求吊鉤及防止吊掛脫落裝置、鋼索設計等特殊環境吊掛特定荷物之設計方式，異於我國一般相關規定者，建議可以參考我國相關規範之要求。
- (6) 本案業者申請貨櫃起重機具有自走移動的能力，依起重升降機具安全規則第 2 條說明固定式起重機指在特定場所使用動力將貨物吊升並將其作水平搬運為目的之機械裝置；建議業者申請貨櫃起重機應限定特定場所使用，在該特定場所使用

亦應併同考量作業安全性，例如起重機走行時應避免發生碰撞作業人員、物品及走行路基地面足夠強度、平整、範圍限定等安全措施。

- (7) 為因應我國地震、颱風等容易發生的天候狀況，建議除依循 EN 15011、EN 13001-1 等標準外，另須考量我國颱風及地震對起重機結構強度與安全性，確保在異常天災下，起重機結構完整、穩定等相關安全性，例如足夠預防強風之防止逸走、翻覆等裝置。
- (8) 為確保輪胎(橋式或門式)貨櫃起重機檢查符合 EN 15011、EN 13001-1 等標準及上述的額外安全需求，建議業者申請本案起重機檢查時，應提供具有國際公信力之第三方檢查認證之證明文件佐證。

參考文獻

1. EN 15011:2020, Cranes – Bridge and gantry cranes.
2. Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC, 2009.
3. BS EN 13001 - Cranes. General design. <https://doi.org/10.3403/BS EN13001>
4. EN 16851:2017+A1:2020, Cranes. Light crane systems.
5. CEN Guide 414:2017, Safety of machinery - Rules for the drafting and presentation of safety standards.
6. CNS 6426 B1216, 起重機鋼結構部分之計算標準, 95/02/27, 經濟部標準檢驗局。
7. 固定式起重機安全檢查構造標準,
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=N0070022>, 搜尋日期為 112 年 11 月 20 日
8. EN 13001-3-1:2012+A2:2018, Cranes - General Design - Part 3-1: Limit States and proof competence of steel structure
9. EN 10025-2:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
10. EN 10025-3:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels
11. EN 10025-4:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels
12. EN 10025-6:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 6: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition
13. EN 10149-2:2013, Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming - Part 2: Delivery conditions for thermomechanically rolled steels
14. EN 10149-3:2013, Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming - Part 3: Delivery conditions for normalized or normalized rolled steels
15. EN 10088-2:2014, Stainless steels - Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes
16. EN 13001-2:2014, Crane safety - General design - Part 2: Load actions
17. ISO 22986, Cranes - Stiffness - Bridge and gantry cranes
18. EN 13135:2013+A1:2018, Cranes — Safety — Design — Requirements for equipment;
19. EN 13001-3-2:2014 Cranes - General design - Part 3-2: Limit states and proof of competence of wire ropes in reeving systems
20. EN 13411-1, Terminations for steel wire ropes — Safety — Part 1: Thimbles for steel wire rope slings.
21. EN 13411-3, Terminations for steel wire ropes — Safety — Part 3: Ferrules and ferrule-securing.

22. EN 13411-4, Terminations for steel wire ropes — Safety — Part 4: Metal and resin socketing.
23. EN 13411-6, Terminations for steel wire ropes — Safety — Part 6: Asymmetric wedge socket.
24. EN 12077-2:1998+A1:2008, Cranes safety - Requirements for health and safety - Part 2: Limiting and indicating devices
25. EN 60204-32:2008, Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 32: Requirements for hoisting machines
26. EN ISO 14120:2015, Safety of machinery - Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards (ISO 14120:2015)
27. EN 13001-3-5:2016+A1:2021, Cranes –General design – Part 3-5: Limit states and proof of competence of forged and cast hooks
28. EN 13557:2003+A2:2008, Cranes - Controls and control stations
29. ISO 7752-5:1985, Lifting appliances - Controls - Layout and characteristics - Part 5: Overhead travelling cranes and portal bridge cranes
30. EN 60204-11:2019, Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 11: Requirements for equipment for voltages above 1 000 V AC or 1 500 V DC and not exceeding 36 kV
31. EN 60204-1:2018, Safety of machinery. Electrical equipment of machines General requirements
32. EN ISO 12100:2010, Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction
33. 劉國青,固定式起重機防止逸走裝置研究 - 勞動部,
[https://labor-elearning.mol.gov.tw/base/10001/door/報告區/830_ILOSH103-S308 固定式起重機防止逸走裝置研究.pdf](https://labor-elearning.mol.gov.tw/base/10001/door/報告區/830_ILOSH103-S308%20固定式起重機防止逸走裝置研究.pdf)
34. EN 13586:2004+A1:2008, Cranes - Access
35. ISO 11660-5:2001, Cranes Access, guards and restraints, Part 5: Bridge and gantry cranes
36. ISO 7752-5:1985, Lifting appliances - Controls - Layout and characteristics - Part 5: Overhead travelling cranes and portal bridge cranes
37. EN 614-1, Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles
38. ISO 8566-5, Cranes - Cabins and control stations - Part 5: Overhead travelling and portal bridge cranes
39. HD 60364-4-41:2017, Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock (IEC 60364-4-41:2005/A1:2017, modified)
40. EN 14492-2:2019, Cranes — Power driven winches and hoists — Part 2: Power driven hoists
41. ISO 4309:2017 - Cranes — Wire ropes — Care and maintenance, inspection and discard

- 42. EN 818-1:2008 Short link chain for lifting purposes - Safety - Part 1: General conditions of acceptance
- 43. EN 818-7 : 2008. Short link chain for lifting purposes — Safety. Part 7: Fine tolerance hoist chain, Grade T (Types T, DAT and DT)
- 44. EN 12644-1:2001+A1:2008, Cranes - Information for use and testing - Part 1: Instructions
- 45. EN 12644-2:2000+A1:2008, Cranes - Information for use and testing - Part 2: Marking
- 46. 起重升降機具安全規則，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=N0060013>

附錄一：業者提供其依 EN15011 製造輪胎式門型貨櫃起重機安裝實績

Year	Customer	Label	Type	No. of Units	Port	Country	Reference No.	Power	Lifting Capacity under	Hoist Speed laden/empty [m/min]	Trolley Speed [m/min]	Gantry Speed [m/min]	Lifting Height [m]	Lifting Height [rows]	Span [m]	Span [m]
2024	CMA-CGM Kaohsiung	Konecranes Noell	RTG	7	Kaohsiung	Republic of the China	G3069-G3075	Hybrid	400	26/52	70	130	14.5	18.1	5+1	19.8
2024	DPW Djazair II	Konecranes	RTG	4	Alger	Algeria	GB206-GB209	Diesel	400	26/52	70	135	14.5	18.2	7+1	26.4
2025	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	55	Savannah	USA	GB110-GB164	Hybrid	400	31/62	76	137	14.6	21.0	6+1	26.9
2025	CMA Terminals Khalifa LLC	Konecranes Noell	RTG	20	Khalifa	UAE	GB090-GB109	Hybrid	400	26/52	70	130	14.6	21.0	7+1	26.5
2024	Husky Terminal & Stevedoring	Konecranes	RTG	8	Tacoma	USA	GB046-GB053	Hybrid	400	31/62	76	135	14.6	21.0	6+1	24.4
2024	PSA Panama	Konecranes	RTG	3	Cocoli	Panama	G2921-G2923	Diesel	500	26/52	70	130	14.5	18.2	6+1	23.8
2024	Grupo Osipa	Konecranes Noell	RTG	4	Manzanillo	Mexico	G3065-G3068	able Reel + Diesel	400	26/52	70	130	14.6	21.0	6+1	22.7
2024	SSA Mexico	Konecranes Noell	RTG	7	Manzanillo	Mexico	GB058-GB064	Cable Reel	400	26/52	70	130	14.6	21.0	6+1	22.7
2024	PSA Halifax	Konecranes	RTG	8	Halifax	Canada	GB029-GB036	Cable Reel	400	30/60	70	135	14.5	18.1	6+1	23.8
2024	PSA Sines	Konecranes	ARTG	6	Sines	Portugal	G3023-G3028	ble Reel + Battery	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	23.2
2024	PHA BP IX	Konecranes	RTG	12	Houston	USA	GB011-GB022	Hybrid	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	23.5
2024	PHA BCT XI	Konecranes	RTG	14	Houston	USA	G2977-GB010	Hybrid	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	22.6
2024	South Florida Container Terminal (SFCT)	Konecranes	RRTG	12	Miami	USA	G2883-G2894	Busbar+Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	23.5
2023	DPW Cochín	Konecranes Noell	RTG	4	Cochín	India	G2917-G2920	Cable Reel	400	26/52	70	130	14.5	18.0	6+1	23.5
2023	DPW Mundra	Konecranes Noell	RTG	6	Mundra	India	G2911-G2916	Bus bar	400	26/52	70	130	14.5	18.0	6+1	23.5
2023	GPA GCT West	Konecranes	CRTG	15	Savannah	USA	G2845-G2859	able Reel + Diesel	400	31/62	82	135	14.6	21.0	6+1	23.8
2023	HPH Felixstowe	Konecranes	ARTG	17	Felixstowe	UK	G2795-G2811	Busbar + Battery	400	31/62	70	135	14.6	21.0	7+1	26.5
2023	UP Global II	Konecranes	RTG	4	Chicago	USA	G2822-G2825	Diesel	450	31/62	76	135	14.3	11.8	5+1	21.6
2023	ICTSI DRC SA	Konecranes	RTG	4	Matadi	Democratic Republic of the Congo	G2808-G2821	Hybrid	410	31/62	70	135	14.6	21.0	7+1	26.2
2023	Norfolk Southern, Landers, Chicago	Konecranes	RTG	1	Landers	USA	G2794	Hybrid	450	31/62	76	135	14.3	11.8	5+1	20.5
2023	APMT WACT	Konecranes	RTG	2	Onne	Nigerian	G2792-G2793	Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	7+1	25.9
2023	Hok Philadelphia	Konecranes	RRTG	6	Philadelphia	USA	G2773-G2776	able Reel + Diesel	500	31/62	70	137	14.5	18.1	7+1	26.1
2023	DCT Gdansk	Konecranes	ARTG	10	Gdansk	Poland	G2828-G2837	able Reel + Diesel	400	30/60	70	130	14.5	18.1	7+1	26.0
2023	Luka Koper	Konecranes	RTG	3	Koper	Slovenia	G2815-G2817	able Reel + Diesel	410	31/62	70	135	14.5	18.1	7+1	25.5
2022	GPA Savannah XX	Konecranes	CRTG	9	Georgia Steamship	USA	G2783-2791	able Reel + Diesel	400	31/62	82	135	14.6	21.0	6+1	23.8
2022	Husky Terminal & Stevedoring	Konecranes	RTG	4	Tacoma	USA	G2763-G2766	Hybrid	400	31/62	76	135	14.6	21.0	6+1	24.4
2022	GPA Savannah XIX	Konecranes	RTG	1	Savannah	USA	G2737	Hybrid+Diesel	400	31/62	82	135	14.6	21.0	6+1	23.7
2022	GPA Savannah XIX	Konecranes	RTG	19	Savannah	USA	G2718-G2736	Diesel	400	31/62	82	135	14.6	21.0	6+1	23.7
2022	Lomé Container Terminal S.A.	Konecranes	RTG	6	Lomé	Togo	G2712-G2717	Busbar+Diesel	400	26/52	70	135	14.6	21.0	7+1	26.4
2022	Nemport II	Konecranes Noell	CRTG	10	Nemport	Turkey	G2745-G2754	Cable Reel	410	26/52	70	130	14.6	21.0	7+1	26.4
2022	Gemadepi-Terminal Link Cai Mep Terminal JSC	Konecranes Noell	CRTG	6	Cai Mep	Vietnam	G2738-G2743	Cable Reel	410	26/50	70	130	14.5	18.1	7+1	26.4
2022	CSP Spain	Konecranes	RTG	2	Valencia	Spain	G2755-2756	Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	23.0
2022	MSC Valencia	Konecranes	RTG	4	Valencia	Spain	G2759-2762	Cable Reel	500	30/60	70	135	14.5	18.2	6+1	23.5
2021	APMT Tangier I	Konecranes	RTG	3	Tangier	Gibraltar	2596-G2598	Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	7+1	25.6
2021	APMT Algeciras, Spain	Konecranes	RRTG	11	ALGECIRAS	Spain	G2624-G2634	Diesel	400	26/52	70	135	14.5	18.1	6+1	22.6
2021	APMT Apapa IV, Nigeria	Konecranes	RTG	3	Apapa	Nigeria	2587-G2589	Diesel	400	31/62	70	135	14.6	21.0	7+1	26.0
2021	APMT Apapa V, Nigeria	Konecranes	RTG	6	Apapa	Nigeria	2590-G2595	Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	7+1	25.9
							G2547-G2558	Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	7+1	25.9
							G2567-G2577									
							G2599									
2021	CHEC Tanga	Konecranes	RTG	1	TANGA	Tanzania	G2679-G2682	Diesel	400	LC	70	130	14.5	18.1	6+1	23.5
2021	Conakry Terminal III	Konecranes	RTG	4	Conakry	Guinea	G2707-G2711	Diesel	400	26/52	70	130	14.5	18.2	7+1	26.0
2021	ITS, Long Beach II	Konecranes	RTG	5	Long Beach	USA	G2692-G2706	Hybrid	500	31/61	76	135	14.6	21.0	6+1	24.4
2021	PAC Saigiri Marine Terminal	Konecranes	RRTG	15	Saigiri	USA	G2676-G2678	Diesel	450	31/62	76	137	14.4	16.6		26.2
2021	CSX Cleveland	Konecranes	RTG	3	CSX	USA	G2674-G2675	Hybrid	450	26/62	76	137	14.3	11.8	5+1	20.5
2021	Norfolk Southern, Landers, Chicago	Konecranes	RTG	2	Landers	USA	G2671-G2673	Hybrid	450	26/62	76	137	14.3			14.5
2021	Norfolk Southern, Inman, Atlanta	Konecranes	RTG	4	Long Beach	USA	G2620-G2623	Diesel	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	22.6
2021	PHA	Konecranes	RTG	9	Houston	USA	G2600-G2608	Hybrid	400	31/62	70	135	14.5	18.1	6+1	22.6
2021	Gulfair Wilminston II	Konecranes	RTG	4	Gulfair II	USA	G2405-2408	Busbar+Diesel	400	31/62	70	137	14.5		7+1	

2021	BEN NGHE PORT II	Konecranes	BXH	2 BEN NGHE	Vietnam	G2585-G2586	Cable reel	400	23/56	70	130	1+5	18.1	6+1	23.0
2021	HSL, Scotland	Konecranes	RTG	1 HSL	Scotland	G2609	Cable reel	440	31/62	70	135	1+2		6+1	23.7
2021	Klaipeda Container Terminal IV	Konecranes	RTG	2 Klaipeda	Lithuania	G2669-G2670	Diesel	400	31/62	70	135	1+6	21.0	6+1	23.8
2021	APMT Valencia	Konecranes	RTG	3 Valencia	Spain	G2580-G2582	Diesel	500	31/62	70	135	1+5	18.1	6+1	22.6
2020	KTC Container Terminal Corporation	Konecranes Noell	RTG	2 Davao	Philippines	G2468-2469	Diesel	410	23/52	70	130	1+6		6+1	
2020	Tanzania Ports Authority	Konecranes Noell	RTG	2 Dar Es Salaam	Tanzania	G2511-2512	Diesel	410	23/52	70	130	1+5		6+1	
2020	Gemadepo-Terminal Link Cai Mep Terminal JSC	Konecranes Noell	CRTG	18 Cai Mep	Vietnam	G2479-2486	Cable Reel	410	26/50	70	130	1+5		7+1	26.4
2020	DPW Expo	Konecranes	Fixed-ARTG	1 Dubai	UAE	G2395	Diesel	400	31/62	70	0	1+1.5			
2020	Conakry Terminal II	Konecranes	RTG	4 Conakry II	Guinea	G2396-2399	Diesel	400	26/52	70	130	1+5		7+1	
2020	Container Terminal St. Petersburg V	Konecranes	RTG	3 St. Petersburg V	Russia	G2434-2436	Diesel	400	30/60	70	130	1+5		7+1	
2020	DPW Dakar	Konecranes	RTG	6 Dakar II	Senegal	G2561-2566	Diesel	400	26/52	70	135	1+5	18.2	7+1	
2020	Norfolk Southern	Konecranes	RTG	2 47th Street	USA	G2459-2460	Hybrid	450	31/62	76	137	1+3			
2020	Halgem	Konecranes	RTG	2 Helsterm IV	Canada	G2392-2393	Diesel	400	31/62	70	135	1+5		7+1	
2020	Norfolk Southern	Konecranes	RTG	3 Landers	USA	G2556-2558	Hybrid	450	31/62	76	137	1+3			
2020	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	9 Houston XII	USA	G2499-2507	Hybrid	400	31/62	70	135	1+5		6+1	
2020	Georgia Ports Authority XVIII	Konecranes	RTG	20 GPA XVIII	USA	G2410-2429	Diesel	400	31/62	82	135	1+6		6+1	
2020	Gulfstream Wilmington I	Konecranes	RTG	5 Gulfstream I	USA	G2400-2404	Busbar+Diesel	400	31/62	70	137	1+5		7+1	
2020	SCPAXII Wando Welch Terminal	Konecranes	RTG	3 Charleston	USA	G2352-2354	Hybrid	508	31/62	76	135	1+5		6+1	
2020	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	8 Houston	USA	G2332-2339	Hybrid	508	31/62	70	135	1+5		6+1	
2020	Kansas City Southern Rail (KCSM)	Konecranes	RTG	4 KCS Salinas	Mexico	G2455-2458	Diesel	450	31/62	70	135	1+3			
2020	Yliport	Konecranes	SRTG	6 Leixoes	Portugal	G2525-2530	Busbar+Diesel	400	31/62	70	135	1+6		6+1	
2020	Yliport	Konecranes	SRTG	6 Liscont	Portugal	G2513-2518	Busbar+Diesel	400	31/62	70	135	1+6		6+1	
2020	Yliport	Konecranes	SRTG	6 Gdyle	Sweden	G2519-2524	Busbar+Diesel	400	31/62	70	135	1+6		6+1	
2020	DPW Yarimoa II	Konecranes	RRTG	6 Yarimoa	Turkey	G2356-2361	Cable reel	406	26/52	70	135	1+5	18.2	7+1	26.4
2020	MSC Lausado	Konecranes	CRTG	3 Lausado	Portugal	G2470-2472	Cable reel	400	31/62	70	136	1+6	21.0	7+1	26.5
2020	Container Terminal St. Petersburg V	Konecranes	CRTG	2 St. Petersburg V	Russia	G2437-2438	Cable Reel+Diesel	400	30/60	70	130	1+5		7+1	
2020	Port of Pointe-Noire	Konecranes	RTG	2 Congo II	Republic of the Co	G2477-2478	Diesel	400	26/52	70	130	1+5		7+1	
2020	Tin-can Island Container Terminal	Konecranes	RTG	2 TICT IV	Nigeria	G2475-2476	Diesel	400	26/52	70	130	1+5		7+1	
2020	Tangier Alliance	Konecranes	RTG	6 Tangier Med II TC3	Morocco	G2541-2546	Diesel	400	31/62	70	135	1+5		7+1	
2020	Tangier Alliance	Konecranes	RTG	16 Tangier Med II TC3	Morocco	G2439-2454	Diesel	400	31/62	70	135	1+5		7+1	
2020	CSP Spain	Konecranes	RTG	6 Valencia	Spain	G2535-2540	Diesel	400	31/62	70	135	1+5	18.1	6+1	23.0
2020	MSC Valencia	Konecranes	RTG	7 MSC Valencia	Spain	G2460-2472	Cable Reel	500	30/60	70	135	1+5	18.2	6+1	23.5
2019	BPSB Bintulu	Konecranes Noell	RTG	2 Bintulu	Malaysia	G2329-2330	Diesel	410/40,4LT	23/52	72	130	1+6		6+1	
2019	Klaipeda CT II	Konecranes	RTG	2 Klaipeda	Lithuania	G2157-2158	Diesel	400	26/52	70	135	1+6	21.0	6+1	23.8
2019	Klaipeda CT III	Konecranes	RTG	4 Klaipeda	Lithuania	G2297-2300	Diesel	406	26/52	70	135	1+6	21.0	6+1	23.8
1998	Klaipeda Stevedoring Company	Konecranes	RTG	2 Klaipeda	Lithuania	G213-214	Diesel	400	26/52	70	135	1+4	15.2	6+1	23.8
2019	PT Prina Terminal Petikemas	Konecranes	ARTG	12 Belawan	Indonesia	G2313-2324	Cable Reel	406	31/62	70	135	1+5	18.1	6+1	23.8
2019	Belawan Container Terminal	Konecranes	RTG	5 Belawan	Indonesia	G2340-2344	Diesel	406	30/60	70	130	1+6		6+1	
2019	Fridenson Ashdod	Konecranes	BXH	2 Ashdod	Israel	G2190-2191	Diesel	400	26/52	70	130	1+5	18.1	7+1	26.5
2019	DPW Djazair	Konecranes	RTG	5 Alger	Algeria	G2238-2242	Diesel	400	26/52	70	135	1+5	18.2	7+1	26.4
2019	Intermodal Mexico	Konecranes	RTG	1 Ciudad de Mexico	Mexico	G2345	Diesel	45LT	31/62	70	130		11.0		21.6
2019	Massport III	Konecranes	RTG	2 Boston	USA	G2350-2351	Diesel	406	31/62	70	135	1+5		6+1	
2019	GPA Savannah XVII	Konecranes	RTG	2 Savannah	USA	G2348-2349	Diesel	406	31/62	70	135	1+5		6+1	23.8
2019	GTC Delaport	Konecranes	RTG	6 Delaport	Canada	G2138-2143	Diesel	400	31/62	76	135	1+5	18.1	7+1	25.6
2019	Malta Freeport Terminal V	Konecranes	RTG	15 Malta Freeport	Malta	G2119-2133	Diesel	400	31/62	70	130	1+6	21.1	6+1	22.6
2019	Lome Container Terminal	Konecranes	RTG	5 Lome	Togo	G2144-2148	Busbar + Diesel	400	30/60	70	135	1+6	21.1	7+1	26.5
2019	Contem II Ashdod	Konecranes	BXH	1 Ashdod	Israel	G2189	Cable Reel	400	26/52	70	130	1+6		7+1	
2019	Koper IX	Konecranes	CRTG	5 Koper	Slovenia	G2232-2236	Cable reel	400	31/62	70	135	1+5	18.1	7+1	25.5
2019	MARIUPOL III	Konecranes	CRTG	2 Mariupol	Ukraine	G2194-2195	Cable reel	400	26/52	70	135	1+3	12.4	9+1	31.8
2019	GTC Vantem	Konecranes	RTG	4 Vantem	Canada	G2134-2137	Diesel	400	31/62	76	135	1+5	18.1	7+1	25.6
2019	Kansas City Southern Rail (KCS)	Konecranes	RTG	2 Wylie	USA	G2346-2347	Diesel	45LT	31/62	70	135	1+3		6+1	23.5
2019	South Carolina Port Authority	Konecranes	RTG	24 Charleston	USA	G2208-2221	Diesel	500	31/62	70	135	1+5	18.2	6+1	23.0
2019	South Carolina Port Authority	Konecranes	RTG	2 Greer	USA	G2206-2207	Diesel	500	31/62	70	135	1+5	18.2	6+1	23.0
2019	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	10 Savannah	USA	G2196-2205	Diesel	400	31/62	82	137	1+5	18.1	6+1	23.8
2019	Massport	Konecranes	RTG	2 Boston	USA	G2192-2193	Diesel	400	31/62	70	135	1+5	18.1	6+1	22.9
2019	Termon II	Konecranes	RTG	3 Montreal	Canada	G2325-2327	Diesel	60LT/50LT	26/52	70	135	1+6	21.1/18.5	6+1	23.2
2018	Bharat Mumbai Container Terminals Private Lim	Konecranes Noell	RTG	18 Mumbai	India	1335	Diesel	400	25/46	70	134	1+5	18.1	6+1	23.7
2018	Dinh Vu Port Investment	Konecranes Noell	CRTG	4 Haiphong	Vietnam	1337	Cable Reel	400	20/58	70	120	1+5	18.0	6+1	23.5
2018	Kuala Tanjung Multipurpose Terminal	Konecranes	ARTG	8 Kuala Tanjung	Indonesia	G2078-2085	Cable reel	400	31/60	70	130	1+6	21.0	6+1	23.7
2018	Belawan Container Terminal	Konecranes	RTG	4 Belawan	Indonesia	G2113-2116	Diesel	400	30/60	70	135	1+6	21.0	6+1	23.5
2018	Conakry Terminal	Konecranes	RTG	4 Conakry	Guinea	G2092-2095	Diesel	400	26/52	70	130	1+5	18.2	7+1	26.0
2018	Container Terminal St. Petersburg	Konecranes	RTG	2 St. Petersburg	Russia	G2086-2087	Diesel	500	30/60	70	130	1+5	18.1	7+1	26.3
2018	Port Authority of the Cayman Islands	Konecranes	BXH	2 Georgestown	Cayman Islands	G2044-2045	Diesel	400	26/52	70	130	1+6	20.9	6+1	23.7

2018	Freetown Terminal	Konecranes	RTG	4 Freetown	Sierra Leone	G2088-2091	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2018	Contem Ashdod	Konecranes	BXH	2 Ashdod	Israel	G2096-2097	Cable Reel	400	26/52	70	130	146	20.9	7+1	24.9
2018	Terport S.A.	Konecranes	BXH	2 San Antonio	Paraguay	G2084-2085	Cable Reel	400	26/52	70	130	145	18.1	7+1	26.0
2018	CSX	Konecranes	RTG	1 Cincinnati	USA	G2112	Diesel	450	31/62	76	135	143	6+1	23.5	
2018	Haham	Konecranes	RTG	1 Halifax	Canada	G2065	Diesel	400	30/60	70	135	145	18.1	6+1	22.8
2018	Haham	Konecranes	RTG	2 Halifax	Canada	G2110-2111	Diesel	400	30/60	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2018	Port of Houston Authority XV	Konecranes	RTG	9 Bayport	USA	G2069-2077	Diesel	400	31/62	70	135	145	18.1	6+1	23.4
2018	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	3 Chatsworth	USA	G2066-2068	Cable Reel + Diesel	400	31/61	82	137	145	18.1	6+1	22.8
2018	South Carolina Port Authority	Konecranes	RTG	2 Dillon	USA	G2088-2089	Diesel	500	31/62	76	137	145	18.1	8+1	29.0
2018	Noatum	Konecranes	RTG	2 Valencia	Spain	G2155-2156	Diesel	400	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2017	Xiamen Haihong Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	4 Xiamen	China	1329		410	23/55	70	100	145	18.1	7+1	26.4
2017	ACCCHC	Konecranes Noell	RTG	3 Dekhelia	Egypt	1317		400	22/46	61	131	145	19.1	6+2	23.5
2017	Bharat Mumbai Container Terminals Private Lim	Konecranes Noell	RTG	18 Mumbai	India	1333		400	25/46	70	134	145	18.1	6+1	23.7
2017	APMT	Konecranes Noell	RTG	2 Pipavav	India	1309		500	23/52	70	130	145	18.1	7+1	26.5
2017	Sabah Ports Sdn. Bhd.	Konecranes Noell	RTG	4 Sabah	Malaysia	1325		400	20/40	70	100	145	18.2	7+1	26.1
2017	Myanmar International Terminals Thilawa (HPH)	Konecranes Noell	RTG	4 Yangon	Myanmar	1327		406	24/55	70	134	146	20.8	6+1	23.5
2017	TPKS Semarang (Pelindo III)	Konecranes	ARTG	9 Semarang	Indonesia	G1822-1830	Cable Reel	400	31/61	70	130	145	18.1	6+1	23.7
2017	Jeddah South Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	6 Jeddah	Saudi Arabia	S010		400	20/40	70	120	145	18.1	6+1	23.5
2017	Jeddah South Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	6 Jeddah	Saudi Arabia	S009		400	23/52	70	120	145	18.1	6+1	23.5
2017	DPW Dakar	Konecranes	RTG	4 Dakar	Senegal	G1935-1938	Diesel	400	26/52	70	135	145	18.1	7+1	26.3
2017	Ben Nghe Port	Konecranes	BXH	2 Ho Chi Minh	Vietnam	G1913-1914	Diesel	400	23/52	70	130	145	18.1	6+1	23.8
2017	Container Terminal St. Petersburg	Konecranes	CRTG	3 St. Petersburg	Russia	G1932-1934	Cable Reel	400	30/60	70	130	146	21.0	7+1	26.3
2017	Gulfair	Konecranes	RTG	3 Jubail	Saudi Arabia	G1910-1912	Diesel	650	26/52	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2017	LLC «Brooklyn-Kiev Port», Odessa	Konecranes	RTG	2 Odessa	Ukraine	G2026-2027	Diesel	400	31/62	70	135	145	18.1	7+1	26.4
2017	South Carolina Port Authority	Konecranes	RTG	12 Charleston	USA	G1919-1930	Diesel	500	31/62	76	137	145	18.2	6+1	23.0
2017	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	10 Savannah	USA	G1756-1765	Busbar + Diesel	400	31/61	82	137	145	18.1	6+1	23.8
2017	SETV	Konecranes	RTG	4 Abidjan	Ivory Coast	G1915-1918	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2017	MSC	Konecranes	RTG	3 Valencia	Spain	G1897-1899	Diesel	400	30/60	70	135	145	18.1	6+1	23.5
2017	Noatum	Konecranes	RTG	6 Valencia	Spain	G1904-1909	Diesel	400	31/62	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2017	TCV Stevedoring Company, Valencia	Konecranes	RTG	4 Valencia	Spain	G1884-1887	Diesel	500	30/60	70	135	145	18.1	6+1	22.6
2017	TCV Stevedoring Company, Valencia	Konecranes	RTG	4 Valencia	Spain	G1790-1793	Diesel	500	30/60	70	135	145	18.1	6+1	22.6
2016	Ningbo Port (Phase V, Yuandong)	Konecranes Noell	RTG	4 Ningbo	China	1323		406	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2016	ACCCHC	Konecranes Noell	RTG	3 Alexandria	Egypt	1315		400	22/45	60	130	145	18.1	6+1	22.5
2016	APMT Apapa	Konecranes	RTG	4 Apapa	Nigeria	G1734-1737	Diesel	400	26/52	70	135	145	18.2	7+1	26.0
2016	APMT Apapa	Konecranes	RTG	4 Apapa	Nigeria	G1798-1801	Diesel	400	26/52	70	135	145	18.2	7+1	26.0
2016	CICE Container Terminal	Konecranes	RTG	2 Veracruz	Mexico	G1876-G1877	Diesel	400	31/62	70	135	145	18.1	6+1	23.5
2016	Cotonou	Konecranes	RTG	5 Benin	Benin	G1838-1842	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2016	Damietta Container and Handling Company	Konecranes	RTG	4 Damietta	Egypt	G1802-1805	Diesel	400	30/60	70	135	145	18.1	7+1	26.5
2016	DPW Maputo	Konecranes	RTG	6 Maputo	Mozambique	G1870-1875	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2016	Nhava Sheva International Container Terminal (DPW)	Konecranes Noell	RTG	16 Nhava Sheva	India	1305		400	25/50	60	135	145	18.2	6+1	23.5
2016	Basra Gateway Terminal (ICTSI)	Konecranes Noell	RTG	3 Umm Qasr	Iraq	1311		410	23/46	70	90	145	18.1	6+1	23.5
2016	Ahlon International Port	Konecranes Noell	RTG	2 Yangon	Myanmar	1319		400	23/52	70	90	145	18.1	6+1	23.5
2016	IPS (HPH), Saudi Arabia	Konecranes Noell	RTG	2 Dammam	Saudi Arabia	1313		400	30/60	70	130	145	18.0	7+1	26.5
2016	DCT Gdansk	Konecranes	CRTG	15 Gdansk	Poland	G1775-1789	Cable Reel	400	28/56	70	130	145	18.1	7+1	26.0
2016	Luka Koper	Konecranes	CRTG	7 Koper	Slovenia	G1853-1859	Cable Reel	400	31/62	70	130	145	18.1	7+1	25.5
2016	TPKS Semarang (Pelindo III)	Konecranes	ARTG	11 Semarang	Indonesia	G1637-1647	Cable Reel	400	31/62	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2016	LLC «Brooklyn-Kiev», Odessa	Konecranes	RTG	2 Odessa	Ukraine	G1895-1896	Diesel	400	31/62	70	135	145	18.1	7+1	26.0
2016	Port of Pointe-Noire	Konecranes	RTG	12 Congo	Republic of the Congo	G1707-G1718	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2016	CSX	Konecranes	RTG	1 Cincinnati	USA	G1812	Diesel	400	31/61	76	137	143	12.4	7+1	25.1
2016	CSX	Konecranes	RTG	2 Bedford	USA	G1810-1811	Diesel	400	31/61	76	137	143	12.3	6+1	21.9
2016	GCT Delaport	Konecranes	RTG	6 Delta	Canada	G1878-1883	Diesel	400	31/62	76	137	145	18.1	7+1	25.6
2016	GCT Vancouver	Konecranes	RTG	4 Vancouver	Canada	G1794-1797	Diesel	400	31/62	76	137	145	18.1	7+1	25.6
2016	GCT Vancouver	Konecranes	RTG	2 Vancouver	Canada	G1806-1807	Diesel	400	31/62	76	137	145	18.1	7+1	25.6
2016	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	9 Houston	USA	G1766-1774	Diesel	400	31/62	70	135	145	18.1	6+1	23.5
2016	Togo Terminal	Konecranes	RTG	8 Lomé	Togo	G1843-1850	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2016	Termon	Konecranes	RTG	5 Montreal	Canada	G1832-1836	Diesel	600	26/52	70	135	146	21.1	6+1	23.2
2016	APMT Algeiras	Konecranes	RTG	12 Algeiras	Spain	G1722-1733	Diesel	400	26/52	70	135	145	18.2	6+1	22.6
2015	Ningbo Port (Phase IV, Gangji)	Konecranes Noell	RTG	4 Ningbo	China	1303		406	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2015	Ningbo Port (Phase V, Yuandong)	Konecranes Noell	RTG	10 Ningbo	China	1301		406	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2015	Brokka Fenix	Konecranes	RTG	10 Bronka	Russia	G1683-1692	Diesel	500	30/60	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2015	Cotonou	Konecranes	RTG	5 Benin	Benin	G1702-1706	Diesel	400	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2015	Lomé Container Terminal	Konecranes	RTG	10 Lomé	Togo	G1741-1750	Busbar	400	26/52	70	135	146	21.1	7+1	26.5
2015	Port of New Orleans	Konecranes	CRTG	2 Nola	USA	G1751-1752	Cable Reel	600	31/62	70	137	143	12.4	7+1	26.2

2015	Port of Everglades	Konecranes	RTG	2 Broward County, FL	USA	G1720-1721	Busbar + Diesel	50.0/60.0	31.62	76	137	H45	18.1	6+1	23.2
2015	New Orleans Terminals	Konecranes	RTG	2 New Orleans	USA	G1673-1674	Cable Reel + Diesel	60.0	31.62	76	137	H45	18.1	6+1	23.2
2015	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	20 Savannah	USA	G1648-1667	Busbar + Diesel	40.0	31.61	82	137	H45	18.1	6+1	23.8
2015	DPW Yarmouk	Konecranes	CRTG	18 Yarmouk	Turkey	G1619-1636	Cable Reel	40.0	26.52	70	135	H45	18.2	7+1	26.4
2015	CSX	Konecranes	RTG	2 Bedford	USA	G1617-1618	Diesel	40.0	31.61	76	137	H43	12.3	6+1	21.9
2015	CSX	Konecranes	RTG	2 Chicago	USA	G1615-1616	Diesel	40.0	31.61	76	137	H43	12.3	6+1	21.9
2015	Ningbo Port Chuanshan Terminal	Konecranes Noell	RTG	4 Ningbo	China	1297		40.6	23.52	70	130	H45	18.2	6+1	23.5
2015	Bharat Kolkata Terminals Private Limited (BKT)	Konecranes Noell	RTG	4 Kolkata	India	1299		45.0	22.52	70	134	H44	15.5	6+1	23.5
2015	Manila Northport Harbor Port, Inc.	Konecranes Noell	RTG	6 Manila	Philippines	S008		40.0	23.46	70	130	H45	18.1	6+1	23.5
2015	IPS (HPH), Saudi Arabia	Konecranes Noell	RTG	4 Dammam	Saudi Arabia	1293		40.0	30.60	70	130	H45	18.0	7+1	26.5
2015	Consumer Goods Myanmar Ltd	Konecranes	BKH	1 Myanmar	Myanmar	G1719	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.1	6+1	24.1
2015	Hai Phong Port Holding Limited	Konecranes Noell	RTG	6 Hai Phong	Vietnam	1295		40.0	20.58	70	130	H45	18.0	6+1	23.5
2015	Marport	Konecranes Noell	RTG	6 Istanbul	Turkey	1289		41.0	25.50	75	120	H46	21.0	7+1	26.5
2015	Port of Asva Port (TIL)	Konecranes Noell	RTG	24 Barbaros	Turkey	1283		40.0	25.60	70	130	H46	21.2	7+1	26.5
2015	TCQ Guatemala	Konecranes	RTG	5 Guatemala	Guatemala	G1694-1698	Diesel	40.0	31.62	70	135	H45	18.1	7+1	26.5
2015	To go Terminal	Konecranes	RTG	4 Lomé	Togo	G1537-1540	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.2	7+1	26.0
2014	Kiel	Konecranes	RTG	1 Kiel	Germany	G1602	Diesel	40.0	26.56	70	135	H43	13.9	7+1	16.5
2014	Lomé Container Terminal	Konecranes	RTG	12 Lomé	Togo	G1419-1430	Busbar	40.0	26.52	70	135	H46	21.1	7+1	26.5
2014	TCBuen	Konecranes	RTG	6 Buenaventura	Colombia	G1596-1601	Busbar + Diesel	40.0	31.62	70	135	H46	21.0	6+1	23.5
2014	Hai Phong Port Holding Limited	Konecranes Noell	RTG	12 Hai Phong	Vietnam	1287	Cable Reel	40.0	20.58	70	130	H45	18.0	6+1	23.5
2014	Container Terminal St. Petersburg	Konecranes	RTG	2 St. Petersburg	Russia	G1611-1612	Diesel	40.0	30.60	70	130	H46	21.0	7+1	26.3
2014	Mariupol Sea Port	Konecranes	CRTG	2 Mariupol	Ukraine	G1675-1676	Cable Reel	40.0	30.60	70	135	H43	14.4	9+1	31.8
2014	CSX	Konecranes	RTG	3 Valleyfield	Canada	G1547-1549	Diesel	40.0	31.61	76	137	H44	15.2	7+1	26.4
2014	New York Container Terminal	Konecranes	RTG	2 New York	USA	G1570-1571	Diesel	50.0	31.62	76	137	H45	18.1	6+1	23.5
2014	CSX	Konecranes	RTG	1 Fairburn	USA	G1556	Diesel	40.0	31.61	76	137	H43	12.4	6+1	23.5
2014	Libra Terminal Rio S/A	Konecranes Noell	RTG	12 Rio de Janeiro	Brazil	1285		40.0	26.52	70	130	H46	21.0	7+1	26.5
2014	Meratus Lines	Konecranes Noell	RTG	3 Jakarta	Indonesia	1271		40.0	22.55	70	90	H46	21.0	6+1	23.5
2014	Port of Tanjung Pelepas	Konecranes Noell	RTG	26 Johor	Malaysia	1277		50.0	22.50	70	135	H45	18.1	7+1	26.5
2014	Ahlone International Port	Konecranes Noell	RTG	2 Yangon	Myanmar	1281		40.0	23.52	70	90	H45	18.1	6+1	23.5
2014	Meratus Lines	Konecranes Noell	RTG	3 Surabaya	Indonesia	1269		40.0	22.55	70	90	H46	21.0	7+1	23.5
2014	CSX	Konecranes	RTG	1 Chicago	USA	G1546	Diesel	45.0	31.61	76	137	H43	12.4	6+1	21.9
2014	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	3 Houston	USA	G1526-1528	Diesel	40.0	31.62	70	135	H45	18.1	6+1	23.5
2014	Port of Douala	Konecranes	RTG	4 Cameroon	Cameroon	G1533-1536	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.2	7+1	26.0
2014	Port Newark Container Terminal (PNCT)	Konecranes Noell	RTG	3 Newark	USA	1275	Diesel	50.0	15.60	70	130	H42	10.5	5+1	20.1
2014	Port of Pointe-Noire	Konecranes	RTG	4 Congo	Republic of the Co	G1529-1532	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.2	7+1	26.0
2014	Tin-can Island Container Terminal	Konecranes	RTG	5 Lagos	Nigeria	G1586-1590	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.2	7+1	26.0
2013	Klaipėda Smeltė	Konecranes	RTG	7 Klaipėda	Lithuania	G1349-1355	Diesel	40.0	31.62	70	135	H46	21.0	6+1	23.8
2013	APMT Apapa	Konecranes	RTG	8 Lagos	Nigeria	G1442-1449	Diesel	40.0	26.52	70	135	H45	18.2	7+1	26.0
2013	APMT Apapa	Konecranes	RTG	2 Lagos	Nigeria	G1502-1503	Diesel	40.0	26.52	70	135	H45	18.2	7+1	26.0
2013	Ningbo Zhenpu	Konecranes Noell	RTG	4 Ningbo	China	1279	Cable Reel	40.6	23.52	70	130	H45	18.3	6+1	23.5
2013	Port America Outer Harbor Terminals LLC	Konecranes Noell	RTG	6 Oakland	USA	S006/S007		40.0	20.40	70	120	H45	18.1	6+1	23.5
2013	PHA Houston	Konecranes	RTG	8 Houston	USA	G1456-1463	Diesel	40.0	31.62	70	135	H45	18.1	6+1	22.6
2013	Manila Northport Harbor Port, Inc.	Konecranes Noell	RTG	4 Manila	Philippines	1267	Diesel	40.8	23.52	70	130	H45	18.3	6+1	23.5
2013	CSX	Konecranes	RTG	2 Cincinnati	USA	G1416-1417	Diesel	40.0	31.61	76	137	H43	12.4	7+1	25.1
2013	Mariupol Sea Port	Konecranes	RTG	2 Mariupol	Ukraine	G1509-1510	Diesel	40.0	30.50	70	135	H45	18.1	7+1	26.5
2013	MPS	Konecranes	RTG	4 Ghana	Ghana	G1432-1435	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.2	7+1	26.0
2013	MPS	Konecranes	RTG	5 Ghana	Ghana	G1436-1440	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.2	7+1	26.0
2013	CSX	Konecranes	RTG	1 Fairburn	USA	G1415	Diesel	40.0	31.61	76	137	H43	12.4	7+1	25.1
2013	Noatum	Konecranes	RTG	4 Noatum Valencia	Spain	G1450-1453	Diesel	40.0	26.52	70	130	H45	18.1	6+1	23.0
2013	TCV Stevedoring Company, Valencia	Konecranes	RTG	4 Valencia	Spain	G1505-1508	Diesel	50.0	30.60	70	135	H45	18.1	6+1	22.6
2013	EVYAP PORT	Konecranes	RTG	8 Eyyaport	Turkey	G1407-1414	Busbar + Diesel	40.0	26.52	70	130	H46	21.1	7+1	26.1
2012	Luka Koper	Konecranes	RTG	3 Koper	Slovenia	G1379-1381	Diesel	40.0	31.62	70	135	H45	18.1	7+1	25.5
2012	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	4 Savannah	USA	G1310-1313	Busbar + Diesel	50.0	30.60	82	137	H45	18.1	6+1	23.7
2012	NLTP	Konecranes	CRTG	1 Novorossiysk	Russia	G1343	Cable Reel	50.0	30.60	70	135	H45	18.1	7+1	26.5
2012	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	16 Savannah	USA	G1294-1309	Diesel	50.0	30.60	82	137	H45	18.1	6+1	23.8
2012	Portave	Konecranes Noell	RTG	5 Navegantes	Brazil	1257		40.0	22.50	70	130	H45	18.2	7+1	23.5
2012	Ningbo Yuandong Port (Phase V)	Konecranes Noell	RTG	8 Ningbo	China	1261/1263		40.6	23.52	70	130	H45	18.2	6+1	23.5
2012	Zhanjiang Bao man Container Terminal Limited	Konecranes Noell	RTG	6 Zhanjiang	China	1265		41.0	23.52	70	90	H45	18.2	6+1	23.5
2012	Ningbo Daxie China Merchants Terminal	Konecranes Noell	RTG	3 Ningbo	China	1253	Diesel	40.6	22.55	70	130	H45	18.2	6+1	23.5
2012	APMT	Konecranes Noell	RTG	6 Port Said	Egypt	1255	Diesel	50.0	22.50	70	135	H45	18.2	7+1	23.5
2012	Panama Port Company S.A.	Konecranes Noell	RTG	7 Balboa	Panama	1249		41.0	25.60	70	130	H46	21.0	6+1	23.5

2012	Muga Container Terminal	Konecranes	RTG	2 Muga	Estonia	G1385-1386	Diesel	40.0	31/62	70	135	144	15.2	6+1	253
2012	Pelindaba, BICT	Konecranes	RTG	10 Belawan	Indonesia	G1315-1324	Diesel	40.0	30/60	70	130	146	21.0	6+1	224
2012	SETV	Konecranes	RTG	4 Lagos	Nigeria	G1375-1378	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.1	7+1	260
2012	Sifax Group	Konecranes	RTG	10 Lagos	Nigeria	G1356-1365	Diesel	50.0	26/52	70	130	145	18.2	7+1	260
2012	MSC	Konecranes	RTG	3 Valencia	Spain	G1366-1368	Diesel	40.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	235
2011	Luka Koper	Konecranes	RTG	2 Koper	Slovenia	G1247-1248	Diesel	40.0	26/52	76	130	145	18.1	7+1	255
2011	Luka Koper	Konecranes	RTG	2 Koper	Slovenia	G1341-1342	Diesel	40.0	26/52	68	130	145	18.1	7+1	255
2011	Alamira Terminal Portuaria	Konecranes	RTG	3 Alamira	Mexico	G1227-1229	Diesel	40.0	30/60	70	130	145	18.3	6+1	235
2011	Nemport	Konecranes	CRTG	5 Nemport	Turkey	G1213-1218	Cable Reel	40.0	31/62	70	135	146	21.1	6+1	235
2011	First Container Terminal (NCC)	Konecranes	RTG	5 St. Petersburg	Russia	G1241-1245	Diesel	50.0	30/60	70	130	145	18.1	7+1	265
2011	Ningbo Port Company Limited (Yuandong)	Konecranes Noell	RTG	4 Ningbo	China	1251		40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	235
2011	Ningbo Port Chuanshan Terminal	Konecranes Noell	RTG	8 Ningbo	China	1247		40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	235
2011	LTSB, Kattupalli Port	Konecranes Noell	RTG	15 Chennai	India	1245		40.0	25/60	70	130	145	18.3	6+1	235
2011	Pelindaba, BICT	Konecranes	RTG	5 Belawan	Indonesia	G1207-1211	Diesel	40.0	30/60	70	130	146	21.0	6+1	235
2011	TCP	Konecranes	RTG	6 Paranaguá	Brazil	G1284-1289	Diesel	50.0	31/62	70	135	145	18.2	6+1	235
2011	Visakh Container Terminal	Konecranes	RTG	4 Visakh	India	G1230-1233	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.3	6+1	235
2011	TCEEGE Container Terminals	Konecranes	RTG	6 TCE	Turkey	G1222-1226	Diesel	40.0	31/62	70	135	146	21.1	7+1	265
2011	PD Teesport	Konecranes	RTG	4 Teesport	United Kingdom	G1279-1282	Diesel	50.0	31/62	70	135	145	18.1	6+1	235
2010	Malta Freeport	Konecranes	RTG	20 Malta Freeport	Malta	G1081-1100	Diesel	50.0	26/52	70	130	146	21.0	6+1	225
2010	Civilian Spa	Konecranes	RTG	1 Bejaia	Algeria	G1212	Diesel	40.0	26/52	70	130	146	21.0	6+1	234
2010	Damietta Container and Handling Company	Konecranes	RTG	6 Damietta	Egypt	G1175-1180	Diesel	40.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	265
2010	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	25 Savannah	USA	G1181-1205	Diesel	50.0	30/60	82	137	145	18.1	6+1	238
2010	Ningbo Port Group (Zhapu)	Konecranes Noell	RTG	4 Ningbo	China	1243		40.6	23/52	70	130	145	18.3	6+1	235
2010	Xiamen Ocean Gate Container Terminal Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	10 Xiamen	China	1239	Diesel	40.5	23/52	70	90	145	18.1	6+1	235
2010	Port Authority of Thailand	Konecranes Noell	RTG	6 Bangkok	Thailand	1241		35.0	20/50	70	120	144	15.2	4+1	173
2010	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	9 Houston	USA	G1158-1166	Diesel	50.0	31/62	70	135	145	18.1	6+1	235
2010	SETV	Konecranes	RTG	8 Abidjan	Ivory Coast	G1137-1144	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.2	7+1	260
2010	Tinian Island Container Terminal	Konecranes	RTG	6 Lagos	Nigeria	G1167-1172	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.2	7+1	260
2010	Yanino Logistics Park	Konecranes	RTG	2 Yanino	Russia	G1077-1078	Diesel	50.0	30/60	70	135	146	20.9	6+1	238
2009	Bahia Container Terminal (NCC)	Konecranes	CRTG	11 Ust-Luga	Russia	G991-1001	Cable Reel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	265
2009	NUTEP	Konecranes	CRTG	4 Novorossiysk	Russia	G987-990	Cable Reel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	265
2009	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	11 Savannah	USA	G1040-1050	Diesel	50.0	30/60	82	137	145	18.1	6+1	238
2009	HPC, Odessa	Konecranes	RTG	4 Odessa	Ukraine	G1032-1035	Diesel	40.0	26/52	70	135	145	18.1	7+1	265
2009	HPC, Odessa	Konecranes	RTG	3 Odessa	Ukraine	G965-967	Diesel	40.0	26/52	70	135	145	18.1	7+1	265
2009	JSC Fourth Sievadoring Company	Konecranes	RTG	10 Seaport	Russia	G1013-1022	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	263
2009	Logistika Terminal (NCC)	Konecranes	RTG	2 Shushani	Russia	G916-917	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	262
2009	Tecor Saape S.A.	Konecranes Noell	RTG	8 Ipojuca	Brazil	1227		41.0	25/60	70	130	145	17.8	6+1	235
2009	Nansha Sievadoring Co., Ltd of Guangzhou Port	Konecranes Noell	RTG	8 Guangzhou	China	1237		41.0	23/40	70	100	145	18.1	6+1	235
2009	Ningbo Beilun Port (Phase III)	Konecranes Noell	RTG	6 Ningbo	China	1231		40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	235
2009	APMT	Konecranes Noell	RTG	4 Apapa	Nigeria	1221		50.0	22/50	70	135	145	18.1	7+1	26
2009	International Container Terminal Services Inc.	Konecranes Noell	RTG	8 Manila	Philippines	1229		41.0	25/60	70	130	145	17.8	6+1	235
2009	Port of Salalah	Konecranes	RTG	2 Oman	Oman	G1038-1039	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	235
2009	Tide Water Middle East Company	Konecranes	RTG	3 Bandar Abbas	Iran	G1028-1030	Diesel	40.0	26/52	70	135	145	18.0	6+1	225
2009	TPS	Konecranes	RTG	4 Surabaya	Indonesia	G1059-1062	Diesel	40.0	31/61	70	135	145	18.1	7+1	271
2009	Ukrtranscontainer (NCC), Ilyichevsk	Konecranes	RTG	4 Illichivsk	Ukraine	G1002-1005	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	235
2009	Technimont Abu Dhabi	Konecranes Noell	RTG	4 Ruwais	United Arab Emirates	1213		40.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	235
2009	MSC	Konecranes	RTG	12 Valencia	Spain	G971-982	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.2	6+1	235
2008	CMA/CGM	Konecranes	RTG	10 Malta Freeport	Malta	G895-904	Diesel	50.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	226
2008	CMA/CGM	Konecranes	RTG	10 Malta Freeport	Malta	G842-851	Diesel	50.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	226
2008	Luka Koper	Konecranes	RTG	2 Koper	Slovenia	G885-886	Diesel	40.0	26/52	68	130	144	15.2	7+1	255
2008	Alamira Terminal Portuaria	Konecranes	RTG	2 Alamira	Mexico	G822-823	Diesel	40.0	30/60	70	135	145	18.3	6+1	235
2008	Alamira Terminal Portuaria	Konecranes	RTG	1 Alamira	Mexico	G840	Diesel	40.0	30/60	70	135	145	18.3	6+1	235
2008	Horizon Lines	Konecranes	RTG	2 Honolulu	USA	G924-927	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	235
2008	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	2 Savannah	USA	G922-923	Diesel	50.0	30/60	82	137	145	18.1	6+1	238
2008	First Container Terminal (NCC)	Konecranes	RTG	10 St. Petersburg	Russia	G929-938	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	265
2008	Burlington Northern Santa Fe	Konecranes	RTG	2 Los Angeles	USA	G854-865	Diesel	45.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	253
2008	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	12 Savannah	USA	G852-863	Diesel	50.0	30/60	82	137	145	18.1	6+1	238
2008	APM Terminals	Konecranes	RTG	2 New York	USA	G733-734	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	229
2008	Logistika Terminal (NCC)	Konecranes	RTG	4 Shushani	Russia	G939-942	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	7+1	262
2008	Civitavecchia Port	Konecranes Noell	RTG	3 Civitavecchia	Italy	1205		41.0	25/50	70	130	145	18.1	6+1	265
2008	Zhanjiang Port (Group) Co. Ltd.	Konecranes Noell	RTG	4 Zhanjiang	China	1225		40.6	23/52	70	130	145	18.1	6+1	235
2008	Qing Huangdao Port Group Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	7 Qinhuangdao	China	1211		41.0	23/55	70	90	145	18.1	6+1	235
2008	Shenzhen Shekou Container Terminal Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	10 Shenzhen	China	1209		40.5	23/52	70	90	146	21.2	6+1	235
2008	Wenzhou Jinyang Container Port	Konecranes Noell	RTG	2 Wenzhou	China	1203		41.0	23/52	70	130	145	18.1	6+1	235
2008	Ningbo Yuandong Port (Phase V)	Konecranes Noell	RTG	6 Ningbo	China	1201		40.6	23/52	70	130	145	18.1	6+1	235

2008	Ningbo Gangli Port (Phase IV)	Konecranes Noell	RTG	12 Ningbo	China	1199	40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5	
2008	Wenzhou Zhuangyuanao Port	Konecranes Noell	RTG	5 Wenzhou	China	1197	41.0	23/52	70	130	145	18.1	6+1	23.5	
2008	Dalian Port Container Terminal Co.,Ltd	Konecranes Noell	RTG	5 Dalian	China	1169	41.0	20/40	70	130	145	18.1	6+1	23.5	
2008	SPRBLN	Konecranes Noell	RTG	6 Buenaventura	Colombia	1187B	40.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.5	
2008	Sokina Port Development Company	Konecranes Noell	RTG	5 Cairo	Egypt	1191	50.0	23/55	70	135	145	18.1	6+1	23.2	
2008	OJSC Petroleport	Konecranes	RTG	2 Petroleport	Russia	G950-951	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2008	OJSC Petroleport	Konecranes	RTG	2 Petroleport	Russia	G948-949	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2008	OJSC Petroleport	Konecranes	RTG	2 Petroleport	Russia	G914-915	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2008	OJSC Petroleport	Konecranes	RTG	4 Petroleport	Russia	G910-913	Diesel	50.0	31/60	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2008	SSA Marine	Konecranes	RTG	6 Manzanillo	Mexico	G959-964	Diesel	50.0	31/61	70	135	146	21.0	6+1	22.7
2008	TCP	Konecranes	RTG	4 Panmagua	Brazil	G955-958	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.2	6+1	23.5
2008	Bolada	Konecranes	RTG	3 Las Palmas II	Spain	G834-836	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2008	APMT	Konecranes Noell	RTG	2 Salalah	Oman	1233	40.6	23/52	70	130	145	18.1	6+1	23.5	
2008	Manila International Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	4 Manila	Philippines	1215	41.0	25/60	70	130	145	17.8	6+1	23.5	
2008	Drugados	Konecranes	RTG	6 Marina Valencia	Spain	G826-831	Diesel	50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2008	Marimas del Sureste	Konecranes	RTG	3 Alicante	Spain	G837-839	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2008	TCV Sevedoring Company	Konecranes	RTG	3 Valencia	Spain	G952-954	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.6
2008	TP Castellon SA	Konecranes	RTG	4 Castellon	Spain	G860-863	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	23.6
2007	Luka Koper	Konecranes	RTG	2 Koper	Slovenia	G798-799	Diesel	40.0	26/52	63	130	144	15.2	7+1	25.5
2007	PHA Houston	Konecranes	RTG	6 Houston	USA	G765-770	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.5
2007	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	15 Savannah	USA	G750-764	Diesel	50.0	31/61	82	137	145	18.1	6+1	23.8
2007	Haliem	Konecranes	RTG	4 Haliem	Canada	G720-723	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2007	HPC, Odessa	Konecranes	RTG	4 Odessa	Ukraine	G818-821	Diesel	40.0	26/52	70	135	145	18.1	7+1	26.5
2007	Massport	Konecranes	RTG	8 Boston	USA	G708-715	Diesel	40.0	26/52	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2007	Multitank Terminals	Konecranes	RTG	2 St. Petersburg	Russia	G748-749	Diesel	40.0	26/52	70	135	146	21.0	7+1	26.5
2007	Naples Port	Konecranes Noell	RTG	7 Naples	Italy	1193	45.0	22/44	70	130	145	18.1	7+1	26.5	
2007	Portonave S.A.	Konecranes Noell	RTG	8 Navegantes	Brazil	1189	50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.5	
2007	Bolada	Konecranes	RTG	2 Las Palmas	Spain	G832-833	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2007	Qing Huangdao Port Group Co.,Ltd	Konecranes Noell	RTG	4 Qinghuangdao	China	1195	41.0	23/55	70	90	145	18.1	6+1	23.5	
2007	Ningbo Beilun Port (Phase III)	Konecranes Noell	RTG	10 Ningbo	China	1183	40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5	
2007	OJSC Petroleport	Konecranes	RTG	4 Petroleport	Russia	G783-786	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2007	APM Terminals	Konecranes	RTG	4 Los Angeles	USA	G700-703	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2007	Port of Point Lisas	Konecranes	RTG	3 Point Lisas	Trinidad & Tobago	G800-802	Diesel	50.0	31/61	70	130	145	19.1	7+1	23.0
2007	SETV	Konecranes	RTG	8 Abidjan	Ivory Coast	G805-812	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2007	CAPSA	Konecranes	RTG	2 Tanger	Spain	G803-804	Diesel	50.0	30/60	70	135	145	18.1	6+1	22.6
2007	Ukrainskcontainer (NCC), Ilyichevsk	Konecranes	RTG	6 Illichivsk	Ukraine	G736-741	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.5
2007	Drugados	Konecranes	RTG	8 Marina Valencia	Spain	G775-782	Diesel	50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2007	TCV Sevedoring Company	Konecranes	RTG	3 Valencia	Spain	G705-707	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.6
2007	Terminal Especializado de Contened EC S.A.	Konecranes Noell	RTG	4 Buenaventura	Colombia	1187A	40.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.5	
2007	Madagascar International Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	4 Toamasina	Madagascar	1185	40.6	23/41	70	90	145	18.5	6+1	23.5	
2007	Shenzhen Shekou Container Terminal Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	12 Shenzhen	China	1181	40.5	23/52	70	90	146	21.2	6+1	23.5	
2006	DP World	Konecranes	RTG	5 Constanta	Romania	G641-645	Diesel	40.0	26/52	70	135	145	18.1	6+1	23.8
2006	Luka Koper	Konecranes	RTG	1 Koper	Slovenia	G637	Diesel	40.0	26/52	63	130	144	15.2	7+1	25.5
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	4 Yokohama	Japan	G650-653	Diesel	50.0	31/61	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	4 Los Angeles	USA	G693-696	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2 Oakland	USA	G691-692	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	4 New York	USA	G687-690	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	4 Houston	USA	G683-686	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2 Los Angeles	USA	G681-682	Diesel	50.0	31/61	70	135	143	12.4	6+1	23.0
2006	California United	Konecranes	RTG	5 Long Beach	USA	G676-680	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.5
2006	South Carolina State Ports Authority	Konecranes	RTG	16 Charleston	USA	G654-669	Diesel	50.0	31/61	76	137	145	18.1	6+1	22.9
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2 Los Angeles	USA	G631-632	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	PONLLACT	Konecranes	RTG	5 Los Angeles	USA	G626-630	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	10 Savannah	USA	G614-623	Diesel	50.0	31/61	82	137	145	18.1	6+1	23.8
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2 Tacoma	USA	G610-611	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	4 Los Angeles	USA	G606-609	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	DP World	Konecranes	RTG	4 Caucedo	Dominican Republ	G646-649	Diesel	50.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2006	Drugados	Konecranes	RTG	6 Malaga	Spain	G670-675	Diesel	50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2 Oakland	USA	G604-605	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2006	Drugados	Konecranes	RTG	6 Malaga	Spain	G594-599	Diesel	50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2006	Xiamen Port Group (Dongdu Terminal)	Konecranes Noell	RTG	2 Xiamen	China	1177	41.0	23/55	70	100	145	18.1	6+1	23.5	

2006	Xiamen Port Group (Haicang Terminal)	Konecranes Noell	RTG	8	Xiamen	China	1177		41.0	23/55	70	100	145	18.1	6+1	23.5
2006	Ningbo International Container Terminal (Phase I)	Konecranes Noell	RTG	4	Ningbo	China	1163		40.6	22/55	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2006	P & O Qasim	Konecranes Noell	RTG	5	Qasim	Pakistan	1165		40.5	20/40	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2	New York	USA	G602-603	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2006	Panama Port Company	Konecranes Noell	RTG	5	Balboa	Panama	1175		41.0	25/60	70	190	146	21.0	6+1	23.5
2006	APM Terminals	Konecranes	RTG	2	Norfolk	USA	G600-601	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2006	PHA Houston	Konecranes	RTG	12	Houston	USA	G572-583	Diesel	50.0	31/61	70	135	144	15.2	6+1	23.5
2006	TCV Stevedoring Company	Konecranes	RTG	3	Valencia	Spain	G638-640	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.6
2006	Panama Port Company	Konecranes Noell	RTG	8	Christobal	Panama	1173		41.0	25/60	70	190	146	21.0	6+1	23.5
2006	Panama Port Company	Konecranes Noell	RTG	8	Balboa	Panama	1167		41.0	25/60	70	190	146	21.0	6+1	23.5
2006	Valencia Port	Konecranes Noell	RTG	16	Valencia	Spain	1171		50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2005	CMA/CGM	Konecranes	RTG	10	Malta Freeport	Malta	G584-593	Diesel	50.0	26/52	70	130	145	18.1	6+1	22.6
2005	Burlington Northern Santa Fe	Konecranes	RTG	2	Los Angeles	USA	G563-564	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	25.3
2005	APM Terminals	Konecranes	RTG	7	Los Angeles	USA	G556-562	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	23.0
2005	APM Terminals	Konecranes	RTG	4	New York	USA	G502-505	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2005	Dragados	Konecranes	RTG	3	Maritima Valencia	Spain	G506-508	Diesel	50.0	30/60	70	130	145	18.1	6+1	23.0
2005	Multilink Terminals	Konecranes	RTG	2	St. Petersburg	Russia	G612-613	Diesel	40.0	26/52	70	135	146	21.0	7+1	26.5
2005	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	7	Houston	USA	G494-500	Diesel	50.0	31/61	70	135	144	15.2	6+1	22.6
2005	Port of Point Lisas	Konecranes	RTG	3	Point Lisas	Trinidad & Tobago	G522-524	Diesel	40.0	26/52	70	130	145	18.2	7+1	26.0
2005	Vancouver Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	16	Vancouver	Canada	1161		40.7	25/50	70	135	145	18.1	7+1	26.4
2005	Ningbo Beilun Port (Phase IV)	Konecranes Noell	RTG	12	Ningbo	China	1159		40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2005	Ningbo Daxie China Merchants Terminal	Konecranes Noell	RTG	9	Ningbo	China	1157		40.6	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2005	Quanzhou Harbour Group Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	3	Quanzhou	China	1153		41.0	23/46	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2005	Xiamen Port Group (Haicang Terminal)	Konecranes Noell	RTG	12	Xiamen	China	1149		41.0	23/55	70	100	145	18.1	6+1	23.5
2005	Shanghai WGO Logistics Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	8	Shanghai	China	1147		40.0	23/48	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2005	Ningbo Beilun Port (Phase IV)	Konecranes Noell	RTG	18	Ningbo	China	1137		40.8	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2005	Xiamen Xiangyu Quay Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	5	Xiamen	China	1129		41.0	23/50	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2005	P & O Chennai	Konecranes Noell	RTG	4	Chennai	India	1155		40.5	20/40	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2005	P & O Qasim	Konecranes Noell	RTG	2	Qasim	Pakistan	1151		40.5	20/40	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2005	Shenzhen Shekou Container Terminal (Phase II)	Konecranes Noell	RTG	12	Shekou	China	1139		40.5	23/52	70	90	148	21.2	6+1	23.5
2004	Israel Ports Authority	Konecranes	RTG	24	Ashdod	Israel	G442-465	Diesel	40.0	28/52	70	135	144	15.2	6+1	23.5
2004	Luka Koper	Konecranes	RTG	1	Koper	Slovenia	G440	Diesel	40.0	28/52	63	120	144	15.2	7+1	25.5
2004	TCV Stevedoring Company	Konecranes	RTG	3	Valencia	Spain	G490-492	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.8
2004	South Carolina State Ports Authority	Konecranes	RTG	4	Charleston	USA	G486-489	Diesel	50.0	31/61	78	137	145	18.1	6+1	22.9
2004	APM Terminals	Konecranes	RTG	2	Norfolk	USA	G484-485	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2004	APM Terminals	Konecranes	RTG	4	Houston	USA	G480-483	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2004	Mangan Manufacturing Co.	Konecranes	RTG	8	Mangan	Iran	G427-432	Diesel	40.0	28/52	70	135	144	15.2	6+1	23.5
2004	Burlington Northern Santa Fe	Konecranes	RTG	2	Los Angeles	USA	G477-478	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	25.3
2004	MPA	Konecranes	RTG	3	Baltimore	USA	G468-468	Diesel	50.0	31/61	78	135	144	15.2	6+1	23.8
2004	Quanzhou Harbour Group Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	3	Quanzhou	China	1135		41.0	23/48	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2004	Quanzhou Harbour Group Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	2	Quanzhou	China	1133		41.0	23/48	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2004	Shenzhen Shekou Container Terminal (Phase II)	Konecranes Noell	RTG	8	Shenzhen	China	1131		40.5	31/61	80	120	148	21.2	6+1	24.5
2004	Xiamen Xiangyu Quay Co., Ltd	Konecranes Noell	RTG	3	Xiamen	China	1129		41.0	23/50	70	130	145	18.1	6+1	23.5
2004	Xiamen Port Group (Haicang Terminal)	Konecranes Noell	RTG	8	Xiamen	China	1125		41.0	23/55	70	100	145	18.1	6+1	23.5
2004	Ningbo Beilun Port (Phase IV)	Konecranes Noell	RTG	8	Ningbo	China	1123		40.8	23/52	70	130	145	18.2	6+1	23.5
2004	Xiamen Haicang International Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	5	Xiamen	China	1113		41.0	25/60	70	100	145	18.1	6+1	23.5
2004	Port Said East	Konecranes Noell	RTG	2	Port Said	Egypt	1121		45.0	22/44	70	135	145	18.2	7+1	26.5
2004	Sokhna Port Authority	Konecranes Noell	RTG	3	Cairo	Egypt	1097		50.8	23/55	70	135	145	18.1	6+1	23.2
2004	P & O Mundra	Konecranes Noell	RTG	6	Mundra	India	1145		40.8	25/50	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2004	P & O Chennai	Konecranes Noell	RTG	4	Chennai	India	1143		40.5	20/40	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2004	Mundra International Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	12	Mundra	India	1107		40.8	25/50	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2004	P & O Qasim	Konecranes Noell	RTG	5	Qasim	Pakistan	1141		40.5	20/40	70	135	145	18.0	6+1	23.5
2004	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	5	Houston	USA	G433-437	Diesel	50.0	31/61	70	135	144	15.2	6+1	22.8
2004	Panama Port Company S.A	Konecranes Noell	RTG	11	Balboa	Panama	1115		41.0	23/48	70	90	144	18.1	6+1	23.5
2004	Amasport Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	8	Marport	Turkey	1127		40.0	20/40	80	130	145	18.1	7+1	26.5
2004	Amasport Container Terminal	Konecranes Noell	RTG	8	Marport	Turkey	1089		40.0	20/40	80	130	145	18.1	7+1	26.5
2003	MPA	Konecranes	RTG	3	Baltimore	USA	G421-423	Diesel	50.0	31/61	78	135	144	15.2	6+1	23.8
2003	Georgia Ports Authority	Konecranes	RTG	8	Savannah	USA	G415-420	Diesel	40.0	28/52	70	135	145	18.3	6+1	23.8
2003	APM Terminals	Konecranes	RTG	2	Houston	USA	G412-413	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2003	APM Terminals	Konecranes	RTG	12	New York	USA	G400-411	Diesel	50.0	31/61	70	135	145	18.1	6+1	22.9
2003	Operadora Portuaria de Manzanillo	Konecranes	RTG	4	Manzanillo	Mexico	G396-399	Diesel	40.0/50.0	28/52	70	135	145	18.1	6+1	22.7
2003	Port of Houston Authority	Konecranes	RTG	10	Houston	USA	G380-389	Diesel	50.0	31/61	70	135	144	15.2	6+1	22.8
2003	Chittagong Port Authority	Konecranes Noell	RTG	8	Chittagong	Bangladesh	1081		40.0	20/40	80	130	145	18.1	6+1	23.5