專刊第 161-2 號

台中港港口第二期擴建工程規劃

—海流數值模擬計算報告書—

附冊壹—2

委託單位：台灣省政府交通處台中港務局

承辦單位：台灣省政府交通處港灣技術研究所

中華民國　八十八　年　五　月

「台中港港口第二期擴建工程規劃」
— 海流數值模擬計算報告書 —

計劃總召集人：張金機　所長

計劃總主持人：簡仲璟　研究員兼組長

計劃主持人：　莊文傑　研究員

參 與 人 員：江中權　助理研究員

參 與 人 員：陳毓清　技工

「台中港港口第二期擴建工程規劃」
—海流數值模擬計算研究—

目　　錄

頁次

摘　要 I

第壹章 緒 論 ..... 1 - 1

1-1 研究緣起 ..... 1 - 1

1-2 研究項目 ..... 1 - 3

1-3 研究方法與流程 ..... 1 - 3

1-4 研究目的 ..... 1 - 3

第貳章 台中港現況及海氣象環境 ..... 2 - 1

2-1 台中港現況 ..... 2 - 1

2-1-1 港口與航道 ..... 2 - 1

2-1-2 導航及通信設施 ..... 2 - 2

2-1-3 進港船舶特性 ..... 2 - 2

2-2 台中港之海氣象環境 ..... 2 - 3

2-2-1 風速與風向 ..... 2 - 4

2-2-2 潮汐 ..... 2 - 6

2-2-3 波浪 ..... 2 - 8

2-2-4 海流 ..... 2 - 9

2-2-5 風、潮與海流之關係 2-20

第參章 台中港港域海流數值模擬 ..... 3 - 1

3-1 海流模擬計算回顧 ..... 3 - 1

3-2 台中港現況海域近岸波浪數值模擬 ..... 3 - 4

3-2-1 近岸波浪計算模式 ..... 3 - 4

3-2-2 模式建立與計算限制 ..... 3 - 5

3-2-3 參數與邊界條件設定 ..... 3 - 6

3-2-4 計算範圍配置與條件 ..... 3 - 9

3-2-5 近岸波浪計算結果及驗證 3-10

3-3 台中港現況海域海流數值模擬 3-11

3-3-1 海流計算模式 3-11
3-3-2 模式建立與計算限制 3-13
3-3-3 參數設定 3-14
3-3-4 計算範圍 3-15
3-3-5 邊界條件 3-16
3-3-6 潮汐特性比較 3-17
3-3-7 計算條件 3-18
3-4 大域網格海流模擬結果與驗證 3-19
3-5 小域網格海流之模擬計算 3-20
3-5-1 無浪、勁風與潮影響之海流模擬計算 3-21
3-5-2 波浪、勁風與潮影響之海流模擬計算 3-22
3-5-3 勁風影響之海流模擬計算 3-24
3-5-4 勁風與波浪影響之海流模擬計算 3-25
3-5-5 無浪、強風與潮汐影響之海流模擬計算 3-26
3-5-6 潮流之模擬計算 3-27
3-5-7 近岸流之模擬計算 3-28
3-5-8 結構物配置變更之海流模擬計算 3-29
3-6 結 語 3-30

第肆章 台中港港口二期擴建替選方案海流模擬計算 ..... 4 - 1
4-1 引 言 ..... 4 - 1
4-2 替選方案 ..... 4 - 1
4-3 替選方案海流模擬計算與結果 ..... 4 - 3
4-4 替選方案海流計算結果比較 ..... 4 - 5
4-5 結語 ..... 4 - 9

第伍章 結論與建議 ..... 5 - 1
5-1 結 論 ..... 5 - 1
5-2 建 議 ..... 5 - 1

參考文獻 ..... 6 - 1

第壹章 緒論

摘　要

本研究將台中港海域近年實測與計算之海流資料作一整體性之整理、介紹與研析。研究之重點除引用水深積分後之二維水動力系統方程式進行台中港域風、浪、潮引起之海流模擬計算外，計算結果並根據現場實測海流資料加以驗證檢視。於確認數值模式之準確性後，更針對「台中港港口第二期擴建工程規劃」研究案內所有之替選方案進行港口擴建海流影響評估，部分計算流場並提供作爲操船模擬海象環境設定依據。

台中港第一期第二階段建港工程完成北外防波堤沿西北西向延伸 850 公尺後之現況港域海流，由實測資料統計分析可得，在水深大於 10 米以上海域，除潮流外，洋流與風趨流爲海流構成之重要因子；在水深 5 米以內海域，海流主要之組成因素則爲波浪引起之近岸流與風趨流兩類。當台中港北堤風速測站風速持續一段期間大於 10 公尺/秒以上，台中港海域之海流特性將受風速與風向影響而明顯以風趨流特質呈現。在海流數值模擬計算方面，除洋流型式之恒流目前計算模式尚無法涵括外，對於近岸流、潮流與風趨流等重要之海流效應一般已可有效地加以掌握。只是數值計算中，若直接引用北堤風速測站之逐時風速以計算風趨流將使其流速較實測值偏小，若將風速大小放大爲 1.5 倍，則計算與實測之海流特性將可甚爲吻合。此外，在近岸流模擬計算中可發現，台中港域北淤沙區灘線前近岸流之流向與入射波波向之關係甚敏感，東北向入射之波浪，其對應之近岸流流向一般爲由北而南；但西北西向入射之波浪，其對應之近岸流流向則大多爲由南而北。至於台中港南北內外防波堤口間及主航道上之海流流速，由各替選方案之計算評估結果明顯可確認，其與堤口寬度直接相關，並受台中港港內水域面積與潮差時變率所主控。

第壹章　緒　論

1-1 研究緣起

台中港爲本省西海岸中部之重要國際港埠，港區主要有商港區、工業專業區及漁港區等三大部份。規劃興建始自民國 46 年初，民國 60 年代初期(民國六十二年十月三十一日正式開工)建港後，民國 65 年開始營運，當時海運量不大，進港貨輪船型亦小，故當時以最大進港船舶噸位 5 萬載重噸爲規劃建港目標。近年來，由於海運之發展及運輸型態之改變，船舶已朝向大型化發展。爲配合海運整體發展之趨勢，且爲配合台中港南端工業專業區開發及因應台電台中火力電廠燃煤運輸之需求，台中港務局遂自民國七十二年起即積極籌劃港口第一期第二階段擴建計畫，並以 12.5 萬(後經修正爲六萬)載重噸型煤輪及第三代大型貨櫃輪得以安全進港泊靠爲目標。

民國七十六年左右，台中港第一期第一階段建港完成，在當時，大型船舶進泊台中港所須面對之最大困難及最重要之安全考量爲在冬季東北季風盛行期間，當船舶接近現有南外防波堤堤端與進入南北內防波堤間之航道時，由於強風與因堤頭外伸束縮形成之強大流速影響，大型船舶在港口段航道內之水域操航時均須格外謹慎，爲此，台中港務局曾於台中港港口第二階段擴建計畫評估研究[1]中研擬北外防波堤延伸擴建工程，藉以提昇大型船舶進出港口段航道之安全度。

至民國八十三年底北外防波堤沿 WNW 方向延長 850 公尺完成後，目前，對台中港港口對大型船舶之操船安全已可有效改善，並可讓中大型貨櫃船以及巴拿馬極限型散貨輪能安全進泊台中港。此點由台中港領港實際領航操作經驗，亦可證實第一期第二階段擴建工程計畫確已收到明顯成效。

台中港過去幾年曾積極推動民營化，且成效良好，加以台中港港區幅員廣闊、港口第一期擴建計畫改善效果明顯、聯外交通又極便捷，故近年來航商及業者紛紛對台中港投資環境表示關切，並表示有意至台中港投資營運。

需求，各大航商新造船隻超過巴拿馬極限型之比例亦不斷增加。有意至台中港投資之航商及業者甚至盼望台中港能及早進行第二港口闢建計畫或進一步改善第一港口，冀期台中港能安全進泊第三或第四代大型貨櫃輪、超巴拿馬極限型散貨輪與受風面較大之汽車運輸船。

爲考量航商貨主之用港意願與需求，並配合港口管理與經營之競爭優勢，台中港原即有闢建第二港口以容納海岬型散貨輪及 5,000～6,000TEU 級貨櫃輪之構想，但因該計畫規模相當大、影響因素極多，且需配合過港隧道計畫併案評估，執行時恐緩不濟急，故台中港務局乃在第二港口闢建前，先辦理推行第一港口第二期之擴建工程，希望能在最短時間內能讓 3,000～4,000TEU 級貨櫃輪及 125,000DWT 級散貨輪能由第一港口安全進泊台中港。如此，除能吸引航商貨主至台中港設立大型貨櫃儲轉中心外，更能有效降低工業泊渠使用業者之大宗散貨海運成本、提升台中港之操船安全，對台中港整體之形象及營運均將有甚大助益。

一般而言，波浪與海流爲從事海岸及港灣工程所必需首先面對與克服之自然海象要素。台中港爲適應不同階段擴建發展之需要，建港以來曾進行多次之海象調查，唯實際海象調查工作人力及物力之耗費頗爲龐大，欲全面性廣泛地執行調查工作更是曠日費時，因此，以往的調查成果，僅足明瞭並推估局部區域已成事實之海象特性，對於配合港灣設施因擴建及改善前後所需之全面性即時及預測之海象變化尚無法滿足。近年來，因電腦科技之發展，結合理論與實際量測調查資料進行數值模擬，以計算方式取得港灣設施改變前後之即時及預期之全面性海象資料已爲目前之趨勢。

台中港務局爲因應船舶大型化之發展，提昇未來進泊大型船舶操航之安全性，因此，於辦理推行現況港口第二期擴建工程之前，爲確立港口擴建方案並進行相關港域靜穩度評估之需要，故乃委託本所進行台中港港域波浪遮蔽數值計算模擬研究，藉期能提供並掌握台中港區現況及擴建後之全面性即時及預測之海象資訊。

1-2 研究項目

爲能提供並掌握台中港區現況及辦理港口第二期擴建後之全面性海象海流資料，本研究於數值模擬計算中所須進行之研究項目如下：

(一)實測風、浪、潮汐及海流資料收集。

(二)實測風、浪、潮汐及海流特性檢討研究。

(三)台中港區海流模擬計算範圍及邊界選定。

(四)台中港區現況港口配置之海流模擬計算驗證及校核。

(五)台中港區港口第二期擴建替選方案海流模擬計算及評估。

(六)台中港區港口第二期擴建定案配置方案海流模擬計算。

1-3 研究方法與流程

本研究主要之研究方法爲應用丹麥水力研究所(DHI) 研發之 MIKE21-NSW 近岸波場計算模式並配合其 MIKE21-HD 水動力流場計算模式以探討台中港區之海流流場。MIKE21-HD 爲對水深積分平均之二維水動力流場計算模式，其可有效地將風、波浪及潮汐之逐時影響及底床摩擦與流場渦度變化等效應充分考量。MIKE21-NSW 爲應用波作用守恒方程式(Equ. of wave action conservation)以求解波浪之傳遞、成長至減衰之近岸波場計算模式，目前其雖對波浪之反射及繞射效應尚無法加以模擬計算，但卻可推求波浪由外海行進至近岸海域之波浪場分佈，尤其可推算波浪在近岸海域之輻射應力場，在配合應用上，其可充分地提供 MIKE21-HD 考量波浪作用所須之波浪影響效應。主要之研究流程如圖 1-1 所示。

1-4 研究目的

台中港位處台灣西海岸之中部海域，由於台灣海峽特有之陸架(Shelf)地形影響，潮汐在漲退間潮差特大，加以冬季有強盛東北季風之吹襲、夏季更有西季風及颱風之影響，以致台中港區港口流速大且多變化。雖然台中港以

往曾以觀測調查方式試圖瞭解其特性與影響因素，但受限於海氣象條件及人力與物力等作業限制，截至目前爲止，台中港區全面性即時及預測之海流資訊仍甚有限。有鑑於此，本研究乃從引進模式並應用數值模擬計算方式著手，藉實測有限之海流資料輔助校驗模式後，冀期數值模擬成果能提供台中港進行相關擴建及改善工程規劃及評估所需之完整海流資訊。

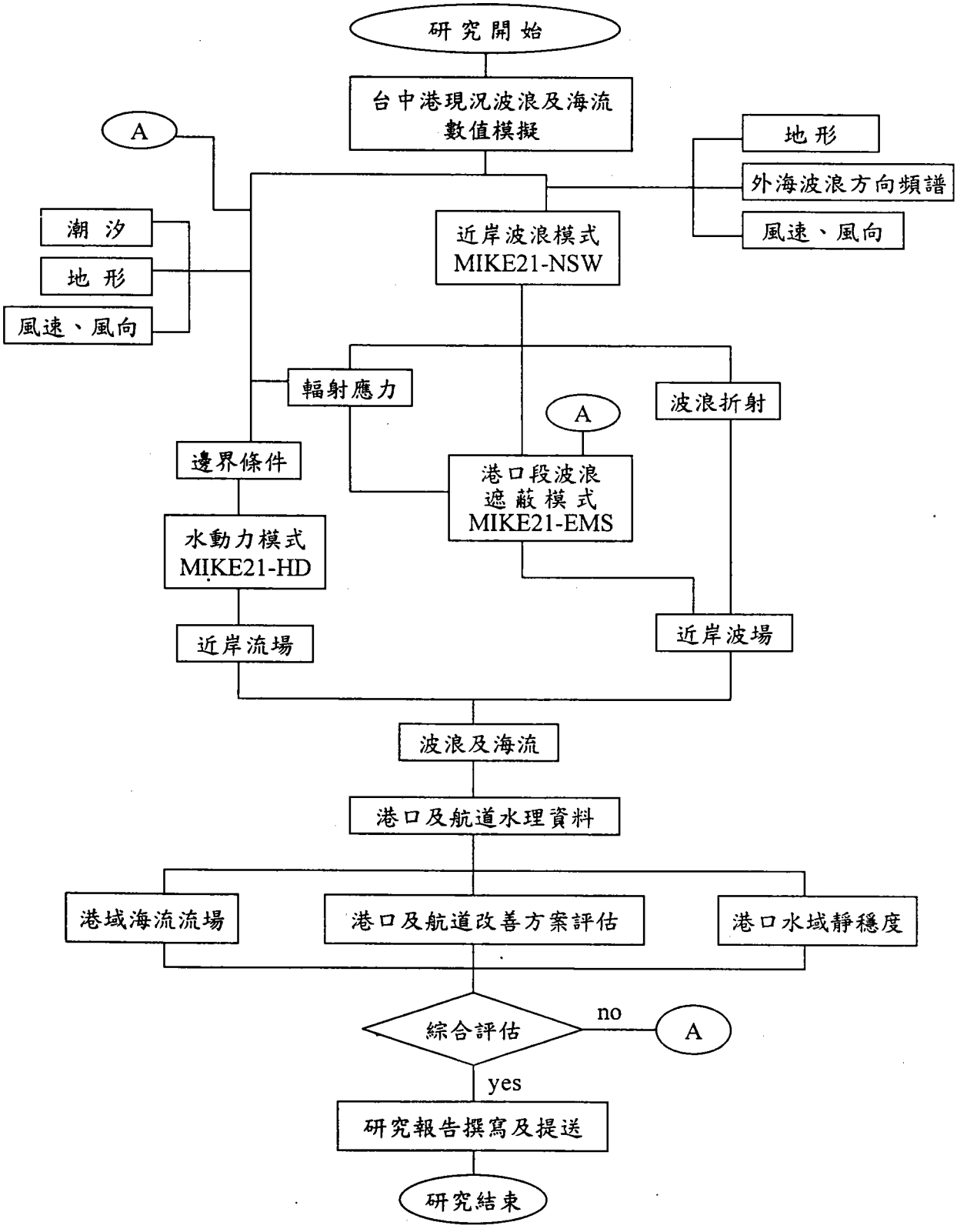


圖 1-1 波浪及海流數值模擬流程圖

第 貳 章

台中港現況及海氣象環境

第貳章　台中港現況及海氣象環境

2-1 台中港現況

台中港自建港至今，已有 25 年歷史，港口配置、設施與進港船型及噸位隨時代之進步亦有若干變遷。而爲海流數值模擬計算對象港域瞭解之需要，茲將台中港現況簡介如后。

2-1-1 港口與航道

台中港港口位於北緯 24°17'40.3"；東經 120°29'27.3"，港區現況之平面配置如圖 2-1，民國 83 年實測港區海域水深圖，如圖 2-2。港區腹地廣大，港區總面積爲 5,038 公頃，其中水域面積有 1,004 公頃，陸地面積有 4,034 公頃。可興建現代化碼頭 88 座碼頭以上[2]，現有營運碼頭 36 座，其中貨櫃碼頭 5 座，一般散雜貨碼頭 15 座，大宗貨碼頭 2 座，液體貨碼頭 6 座，水泥碼頭 3 座，穀類碼頭 2 座，廢鐵碼頭 1 座及卸煤專用碼頭 2 座。倉棧設施有雜貨通棧 14 座，水泥筒倉 20 座，堆貨場 8 處，貨櫃場 3 處，液體貨儲槽 224 座。港埠裝卸及倉儲業務目前大多開放民間投資經營，唯港務局本身仍擁有各項自動化高效率卸儲設備。

台中港主航道中心方向爲 WNW 向(N65°40'23.8"W)，港口寬度 350 公尺，主航道水深大多介於 13 米至 15 米間，水深大於 10 米之主航道寬約 420 公尺，水深在低潮位下 13 米，航道寬度約爲 300 公尺，南北外防波堤間寬約 350 公尺，南北內防波堤間港口寬度則約爲 300 公尺左右。南北內外防波堤堤頭聯線中點之航道長度約達 2,000 公尺。現有南、北迴船池兩處；北迴船池直徑 1,000 公尺，南迴船池直徑則爲 800 公尺。現況進出港航道如圖 2-3 所示。船舶進港駛近航向爲 60 度，並須於領港登輪點接載領航人員，通過南外防波堤口後，航向必須大角度轉爲 115 度，出港駛離航向則爲 294 度。另在南外防波堤之西南方一至三浬海域設錨泊區壹處，其範圍介於(N24°17'26"，E120°27'45")；(N24°17'26"，E120°29'26")；(N24°16'31"，E120°27'19")及(N24°16'31"，E120°28'56")四點位置連線內。

2-1-2 導航及通信設施

台中港主航道附近現有導航設施爲#1 碼頭遠東穀倉屋頂之台中港燈塔及雷達燈杆(雷達標)一座，南北防波堤燈桿、南北內防波堤燈桿、漁港外內防波堤燈桿、淺水船渠防波堤燈桿、工作船渠東西堤燈桿及北防沙堤堤頭燈桿等 10 座。在北突堤前有前後導標各一座，船舶進港時在主航道上對正設於#8A 碼頭後線之前後導標(並參考電視鐵塔)前進通過南北內堤港口。出港時，則依南北內防波堤堤頭燈桿對正主航道駛出台中港[3]。漁港外環碼頭有前後導燈各 2 座，一組導引漁港進出梧棲漁港，另一組則爲工作船渠船舶進出港口標示之用。另在南防波堤與南海堤交接處設有信號台一座，爲台中港船岸通信之主要設施。

港埠無線電話（VHF）通信有台中港埠電台及海岸電台，都是 24 小時值守，隨叫隨應。台中港埠電台位於台中港信號台，呼號爲"台中港埠電台"。所採用之頻道計有三個：頻道 16(156.8MHz)供呼叫值守之用；頻道 14(156.7MHz)無工作通信之用；頻道 12(156.6MHz)供港勤船及引水人員之用。通話距離爲 10 浬。海岸電台位於北緯 24°17'；東經 120 °31'，呼號爲"XSW2"，呼叫頻率 500 MHz，工作頻率爲 476 MHz[1]。整體導助航設施及位置[1][2]分佈參見圖 2-4 及表 2-1。

2-1-3 進港船舶特性

依據本研究總研究計畫報告書之統計分析，台中港進港船舶艘次由民國 74 年之 1,160 艘次增加至 86 年之 5,369 艘次，平均年成長率爲 13.8%，成長相當快速。民國 74 年 10,000 噸級(不含)以下船舶佔進港船舶之 76.9%，79 年降爲 58.7%，86 年再降爲 47.3%，小型船佔有比率逐漸降低；10,000～19,999 噸級船舶在民國 74 年佔進港船舶之 12.8%，民國 79 年上升至 24%，86 年再提升至 35.6%，目前爲台中港主要之進港船型；另 20,000 噸級以上船舶佔有比率亦自民國 74 年之 10.3%，提昇至民國 86 年之 17.1%，其中 4 萬～6 萬噸級船型之進港船數，在民國 74 年僅 7 艘，民國 79 年時爲 21 艘，到民國 86 年時則有 48 艘，此一結果顯示台中港進港船舶有日漸大型化之趨勢。

台中港在民國 84 年完成港口第一期第二階段擴建工程後，目前最大進港船型已提高至巴拿馬極限型，依民國 86 年之營運實績，最大進港船型爲 56,164 總噸。由於北外防波堤延伸後已大幅改善進港條件，因此可預期台中港未來允許之進港船型仍將持續朝向大型化邁進。至於台中港歷年進港輪船之種類，在民國 74 年時，進港貨輪係以一般貨輪爲主，當時約佔進港船舶之 37%，79 年降爲 31%，86 年僅有 14%。而另一方面，民國 74 年時，貨櫃輪僅佔進港船舶之 8%，民國 79 年爲 23%，86 年則提昇至 40%，目前，貨櫃輪已躍升爲台中港主要進港船舶種類，此發展顯示，台中港之雜貨貨櫃化比例已正逐年提高中。

由以上資料觀察得知，僅管目前台中港港口規模與設施已足供 60,000 DWT 巴拿馬極限輪進港，但歷年來進港之船型仍偏小，目前小於 15,000GT 之船舶佔全港之比率高達 69.7%，而 35,000GT 以上(約 PANAMAX 級)船舶僅佔 5.5%。故而，雖然目前主航道水深僅在 13 至 15 米間，但需要候潮進港之船數仍不多，而且多屬於穀類輪及煤輪之類，對進港時間之要求不如貨櫃船緊迫。因此，以現況港口條件而言，足敷現階段大型進港船舶使用，而大型船舶之航道寬深需求參見表 2-2。

近年來，台中港隨著民間業者之投入貨櫃營運，貨櫃運量已大幅提昇，雖然目前港口配置及設施已可於海氣象條件良好時提供第三代貨櫃輪安全進泊，但東北季風期間，海氣象條件不佳時，領港及進泊作業仍有一定程度之影響，而一般民營貨櫃船業務大多爲定期班輪型態，倘若由於港口及自然海氣象條件之限制，致使船隊在進泊及貨物裝卸運作上受到干擾，如此一來，可能迫使台中港營運喪失競爭優勢，所以，在台中港第二港口未闢建前，針對現況港口研擬第二期擴建計畫，並執行相關之調查與研究是頗爲重要的。

2-2 台中港之海氣象環境

爲台中港海域海流模擬計算與分析比較之需要，並爲率定、檢驗數值計算之結果，在設定數值模式，進行實際模擬前，收集港域自然環境之調查、分析結果以掌握計算港域之海氣象影響因子及特性是必要地。以下爲台中港港域近期海氣象調查及分析之簡要結果。

2-2-1 風速與風向

對於風力的觀測，台中港自民國 60 年起先後設有四個測站，各測站位置如圖 2-5 所示，其分別爲位於北防波堤堤根處（即現在漁港後側）之 A 站、海港大樓頂端 B 站、防風林中消防隊之觀測塔頂 C 站及設於北防波堤堤頭處 D 站，除北防波堤堤根處之測站已於民國 70 年 12 月撤除外，其餘三個測站目前均仍持續觀測中。

台中港區風力之長期連續觀測最早開始於北防波堤測站，其後爲防風林測站之延續觀測。將北堤測站 1971 年 1 月至 1980 年 12 月及防風林測站 1981 年 1 月至 1997 年 12 月的風力觀測資料做一分析整理，可得全年、夏季及冬季之風玫瑰圖，如圖 2-6 至圖 2-8 所示。表 2-3 至表 2-8 爲全年、夏季及冬季風速風向分佈統計表，由資料觀察比對可得結果如下：

(一)北堤測站夏季(4 月～9 月)風向分佈是多向性，幾乎各方向均有，但仍以 NNE 向(佔 17.9%)及 S 向(佔 16.5%)爲主，夏季風速大於 10m/sec 之機率爲 13.89%，大於 15m/sec 之機率爲 3.66%，夏季平均風速爲 5.8m/sec。

(二)北堤測站冬季(10 月～3 月)風向以 NNE 向(佔 53.3%)及 NE 向(佔 20.6%)佔大部份。風速大於 10m/sec 之機率爲 49.4%，大於 15m/sec 之機率爲 23%，冬季平均風速爲 10m/sec。北堤測站全年平均風速爲 8m/sec，全年風速超過 10m/sec 的機率約佔 27.5%。

(三)防風林測站夏季(4 月～9 月)風向分佈亦呈多向性，以 NE 向(佔 16%)、NNE 向(9.7%)及 S 向(10.2%)發生率較多，夏季風速大於 10m/sec 之機率爲 7.68%，大於 15m/sec 之機率爲 1.17%，夏季平均風速爲 4.6m/sec。

(四)防風林測站冬季(10 月～3 月)風向以 NE 向(佔 45.9%)、NNE 向(佔 18%)及 ENE 向(佔 14%)爲主，風速大於 10m/sec 之機率爲 33.2%，大於 15m/sec 之機率爲 6.7%，冬季平均風速爲 7.8m/sec，防風林測站全年平均風速爲 6.2m/sec，全年風速超過 10m/sec 的機率約佔 21.8%。

由於台中港三個風速測站之位置均不同，且彼此間儀器觀測點高程亦不一致，加上台中港港區北側防風林生長茂盛，對台中港區北半部有局部之遮

蔽影響，而在港區南半部則幾無遮蔽，因此就同一氣候型態而言，除了在港區南半部及北半部測得之風力特性有所不同外，在港口內、外之風力大小也將有所差異。此點經比較台中港區鄰近風力測站之強度分佈可知，北堤堤頭及堤根測站資料應最能符合台中港區探討船舶進出港操航研究之需要，惟北堤堤根測站至民國 79 年 12 月已停止觀測，而北堤堤頭測站觀測期間尚短，目前以氣象局梧棲測站觀測之品質最佳。茲將梧棲與北堤堤頭及堤根三測站之風速相關性，經化算爲 10 公尺標準儀器高後，分析如下：

(一)梧棲與北堤堤根測站風速相關性

據以往之研究顯示，若以 1970 年之觀測資料作相關分析，則北堤(NB)的風速(U)與氣象局梧棲站(Wuchi)風速間有下列關係：

$$U(NB)=1.9+1.16 \times U(wuchi) \quad \text{.....(2-1)}$$

1.梧棲與北堤堤頭測站風速相關性

爲確實反應外海風速條件，仍採用中央氣象局梧棲測站資料與港研所之北堤堤頭測站資料，分冬、夏兩季，以同一時間之風場資料進行迴歸分析，則若設梧棲測站資料爲 X，北堤堤頭測站資料爲 Y，可得迴歸分析結果爲：

冬季(10 月～翌年 3 月)　$Y=1.40X+3.15$　$R^2=0.64$ .....(2-2)

夏季(4 月～9 月)　$Y=1.55X+1.05$　$R^2=0.79$ .....(2-3)

綜觀以上之分析結果可知，台中港區之風速，以梧棲測站之實測風速最小，其次爲北堤堤根測站，而以北堤堤頭測站之風速最大。平均而言，北堤堤頭風速約爲北堤堤根測站風速之 1.24 倍。對台中港區之影響而言，因 A 站距港口航道最近，且受地形影響最小，記錄期間也較長，故一般應用上皆使用北防波堤堤跟處 A 站高程爲 +24m 所測得之風力資料爲依據。

在吹風延時方面，台中港北防波堤堤跟處風測站之吹風延時分佈如表 2-9 所示，夏季風速超過 15m/sec 而延時持續超過 2 小時者甚少，僅有 2.7%之發生機率，而吹風延時持續超過 8 小時者更少，僅有 1.6%；冬季時則有顯著差異，風速超過 15m/sec 而吹風延時超過 2 小時及 8 小時之機率分別爲 18.4%及 12.6%。

另就逐時風力而言，無論夏季或冬季，夜間風速常較白天爲低且強弱分佈亦較穩定。在一天當中，風速通常在下午 3 至 5 點時最強。以超過 20m/s 以上強風之出現機率爲例，冬季下午 3 點至 5 點之超值機率約爲 6%，爲傍晚或清晨時段出現強風機率之 3 至 5 倍。

至於颱風之影響，依圖 2-9 歷年侵台颱風路徑分類統計圖可知，對於台中港區較具威脅之颱風路徑爲第二、三類及第五類路徑，過去 101 年來，此三類路徑總計共發生 187 次，佔直接侵台颱風次數之 50.5%，年平均發生約 1.85 次。而依中央氣象局梧棲測候站颱風記錄所得之最大平均風速爲 33.0m/sec，最大瞬間風速 49.7m/sec，風向都是 NNE，爲民國 75 年 9 月艾貝颱風來襲時所發生；當時港研所所觀測得之最大平均風速爲 39.0m/sec。該颱風由台東新港間登陸，從梧棲北方出海，對台中港曾造成甚大之災害。僅管如此，考量颱風影響以模擬計算台中港域之海流流場，於本研究中並未計畫予以含括納入。

2-2-2 潮汐

台中港自民國 60 年初工程局成立後，即安裝自動驗潮儀進行潮位觀測，至今已有 25 年的潮位資料。民國 80 年以前(60.3～79.12)潮汐站係設置於南內防波堤，民國 80 年 1 月起由港研所在台中港四號碼頭與貯水池淺橋間設置一自動潮汐站，如圖 2-10 所示，所測得資料目前可直接轉入港研所電腦海氣象資料庫內。

依據台中港區海域潮汐測站(ST8)實測記錄分析可知，台中港海域之潮型爲典型之半日潮，每日明顯地存在有兩次高潮及兩次低潮。民國 60 年 3 月起至民國 85 年 3 月止實測潮汐之統計資料可得如表 2-10，各項潮汐統計基準如下：

■最高高潮位	H.H.W.L.	= 5.86m(60.9.23)
■大潮平均高潮位	M.H.W.O.S.T.	= 4.93m
■平均高潮位	M.H.W.L.	= 4.45m
■平均潮位	M.W.L.	= 2.63m

■平均低潮位	M.L.W.L.	= 0.82m
■大潮平均低潮位	M.L.W.O.S.T.	= 0.09m
■最低低潮位	L.L.W.L.	= -0.55m(77.1.21)
■平均潮差	Ave. Range	= 3.63m

其中，在民國 60 年 9 月 23 日所發生的最高高潮位 5.86 公尺約相當於 50 年迴歸期之高潮位。至於台中港區各分潮之調和常數表依調和分析結果可得如表 2-11。

台中港區的潮汐特性，受台灣海峽地形及水深之影響，其潮差與潮型與分別座落於台灣西海岸南北兩端之高雄港與基隆港存在有頗多的差異性。以圖 2-11 所示之台灣環島沿岸潮汐測站及 1997/06/23 當日中央氣象局預報各潮汐測站第一次滿潮之潮時分布爲例，依潮時檢視，台中港之每日滿潮時刻確比其南北之鄰近潮汐測站爲晚，以往即依據此資訊判定潮波係由台灣海峽南北兩端海域匯入，並於台中港區海域交會，因此，推論台中港區潮差甚大的結果係因潮波南北交會所形成。此論點在學理上有幾點是值得再商榷的，其一爲潮汐因其具規則性起伏，故可以週期甚大的潮波研究其傳遞特性，而在一般波動解析中，傳遞特性包含有潮波之方向與潮波振幅之大小與減衰或成長之變動。在潮波之傳遞方向方面，理論上其應以潮波相位之空間梯度表示，並非單純依時間之振盪較早或較遲可研判。既然潮波之運動傳遞方向目前尚待進一步確認，因此潮波在台灣海峽中部海域匯聚之推測自然必須有所保留；其二爲若潮波係由台灣海峽南北兩端海域匯入，則台中港區海域之潮差扣除潮波傳遞過程因各類摩擦損失產生之減衰再疊加潮差皆不及一公尺之台灣海峽南北兩端海域之高雄港與基隆港潮差，其潮差應不致於接近五公尺。綜合以上之討論，可見台中港區之潮汐特性並非依潮時之遲早而可據加判斷，而經最近研究結果顯示，台中港區海域之大潮差特性，其應係潮汐之半日型分潮受台灣海峽特有之陸架地形影響，再因協振盪(Co-oscillation)機制產生之共振效應所引致。

2-2-3 波浪

台中港波浪觀測起始於民國 60 年 7 月[1]，採超音波波高計，儀器設置於當時北防波堤外低潮位下 19 公尺處，每隔兩小時記錄 20 分鐘資料。該次觀測作業一直持續至民國 68 年 9 月因連接岸上之電纜斷裂而停止觀測，觀測期間，斷續共測得波浪記錄約 1 萬 9 仟餘筆。統計 1971.7～1979.9 期間的示性波高及週期，分別可求得夏季、冬季及全年示性波高週期之分布統計，如表 2-12 至表 2-14 所示。由統計結果可知，冬季波浪以波高 1.0～2.0 公尺出現之機率最高，約佔全冬季之 48.4%，週期主要集中於 6～8 秒之間，記錄中冬季最大示性波高爲 4.95 公尺，週期爲 8.9 秒，發生於民國 61 年 12 月 12 日 10 時，當時最大波高爲 7.4 公尺，風速 31m/s，風向 NNE。夏季波浪以波高小於 1.0 公尺之出現機率最高，約佔全夏季之 79%，週期較冬季略小，集中於 5～7 秒之間，記錄中夏季最大示性波高爲 5.62 公尺，週期爲 10.9 秒，發生於民國 60 年 9 月 23 日 2 時，貝絲颱風於台灣北部通過，當時最大波高 8.2 公尺，風速 24.7m/s，風向 WNN。

民國 83 年台中港完成北外防波堤 850 公尺延伸擴建後，爲探討延伸防波堤對海象之影響效應，乃於同年九月委託港灣技術研究所在台中港港口海域附近設置三個海象觀測站進行海象觀測[4]，該三個海象觀測站目前仍運作中。測站編號與位置分別爲：ST-1：(N24°19'25", E120°30'44"); ST-2：(N24°18', E120°28'09")與 ST-4：(N24°17'10", E120°29')，如圖 2-10 所示。測站 ST-1 位於北防沙堤堤頭西北西方約 800 公尺，水深 15 米處，其型式爲浮球式波向波高波浪儀，主要用作長期波浪觀站；ST-2 測站設於台中港北防波堤外距堤頭約 200 公尺，水深 25 米處，ST-4 測站則位於南防波堤以南之海域，水深 11 米處，兩者亦皆爲浮球式波浪儀。將此三測站觀測所得波浪資料(資料涵蓋自 1994 年 9 月至 1995 年 12 月)加以統計分析，可求得夏季、冬季及全年示性波高週期之分佈情形，如表 2-15 至表 2-23 所示。由表觀察可知，台中港海域在冬季期間，自民國 83 年 10 月至 84 年 12 月，ST-2 測站之波浪略大，台中港各海域內冬季波高大於 2.0 公尺所佔機率亦由 ST-2 之約 53.5% 降低爲 ST-4 之 3.3%。相反的，波高小於 1.5 公尺所佔之機率，由 ST-2 約 27.5% 提高爲 ST-4 之約 81.2%。ST-1 波高分佈之機率則介於 ST-2 與 ST-4 之間。

另依據波浪週期分佈分析結果顯示，ST-1 及 ST-2 二測站波浪週期相當一致，且集中分佈於 5 秒至 8 秒間，所佔機率超過 95%；ST-4 測站受外廓防波堤遮蔽影響，週期則集中在 4 秒至 7 秒間，所佔機率亦超過 96%。

根據以上統計分析結果可知，在台中港區之海域，冬季之波高及週期皆較夏季期間爲大。夏季西南季風期間因風速小，波浪一般亦甚小；在冬季東北季風期間，因鋒面過境常導致風速增強，致使波高及波浪週期皆明顯較夏季爲高。尤其是當風速超過 10m/sec 時，ST-1 北防沙堤測站及 ST-2 北防波堤堤頭站之示性波高大致均在 2～3 公尺之間，且以 ST-2 站示性波高較大。ST-4 南防波堤測站示性波高雖仍隨風速變化而改變，但大致均在 2 公尺以下。綜合而言，ST-2 站之示性波高大於 ST-1 站，平均約爲 ST-1 站波高之 1.3 倍；ST-4 站與 ST-2 站之示性波高比值平均約爲 0.6，即北防波堤至錨泊區波高衰減率約爲 0.6。各測站示性週期的比值相差不大，平均接近於 1。

在波向調查統計方面，根據台中港海域雷達波向觀測調查結果[5]，可得台中港區各月之統計波向如表 2-24 所示，由表可看出，在冬季東北季風期間內，港口外海水深 20 公尺處之波向大多介於 355°～5° 之間，即約來自北向。3 月份以後爲季風轉換期，隨著風向之轉變，外海波向亦有極大變化，惟因風力減弱，波浪之波高週期均減小，波浪於雷達上呈現點狀影像，波向判讀不易。但約略仍可研判 15%波向來自北向，20%～30%波向來自南至西南向。

2-2-4 海流

海岸流況與海岸漂沙運移、海岸地形之變遷、港口內外污染質之擴散、船舶進出港口之操航等關係密切，爲一項極重要之海岸工程研究課題。海流在區域上可以碎波帶劃分爲內、外兩區。碎波帶以外海流主要成份爲恒流（黑潮或親潮）、潮流及風驅流；碎波帶內主要爲波浪碎波作用所產生之沿岸流及裂流。各成份之海流如再考慮海岸結構物之影響，則將形成一極複雜之流場。

依中華顧問工程司民國 77 年於「台中港港口擴建計畫評估研究」[1]之

報告指出，台中港流況較有系統之研究，始於民國 70 年 7 月中國石油公司構想於台中港外港興建 LNG 進口終端站計畫，並委託請港灣技術研究所辦理港口流況調查[6]。該調查於冬夏季共進行 7 點次連續觀測。在東北季風鋒面過境時，曾測得港口外流速高達 2.0m/s(約 4 節)以上，當時流向幾與航道垂直，對船隻進港安全影響甚鉅。隨後港灣技術研究所再於 72 年將台中港口流況調查列入基本研究課題，另進行 10 點次之觀測及水工模型試驗。73 年台電進行台中火力電廠計畫，亦曾請台灣大學海洋研究所於當時港口南側觀測 4 點次之海流。民國 75 年起台中港務局爲辦理「台中港港口擴建計畫評估研究」再委請港灣技術研究所繼續進行更綿密之觀測作業[7]。歷年調查時間、成果表及觀測之地點詳如圖 2-12 及圖 2-10 所示。根據調查成果描繪台中港區冬、夏季之實測流況則分別如圖 2-13 與圖 2-14 所示。由圖可知，台中港港口海域，冬季港口流速最大可達 4～5 節，流向在港口區部分與航道幾乎垂直；在夏季之流況，近海流向普遍朝向 NE 或 ENE 向(40～60 度)，而在港口附近流向受防波堤影響，大部分爲朝向 N 或 NNE 流動。每天最大流速介於 40～60cm/sec 間。

爲便於對台中港往昔海域流況有一整體之概念，並爲方便數值模擬成果之驗證及說明，茲引用中華顧問工程司民國 77 年對台中港區北外防波堤延伸 850 公尺前之海流分析結果[1]如下:

(一)海流調查資料分析

1.冬季流況特性

本地區冬季東北季風起自每年 10 月至翌年 3 月，風向以 NE、NNE、N 向爲主，佔冬季 85%以上。當冷峰面過境時風力增強，波浪亦隨之而來。沿岸因風力、波浪、潮汐等因素作用，流速顯著增強。各測點因受地形地物之影響，流況特性有顯著不同，茲將圖 2-12 中部分主要測點於冬季北外防波堤延伸 850 公尺前之歷次觀測結果簡述如下：

B 站：

本站在東北季風盛行時，流速明顯隨風速變化而起伏。流向幾乎一

致流向 SW(220°～240°)，於民國 70 年 11 月 7 日 20 時測得最大流速爲 146.35cm/sec。當東北季風減弱時，流況受恒流及潮流所主導，漲潮至高潮位時流向爲 NE(40°～60°)，其餘時間主要爲 WNW 向(270°～290°)。流速約介於 10～60cm/sec 之間。在高潮位時流速最小，當漲潮接近平均水位附近之時刻流速最大。

D 站：

本站在鋒面通過、風力增強時流速作半日潮週性變化，於最低潮位過 1～2 小時流速最強，流向爲 WSW(240°～260°)。民國 70 年 11 月 27 日 14 時最大流速爲 126.77cm/sec。但在高潮位時，流速急速減小，約在 20cm/sec 以內，流向不定。此現象顯示低潮位時碎波帶接近 D 點，波浪產生之裂流增強。但在高潮位時碎波帶向岸移動遠離 D 點，波浪產生之裂流無法到達，故流速遽減。同時鋒面過境及高潮位時，B 點流速雖高達 100cm/sec 以上，但 D 點流速仍極緩，此點說明外海風驅流因受防波堤之阻隔及淺水區底床摩擦影響，於 D 點之成份應極小。

C 站：

本站在東北季風增強時，流速仍同 D 點作週期性變化。最高潮位時流速最小，低潮位稍後流速最大。而 C 點流速最小時，其流速、流向與 B 點相近。而 C 點流速最大時，其流速約等於 B 點及 D 點流速之和。主要流向爲 WSW(240°～260°)，較 B 點略爲偏西。民國 70 年 11 月 27 日 8 時測得最大流速爲 211.95cm/sec(約 4 節)。當東北季風減弱，漲潮達高潮位時流向爲 350°～30°，略較 B 點偏北。流速約介於 10～60cm/sec。

BU 及 BD 站：

爲瞭解台中港北外防波堤延伸 850 公尺前，港口冬季強勁海流之水深方向流速分佈，特於原 B 點北側 -14m 水深處(BU 測站)及-18m 水深處(BD 測站)各置一海流儀進行長期觀測。BU 及 BD 測站觀測資料顯示大部份時間兩站之流速及相位幾乎同步，BD 測站流速略較 BU 測站爲小。但

二測站基本特性與前述 B 測站相近。於民國 75 年初觀測期間，BU 測站測得最大流速爲 101.8cm/s，流向仍爲西南向。此時刻 BD 測站流速爲 83.5cm/s。但於民國 75 年 2 月 6 日～2 月 16 日，此二測站曾測得一特殊現象，即底部 BD 測站流速反較上部 BU 測站爲高。2 月 7 日 7 時 BD 測站流速達 116.7cm/s，同一時刻 BU 測站流速僅 65.6cm/s。BD 測站流速隨潮汐起伏而有明顯之變化，較大之流速約發生於低潮位前後；而 BU 測站則無此現象。此點可能爲 B 點流速亦受波浪所產生之裂流影響，此束裂流偶沿海床通過港口，致發生底部流速較上部爲快之現象。

2.夏季流況特性

台中港海域夏季風力微弱，流況主要應由恒流(黑潮)及潮流所控制。根據實測記錄可明顯看出，B 點流向大部分爲 NE 或 ENE 方向(40°～60°)。C 點流向大部份時刻爲 N 或 NNE 方向。每天最大流速均介於 40～60cm/sec 之間，在高潮位時流速最小，最低潮位開始漲潮 1～2 小時間流速最大。

而依台電公司於台中港以南海域觀測結果，夏季時 ATP 及 BTP 二測站每日最大流速約介於 20～100cm/s 之間， 8 月及 9 月初流速較強，9 月中以後隨黑潮強度減弱，流速明顯減緩。其他各測站流況大致相似，僅部分測點流向受地形或地物影響，略有變化。

(二)各海流成份強度分析

1.恒流

(1)夏季

台中港北外防波堤延伸 850 公尺前，夏季恒流主要受自南中國海流經台灣海峽之一股黑潮支流所影響。如將夏季風力及流速觀測資料繪製 P.V.D 圖(Progressive Vector Diagram)，可得流速與風力並無明顯之關係，恒流流約在 10cm/sec～45cm/sec 之間，流向約平行於海岸向東北流動。

(2)冬季

台中港冬季恒流主要爲東北季風所引起向南之風趨流，各測點流速變化受風力之影響極大，如將觀測風速及流速資料繪製 P.V.D 圖，經比較可得，冬季恒流明顯沿海岸向南流動，流速極強，通常隨風力強弱而有變化。東北季風增強時，風力行徑 41.7 公里，而海流行徑約 1.64 公里，依此可計算得日平均風驅流速平均約爲風速之 4.0%。風驅流流向與風向之夾角約 10 度左右。

風驅流之因係當風吹掠海面，由於摩擦作用而使水面感受到一股順著風向的剪應力，海面上的水分子在風應力的推動下，會沿著受力方向運動，並經由摩擦及亂流混合可將動量往下傳遞，而使深處的水分子也跟著運動，這就是風驅流的主要機制。

通常在大洋中風驅流之流向因受科氏力之影響與風向約成 45°夾角，平均流速約爲風速之 3%；在小範圍的海域或淺水海域，如台灣海峽，風驅流的流向受地形影響較大，其流速則根據 Bretschneider 的公式可表示如下：

$$\frac{V}{U_{10}} = f_s / k \cdot \tanh\left(\frac{TU}{d} f_s / k\right) \quad \text{..... (2-4)}$$

其中

V = 平均流速(呎/秒)

U_{10} = 10 公尺高平均風速

f_s = 水表面摩擦係數

k = $14.6 d^{-1/3} n^2$

n = 滿寧係數 (Manning's number)

T = 吹風延時

d = 水深(呎)

如取定常狀態: $f_s = 3.0 \times 10^6$, $n = 0.25$(呎)$^{1/3}$，則

$$\frac{V}{U} = 0.018 d^{1/6} \quad \text{..... (2-5)}$$

假設 d=20 公尺≒66 呎，則 V=0.036U

表層及底層流速分佈大約爲

表層流 = 3/2 V = 0.054U

底部流 = 2/3 V = 0.024U

通常，風趨流及潮流之流速強弱，在近岸區亦會依水深變小而遞減。

2.潮流

潮流係因天體引力引起海面升降產生之海水流動，台中港區附近海域因潮差大而潮流流速亦較強。中華顧問工程司曾於基隆外海測得最大潮流流速約 103cm/sec(約 2 節)，流向 301°～330°。桃園外海測得最大潮流流速爲 114.83cm/sec, 流向平行海岸。台灣大學海洋研究所於新竹外海測得最大潮流流速約 60.9cm/sec。而台中外海潮流之流速依台電在 ATP 點於夏季所測，若扣除向北恒流流速，則潮流每日最大流速約介於 20～50cm/sec 之間。

3.近岸流

近岸流之成因主要由波浪所引起。由於波浪之質量輸送以及海灘附近發生之碎波機制，致使水面起伏之波浪變爲水體之移動性運動，若波浪與岸線呈一斜角入射，則大量海水受波浪碎波產生之輻射剪應力推送而產生沿海岸方向之水體流動。在碎波帶內與海岸平行方向流動之水流稱爲沿岸流(Longshore current)。沿岸流動之海水由於海岸地形之不規則，或海水面高低起伏之不一致，於海岸突出部分或海溝處常產生向外海方向流動之水流稱爲離岸流(Rip current)。

由於沿岸流及離岸流均受波浪影響同時發生，再加上地形及人工構造物之影響，使得近岸水域之流況極爲複雜。

有關沿岸流之強度與波浪及海灘特性之研究不勝枚舉。其中美國工程兵團海岸保護手冊 1984 年版建議採用沿岸流流速公式如下：

$$V = 20.7m(gH_b)^{1/2} \cdot \sin 2\alpha_b \quad \text{.....(2-6)}$$

式中

V = 碎波帶最大沿岸流速

m = 海底坡度

g = 重力加速度

H_b = 碎波波高

α_b = 碎波時波峰線與海岸線夾角

如以東北季風可能發生波高 $H_b = 2.5m$，週期 $T_z = 7\text{sec}$，入射角 $\alpha_b = 30^o$，海底坡度 m=1/200 之條件計算，則沿岸流流速約 44cm/sec。至於離岸流之流速分佈，目前尚無公式或理論可準確估計。

台中港於碎波帶以內之近岸水域流況，僅港灣技術研究所於民國 74 年 12 月 27 日～76 年 1 月 18 日曾於北攔砂堤以北 E 點水深 4m 處進行沿岸流觀測。依據當時實測資料顯示，於鋒面過境及退潮時流速可達 80～180cm/sec 之間。另 D 點位於北波堤北側，測站水深 -9m，距碎波帶甚近，於退潮時流速亦達 120cm/sec 以上。而依實測資料或理論計算，台中港近岸之沿岸流流速應不致大於 50cm/sec(約 1 節)。至於 D 點及 E 點多次觀測結果流速高達 120cm/sec 以上，研判可能係波浪造成之沿岸流向南流動至北防波外堤或北攔沙堤受到阻擋，於退潮時碎波帶距堤頭甚近，沿岸流所輸送之質量碰到北外防波堤或攔沙堤後順堤向外海流動，形成一股極強勁之強制裂流。但漲潮時碎波帶內移，碎波帶距港口尚有一甚大空間，沿岸流遇防波堤向外海流動時，於堤根處形成渦流(Vortex)，能量逐漸消散，故漲潮時 D 點及 E 點所測流速迅速減弱。

(三)台中港海流簡易預報模式

經上述資料之分析可明瞭影響台中港北防波堤延伸 850 公尺前海流流況之主要因素包括有黑潮、風驅流、潮流、沿岸流、海岸地形及海上結構物等之影響，其流況分佈相較於台灣其他各港口爲複雜。爲使引水人員在引領船

隻進港前，對海域流況能事先有所瞭解。中華顧問工程司特依過去實測資料，建立一簡易之海流預報模式[1]，依該模式可由當時發生之風力、潮汐、波浪等因素，迅速估算北防波堤延伸 850 公尺前，港口外海域可能發生之流速流向。

1.夏季簡易海流預報模式

夏季海流主要爲恒流與潮流，風驅流則爲次要。該預測模式謹依民國 71 年 4 月 28 日～5 月 3 日於 B 站實測資料，以最小平方法求流速與潮位的二次曲線關係，其迴歸式爲

$$V(t) = 18 + 1.05 \times TL(t+4) + 1.12 \times TL^2(t+4) \quad \text{.....(2-7)}$$

$V(t)$：B 站 t 時刻流速(cm/sec)

$TL(t+4)$：t+4 時刻之潮高(m)

上述流向假設約與恒流流向相同，主要爲 NE 向。

2.冬季簡易海流預報模式

冬季海流主要爲風驅流，潮流成份影響較小。不同測點流況因受海底地形、地物影響而有甚大差別，茲將各測點預報模式分述於後：

(1)B 測站

本站冬季海流特性主要受風驅流之影響，流速與風速間呈極密切之關係。以民國 70 年 11 月 21 日～12 月 10 日實測資料進行迴歸分析，得流速與風速之關係爲

$$VB(t) = 27.8 + 0.3 \times U^2(t-2) \quad \text{.....(2-8)}$$

式中

$VB(t)$：B 站 t 時刻之流速(cm/s)

$U(t-2)$港研所風力測 t-2 時刻之風速(m/sec)

依上述預測結果，二變數間迴歸係數 R^2 約 0.78，標準偏差約 20.3cm/sec。由於 B 站冬季流向依實測結果，均穩定向 SW 流動，其主要流向偏差均

不逾 10°，故不另作預測。

(2)C 測站

依實測結果 C 測站於外海當風速與波浪較小時其流速約與 B 站相同，而風速增強時流速受碎波帶移動影響甚大，茲推導 C 站流速變化之關係如下：

$$\text{風速} U < 10m/\sec \quad Vc(t) = 27.8 + 0.3 \times U^2(t-2) \qquad \text{.....(2-9)}$$

$$\text{風速} U > 10m/\sec \quad Vc(t) = 24.3 + 3.8 \times U^2(t-2) - 0.9 \times D(t) \qquad \text{....(2-10)}$$

$$D(t) = (TL(t) - d_b(t)) \times m/1000 \qquad \text{.....(2-11)}$$

$$d_b = 1.28 \times \frac{1}{3.3 \times (H_o/1.56T^2)^{1/3}} \qquad \text{.....(2-12)}$$

式中

$Vc(t)$：C 站 t 時刻流速(cm/s)

$U(t-2)$：港研所風力測站 t-2 時刻風速(m/s)

$D(t)$：C 點與碎波帶距離變動量(km)

$TL(t)$：t 時刻潮高(m)

$d_b(t)$： t 時刻碎波水深(m)

m：海底度(約 1/200)

H_o：深海波高(m)

T：波浪週期(sec)

依實測資料分析，當風速大於 10m/s 時，C 點流速與風速 U_w 之相關係數約 0.27，與 C 點至碎波帶距離變動量 D 關係爲-0.76，二者複迴歸係數 R^2 約 0.83。標準偏差約 16.5cm/s。

綜合觀察以上海流調查分析結果可知，台中港北外防波堤在延伸 850 公尺前，港口強勁橫流主要係爲外海風驅流再加上波浪產生強制裂流所引起，於最低潮之前後時段，港口流速可高達 4～5 節。對船隻進港構成極大之威脅，故於東北季風期鋒面過境時船隻應避開此段時刻，選擇高潮位時再行進出港口。但僅管台中港港口強勁橫流曾影響船隻進港之安全，但相反地沿海岸南移之漂沙，可藉此股強勁海流迅通過港口，減少港口之淤積。

另一值得注意的現象是台中港外廓防波堤完成後至民國 75 年間，此股橫流於港口入口處曾浚深一廣達 350m × 800m，最深達 32 米之坑洞。依坑洞之位置及其等深線之分佈，研判應係強勁海流繞行北外廓防波堤時產生逆時針方向環流所致。致於各成份海流之強度則歸納如下：

1.潮流

流速約 0.5m/sec，流向漲潮時爲東北向，退潮時西南向。

2.恒流

本海域恒流主要爲黑潮之支流，全年向北流動，流速約 10～45m/sec。

3.風驅流

台灣海峽冬季流場主要受東北季風所產生風驅流所主導，依一般經驗風速與平均流速之關係約爲 $V_c = 0.03 \times U_w$，若風速達 20m/sec，則風驅流之流速約爲 60cm/sec。

4.近岸流

波浪作用產生之近岸流通常發生於碎波帶以內，依據理論公式計算，近岸流流速大部時間均在 50cm/sec 左右。

爲瞭解台中港北外防波堤延伸 850 公尺後，外廓防波堤之阻流及遮蔽效果，台中港務局自 1994 年 9 月起即委託港灣技術研究所在港口附近從事海氣象調查研究，本所設置之海象調查測點共三站，測點編號及位置爲 ST-1 站(北防砂堤堤外)、ST-2 站(北防波堤堤頭)及 ST-4 站(南防波堤以南)，如圖 2-10 所示。圖 2-15 之 a 及 b 爲 1994 年 12 月份台中港冬季海氣象實測資料變化歷時圖。由圖中可知，當風向爲 60° 即 ENE 向時，若風速超過 10m/sec，則各測點流速普遍較大，約在 40cm/sec 至 80cm/sec 間，以 ST-1 北防砂堤測站而言，流向約爲 240° (西南向)，最大流速約達 70cm/sec；ST-2 北防波堤堤頭測站流向則約爲 270° (西向)，最大流速約爲 80cm/sec，但當風速變小時，各測點流速亦變小，一般約在 60cm/sec 以下，流向則隨潮汐漲落而改變。以下僅就觀測期間各站之典型資料整理分析如后。

台中港北外防波堤延伸 850 公尺工程於民國 83 年底完成，北外防波堤延伸 850 公尺後，選取 1994 年 12 月及 1995 年 7 月之流速逐時記錄分別代表台中港冬夏季之水流特性，ST-1、ST-2 及 ST-4 測站之水流資料經整理分析後，結果可得如圖 2-16 至圖 2-21 所示[8]，各圖中，圖 a 顯示測站之逐時流速及流向記錄，流向以正北爲零度，並以順時鐘夾角表示；圖 b 爲流速之東西(U)及南北(V)分量逐時圖，正值表示向東或向北分量；向西或向南分量則以負值表示；圖 c 爲圖 a 中流速大小之統計方塊圖；流向以圖 d 之玫瑰圖表示，圖 e 及圖 f 分別爲流速東西及南北分量之統計方塊圖；圖 g 則爲圖 a 及圖 b 對應之海流向量進行圖。

於冬季期間，由 ST-1 測站之逐時記錄，圖 2-16a 至圖 2-16g，分析可知，本站平均流速爲 21.2cm/sec，最大流速可達 65.9cm/sec，主要流向爲西南，流速低於平均流速時，流向呈週期變化，此時期流速受潮汐漲落影響較大，流速高於平均流速時，流向幾乎恒向西南流動，顯見此時期之流速係由強盛季風所支配。由 ST-2 測站之逐時記錄，圖 2-17a 至圖 2-17g，分析可知，本站平均流速爲 30.9cm/sec，最大流速高達 81cm/sec，向西之流向佔當月 44%，並有 32%之流向集中於北北西至北向間，流速低於平均流速時，一般主要流向爲北北西至北向間，顯見其受向北恒流與潮流之共同影響甚大，當流速高於平均流速時，則主要流向爲西向，此與強盛季風造成之風趨流受沿伸之北外防波堤(N65°40'23.8"W，約爲 WNW 向)導引與恒流之共同影響應甚明顯。再由 ST-4 測站之逐時記錄，圖 2-18a 至圖 2-18g，分析可知，本站平均流速爲 20.6cm/sec，最大流速 66.5cm/sec，平均流速與最大流速皆與 ST-1 測站相當，唯其主方向集中於 NNE,佔當月 26%，向北之流向亦有 11%，由於本站位於北外防波堤南側，當強盛季風於 ST-2 測站造成偏西之水流時，必於北外防波堤南側形成反時鐘方向旋轉之環流，而 ST-4 測站恰位於環流影響範圍內，故雖其季風風速之直接影響不如 ST-1 與 ST-2 測站，但其流速大小卻與 ST-1 相當，此點對照比較圖 2-18a 與圖 2-16a 及圖 2-17a 後即可明顯得知，當季風風速不強且 ST-2 測站流速低於平均值時，則 ST-4 之流速流向影響因素與特性應與 ST-1 站相類似。

於夏季期間，由 ST-1 測站之逐時記錄，圖 2-19a 至圖 2-19g，分析可知，

本站平均流速爲 12.5cm/sec，最大流速 49.1cm/sec，絕大部分流速均小於 20cm/sec，與冬季同測站之流速比較可得，夏季流速明顯比冬季小，且本站夏季流向普遍於 NNE 至 SW 間作順時鐘方向變動，可見潮流因素影響甚大。另由 ST-2 測站之逐時記錄，圖 2-20a 至圖 2-20g，分析可知，本站平均流速爲 35.4cm/sec，最大流速可達 79.8cm/sec，大部分時間流速均小於 60cm/sec，流向除部分偏 NNW 流動外，主要流向集中於北向，由 ST-2 測站與北外防波堤之相關位置研判，本站夏季之流速與流向除受北外防波堤影響外，最主要的影響因素應爲向北之恒流與潮汐。再由 ST-4 測站之逐時記錄，圖 2-21a 至圖 2-21g，分析可知，本站平均流速爲 12.9cm/sec，最大流速爲 43.9cm/sec，絕大部份流速均小於 25cm/sec，水流之強度與 ST-1 測站之結果頗爲相似，但主要方向 40%集中於 NW 方向，部分並於北向及北北東向間變動，可見潮流與向北恒流之影響仍大，而西碼頭外海堤線與南、北外防波堤之港灣設施邊界亦有其影響。

另根據港灣技術研究所就觀測期間所得有關海流之結論[8]可知，北防沙堤 ST-1 測站海流成分主要爲風驅流，流向爲西南方向，最大流速約可達 70cm/sec。北外防波堤堤頭 ST-2 測站海流成份主要爲恆流及風趨流受北外防波堤導引產生之強制裂流，流向明顯分佈於西西北向至北向間，若鋒面靠近風速增加時，流向則轉爲西向；測量期間所得最大流速可達 120cm/sec，當鋒面離去時，風速減弱，則流向偏北。南防波堤 ST-4 測站海流成份主要爲潮流及恆流，流向大致在北向與東向之間；所測最大流速可達 66cm/sec。將現有實測資料與以往堤頭海流觀測資料比較，最大流速有偏小之趨勢，此可能與北防波堤延伸 850 公尺及堤頭水深變深，使得強制裂流的強度變弱所致。

2-2-5 風、潮與海流之關係

爲深入探討現況台中港海域風、潮與海流之關係，於港灣技術研究所自 1994 年 9 月起針對台中港海域進行之海氣象調查所得之資料中，截取 ST-1 及 ST-2 兩測站 1995/03/01 至 1995/03/11 風速較弱期間與 1996/01/25 至

1996/02/08 風速較強期間之實測風、潮與海流資料，分別繪圖比較如圖 2-22 至圖 2-25 所示。於圖 2-22a 及圖 2-23a 中可清楚看出，在台中港海域，於 1995/03/01 至 1995/03/11 期間，風速大部分皆小於 5m/s，僅有部分風速在 5m/s 至 10m/s 間，風向大多爲西南向。在風速較弱（小於 5m/s）情形下，觀察圖 2-22b 及 c 可知，在 ST-1 測站之海流，其流速與風速之關係不大，流速主要受潮位影響且大小介於 5cm/s 至 15cm/s 間，海流方向隨潮位漲退而改變，低潮位時，流向爲東北向，高潮位時沿順時針方向轉爲西南西至西北向，海流受潮位變動之影響甚爲明顯。另在本測站上，當大於 5m/s 之風速持續作用一段時間後，雖然風對流速大小之影響不大，但對流向則會產生明顯之改變。至於 ST-2 測站之海流，由圖 2-23b 及 c 很容易即可看出，其流速大小受潮位變動影響甚大，且低潮位時常有較大流速發生，高潮位時，流速反而較小，海流流向普遍集中於西北向，其受潮位高低之影響不明顯，可見在 1995 年 3 月期間，於 ST-2 測站上應有一大小約 30cm/s，方向爲西北之恒流存在。除恒流外，潮位高低引致之潮流，其流速大小約在 20cm/s 左右，且漲潮時流向爲東南向，而退潮時則爲西北向。

當台中港海域在冬季強盛季風作用下，觀察圖 2-24a 及圖 2-25a 可知，於 1996 年 1 月至 2 月期間，台中港海域風速普遍大於 8m/s，部分期間更有高達 15m/s 以上之風速，風向甚穩定，大多集中於東北向。由圖 2-24b 至 2-24d 觀察可知，於 ST-1 測站上，只要風速大於 8m/s，則在 ST-1 測站之海流，其流速大小與流向將完全由風速與風向支配，與潮位高低之關係甚小，因此，在強風作用期間，ST-1 測站之海流，其流向一般爲西南向，流速之平均大小約爲 30cm/s，比較圖 2-22b 及圖 2-22c 可知，8m/s 以上強風在 ST-1 產生之風趨流大小約爲 20cm/s 左右，15m/s 以上之強風，其在 ST-1 產生之風趨流大小則約爲 40cm/s。而在 ST-2 測站上，由圖 2-25b 至圖 2-25d 可更清楚看出，海流除在風速小於 8m/s 以下會受潮位高低影響外，在風速大於 8m/s 期間，海流之大小其實完全將由風速主控，一般而言，風速在 8m/s 至 12m/s 間，ST-2 測站之海流流速平均約爲 40cm/s，流向因北外防波堤之影響而偏向西向，潮位高低雖不致影響海流流向，但其引致之流速變化仍高達 20cm/s 左右，風速在 12m/s 以上時，ST-2 測站之海流大小約可達 100Ccm/s，流向

因北外防波堤阻攔而更向西集中。在圖 2-25d 中值得注意的是，當風速降至 8m/s 以下時，潮位之高低與流向爲西北方向之恒流將回復其對本區海流之影響性。

瞭解上述風、潮與海流之關係後，再將 1994 年 9 月至 1996 年 2 月 ST-1、ST-2 及 ST-3 各站在觀測期間所得之海流流速統計如表 2-25，並依其冬、夏季實測流速之東(+u)、西(-u)、南(-v)及北(+v)向分量整理如圖 2-26、圖 2-27 及圖 2-28 所示，由圖及表觀察，可確認台中港海域各海象測站之實測海流特性如下：

1.北防沙堤測站(ST-1：北緯 24°19'25"，東經 120°30'44"，水深 15 公尺)海流成份主要爲風驅流及潮流，主流向爲西南向。最大流速可達 85.9cm/s，流速分佈以 0～10cm/s（佔 35.8%）及 10～20cm/s（佔 26.2%）爲主。

2.北外防波堤堤頭外測站(ST-2：北緯 24°18'，東經 120°28'09"，水深 25 公尺)海流成份主要爲恒流、潮流與風趨流。當鋒面來襲時，風速增加，風趨流成份明顯，流向爲西南西至西向；鋒面離境時，風速減弱，恒流與潮流成份較明顯，流向爲北北西向。最大流速可達 116.3cm/s，流速分佈以 10～20cm/s、20～30cm/s、30～40cm/s、40～50cm/s 佔大多數，各約佔 15%左右。

3.南外防波堤測站(ST-4:北緯 24°17'10"，東經 120°29"，水深 11 公尺)海流成份主要爲潮流及恒流，流向分佈較不集中，大致在北向與東北向之間。最大流速 57.8cm/s，流速分佈以 0～10cm/s(佔 43.7%)及 10～20cm/s(佔 36.1%)較多。

綜合而言，台中港海域之海流，依各海象測站所得之海流資料分析，其組成成分不外乎潮流、恒流與風趨流等三項，至於波浪引起之近岸流成分在各海象測站結果中因測站水深均大或因外廓結構物影響而無法清楚判釋，但風速與海流之關係則甚密切。圖 2-29 即爲以梧棲風速測站之風速爲基準，針對 ST-1 及 ST-2 測站實測流速進行流速與風速之迴歸分析結果，由圖可得，在強風(大於 10m/s)條件下，ST-1 及 ST-2 測站之流速(V; cm/s)與風速(W; m/s)

之關係及相關係數(R^2)可分別以下迴歸方程式表示爲

ST-1 測站：$V=0.55W^2$；　$R^2=0.96$ ..... (2-13)

ST-2 測站：$V=0.70W^2$；　$R^2=0.94$ ..... (2-14)

表 2-1 台中港導助航設施位置分佈

助航設施

AIDS TO NAVIGATION

信號台 Signal Station

位 置 Location	24° 17' 30"N 120° 30' 32"E
高 度 Height	66.2 公尺 (Meters)
外 貌 Configuration	黑白色方格圓頂 Painted in Checkered White and Black on the top of round roof.
無線電話呼號 Radio Call Sign	臺中港埠電台 Taichung Port Radio Phow.04-6568663,6562833 Fax:04-6569267
頻 率 Frequencies	156.6MHz, 156.7MHz & 156.8 MHz

台中港燈塔 Taichung Harbor Light House

位 置 Location	24° 17' 23"N 120° 30' 54"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	62 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	26.8 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl. (3) 30Sec.

台中港燈塔雷達標桿 Taichung Harbor Light House Radar Beacon(RACON)

位 置 Location	24° 17' 23"N 120° 30' 54"E
頻 率 Frequency	Sweep from 9300 MHz,to 9500 MHz.
頻率掃掠時間 Frequency Sweep Time	75 second(Time for each frequency sweep from 9300 MHz.to 9500 MHz.)
輸出電力 Power Output	0.3Watt.
回復信號 Response Code	"F"(· · – ·)Response when radar beacon frequency sweeps through the interrogating radar frequency. (every 75 sec.)
射 程 Range	10 浬 (Nautical Miles.)
工作時間Operating Time	24 小時 (Hours.)

北防波堤燈杆 North Breakwater Beacon (U)

位 置 Location	24° 17' 59"N 120° 28' 58"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	21.4 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	16 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl(2)W 4Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D. 0.5s. L. & 2.5s. D.

南防波堤燈杆 South Breakwater Beacon(U)

位 置 Location	24° 17' 32"N 120° 29' 30"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	21.4 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	8.1 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl(2)R. 4Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D. 0.5s. L. & 2.5s. D.

南內防波堤燈杆 Inner Breakwater South Beacon (U)

位 置 Location	24° 17' 14"N 120° 30' 14"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	13.2 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	7.8 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl.R. 3Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D.

北內防波堤燈杆 Inner Breakwater North Beacon (U)

位 置 Location	24° 17'25"N 120° 30'20"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	13.2 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	10.5 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl.W. 3Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D.

錨泊區

南防波堤西方水域，水深10至20公尺處，較適宜錨泊：位於
24° 17' 26"N 120° 27' 45"E 24° 17' 26"N 120° 29' 26"E
24° 16' 31"N 120° 27' 19"E 24° 16' 31"N 120° 28' 56"E
連線之內。

Anchorage

The water area to the west of South Breakwater,10-20 meters deep, is appropriate for anchoring.It is inside the connecting lines of the following points:
24° 17' 26"N 120° 27' 45"E 24° 17' 26"N 120° 29' 26"E
24° 16' 31"N 120° 27' 19"E 24° 16' 31"N 120° 28' 56"E

表 2-2 大型船舶航道寬深需求與台中港港口段航道現況

單位：公尺

項目 \ 船型				第三代貨櫃輪		第四代貨櫃輪		6 萬 DWT		12.5萬 DWT		港口段航道現況
船舶尺寸	船長			275		308		235		290		
	船寬			32		42.2		32.2		45		
	吃水			12.5		13.5		12.6		16		
航道深度	水域別			港外航道	港口段航道	港外航道	港口段航道	港外航道	港口段航道	港外航道	港口段航道	
	設計深度	吃水		12.5	12.5	13.5	13.5	12.6	12.6	16	16	
		總餘裕	波浪造成船體浮沈	1.5	0.4	1.5	0.4	1.5	0.4	1.5	0.5	
			船艉載航吃水差	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	
			淨餘裕	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
		小計		15.2	14.1	16.2	15.1	15.2	14.1	18.7	17.7	
	超挖深度	測量誤差		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
		預留迴淤深度		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
		浚挖誤差		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
		小計		1	1	1	1	1	1	1	1	
	總計			16.2	15.1	17.2	16.1	16.2	15.1	19.7	18.7	13
航道寬度	單向航道			> 138		> 154		> 118		> 145		最窄 270
	雙向航道			275 ~ 413		308 ~ 462		235 ~352		290 ~ 435		—
航道長度	停船安全距離			> 1375		> 1540		> 1175		> 1450		1600 (港口段航道)

表 2-3 台中港北堤測站全年風速風向分佈統計表

風速	風向																小	超值
(M/SEC)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計	機率
< 1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	1.26	97.5
1.0 ~ 1.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	5.55	91.9
2.0 ~ 2.9	0.9	0.9	0.4	0.4	0.3	0.5	0.7	1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	8.31	83.6
3.0 ~ 3.9	1.2	1.1	0.4	0.2	0.1	0.3	0.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	0.8	9.13	74.5
4.0 ~ 4.9	1.5	1.4	0.2	0.1	0	0.1	0.5	1.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.7	1	9.24	65.2
5.0 ~ 5.9	1.7	1.5	0.1	0	0	0.1	0.5	1.3	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	1.1	9.03	56.2
6.0 ~ 6.9	2	1.2	0.1	0	0	0	0.3	1.1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.3	1	7.65	48.5
7.0 ~ 7.9	2.1	1	0	0	0	0	0.2	1	0.4	0.4	0.2	0.2	0	0	0.1	0.9	6.54	42
8.0 ~ 8.9	2.2	0.9	0	0	0	0	0.2	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0	0	0.1	0.7	5.6	36.4
9.0 ~ 9.9	2	0.8	0	0	0	0	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0	0	0	0	0.6	4.42	32
10.0 ~ 10.9	2.4	0.8	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0.6	4.53	27.5
11.0 ~ 11.9	2.3	0.7	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.5	3.92	23.5
12.0 ~ 12.9	2.2	0.6	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.5	3.6	19.9
13.0 ~ 13.9	2.3	0.6	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.4	3.42	16.5
14.0 ~ 14.9	2.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	2.98	13.5
15.0 ~ 15.9	2.2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	3.12	10.4
16.0 ~ 16.9	1.9	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	2.64	7.77
17.0 ~ 17.9	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.9	5.88
18.0 ~ 18.9	1.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.67	4.2
19.0 ~ 19.9	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.07	3.13
20.0 ~ 20.9	0.8	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.04	2.09
21.0 ~ 21.9	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.77	1.32
22.0 ~ 22.9	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41	0.91
23.0 ~ 23.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.61
24.0 ~ 24.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0.43
25.0 ~ 25.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.29
26.0 ~ 26.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.2
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.16
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.12
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.1
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.07
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.05
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.03
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
小計	35.9	14.4	1.7	1.2	0.8	1.8	3.9	8.9	4.5	3.5	2.3	2.2	1.4	2.1	3.4	10.7		

靜風機率： 1.3
最大風速： 41.3
平均風速： 8

表 2-4 台中港北堤測站夏季風速風向分佈統計表

風速	風向																小	超值
(M/SEC)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計	機率
< 1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	1.67	96.56
1.0 ~ 1.9	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.9	0.7	0.9	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.5	0.6	7.77	88.79
2.0 ~ 2.9	0.9	0.8	0.5	0.5	0.4	0.9	1.1	1.6	0.8	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.8	11.35	77.44
3.0 ~ 3.9	1.1	1	0.4	0.3	0.1	0.4	1.3	2.3	1.1	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	0.9	1	12.77	64.68
4.0 ~ 4.9	1.3	1	0.2	0.1	0.1	0.2	1	2.3	1	0.6	0.5	0.7	0.5	0.7	1	1.1	12.18	52.5
5.0 ~ 5.9	1.3	1	0.1	0	0	0.1	0.9	2.5	1.1	0.6	0.7	0.7	0.3	0.5	0.7	1.2	11.64	40.85
6.0 ~ 6.9	1.5	0.7	0	0	0	0.1	0.5	2.1	0.9	0.7	0.7	0.5	0.2	0.2	0.4	1.1	9.53	31.33
7.0 ~ 7.9	1.5	0.6	0	0	0	0	0.4	1.9	0.7	0.7	0.4	0.3	0	0	0.2	0.9	7.62	23.71
8.0 ~ 8.9	1.4	0.4	0	0	0	0	0.3	1.2	0.5	0.6	0.4	0.1	0	0	0.1	0.6	5.84	17.88
9.0 ~ 9.9	1.2	0.4	0	0	0	0	0.2	0.6	0.4	0.5	0.1	0	0	0	0.1	0.5	3.99	13.89
10.0 ~ 10.9	1.3	0.3	0	0	0	0	0.1	0.4	0.4	0.5	0.1	0	0	0	0	0.4	3.46	10.43
11.0 ~ 11.9	1.1	0.2	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0	0	0	0	0	0.3	2.41	8.02
12.0 ~ 12.9	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.2	1.76	6.26
13.0 ~ 13.9	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.2	1.52	4.74
14.0 ~ 14.9	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	1.09	3.66
15.0 ~ 15.9	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0.98	2.68
16.0 ~ 16.9	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.7	1.98
17.0 ~ 17.9	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.43	1.55
18.0 ~ 18.9	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.42	1.13
19.0 ~ 19.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.9
20.0 ~ 20.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.64
21.0 ~ 21.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.43
22.0 ~ 22.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0.32
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.25
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.13
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.1
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.08
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.07
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.05
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.05
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.03
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
小計	17.9	7.9	1.6	1.5	1.1	2.8	6.7	16.5	8.1	6.3	4.1	3.8	2.3	3.3	4.7	9.6		

靜風機率：1.8
最大風速：41.3
平均風速：5.8

表 2-5 台中港北堤測站冬季風速風向分佈統計表

風速	風向																小	超值
(M/SEC)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計	機率
< 1.0	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.87	98.3
1.0 ~ 1.9	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.4	3.42	94.89
2.0 ~ 2.9	1	0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	5.38	89.51
3.0 ~ 3.9	1.2	1.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	5.64	83.87
4.0 ~ 4.9	1.8	1.7	0.3	0.1	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.9	6.4	77.47
5.0 ~ 5.9	2.1	2	0.2	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	1	6.53	70.94
6.0 ~ 6.9	2.5	1.6	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.9	5.85	65.09
7.0 ~ 7.9	2.7	1.3	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.9	5.5	59.59
8.0 ~ 8.9	2.9	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.8	5.38	54.21
9.0 ~ 9.9	2.8	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	4.83	49.38
10.0 ~ 10.9	3.4	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	5.56	43.82
11.0 ~ 11.9	3.4	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	5.37	38.45
12.0 ~ 12.9	3.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	5.37	33.08
13.0 ~ 13.9	3.6	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	5.24	27.84
14.0 ~ 14.9	3.5	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	4.8	23.03
15.0 ~ 15.9	3.8	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	5.18	17.85
16.0 ~ 16.9	3.3	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	4.51	13.34
17.0 ~ 17.9	2.5	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	3.31	10.04
18.0 ~ 18.9	2.2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	2.88	7.16
19.0 ~ 19.9	1.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.88	5.28
20.0 ~ 20.9	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.8	3.48
21.0 ~ 21.9	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.31	2.17
22.0 ~ 22.9	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.71	1.47
23.0 ~ 23.9	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0.95
24.0 ~ 24.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.68
25.0 ~ 25.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.44
26.0 ~ 26.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.3
27.0 ~ 27.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.23
28.0 ~ 28.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.17
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.13
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.08
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.05
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	53.3	20.6	1.7	0.8	0.6	0.9	1.2	1.6	1.1	0.8	0.6	0.6	0.5	1	2.2	11.6		

靜風機率：0.8
最大風速：36.7
平均風速：10

表 2-6 台中港防風林測站全年風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向 (SEC)																小計	超值機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	2.73	96.36
1.0 ~ 1.9	0.4	0.8	0.8	0.7	0.5	0.7	1	0.7	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	7.93	88.42
2.0 ~ 2.9	0.8	1.6	1.4	0.8	0.6	0.7	1.4	1.6	0.9	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	13.23	75.19
3.0 ~ 3.9	1	2.2	1.1	0.4	0.2	0.2	0.8	1.9	1.2	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.7	12.44	62.75
4.0 ~ 4.9	1.2	2.7	0.8	0.1	0	0.1	0.3	1	1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.7	10.11	52.64
5.0 ~ 5.9	1.3	2.8	0.6	0.1	0	0	0.1	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.2	0.6	8.09	44.56
6.0 ~ 6.9	1.3	2.8	0.5	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0	0	0.1	0.4	6.6	37.96
7.0 ~ 7.9	1.3	2.8	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.3	0.1	0	0	0.1	0.3	5.87	32.08
8.0 ~ 8.9	1.2	2.7	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0.2	5.38	26.7
9.0 ~ 9.9	1.1	2.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0	0	0	0	0.1	4.94	21.76
10.0 ~ 10.9	1.1	2.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0	0	0	0.1	4.55	17.2
11.0 ~ 11.9	1	2.3	0.4	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	4.08	13.12
12.0 ~ 12.9	0.9	2	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	3.5	9.62
13.0 ~ 13.9	0.8	1.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.94	6.68
14.0 ~ 14.9	0.5	1.2	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.13	4.55
15.0 ~ 15.9	0.4	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.57	2.97
16.0 ~ 16.9	0.3	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04	1.94
17.0 ~ 17.9	0.1	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	1.35
18.0 ~ 18.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	1
19.0 ~ 19.9	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0.81
20.0 ~ 20.9	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.71
21.0 ~ 21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.65
22.0 ~ 22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.61
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.58
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.56
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.54
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.52
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.5
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.48
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.45
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.42
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.41
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.4
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.39
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.37
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.37
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.36
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.35
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.34
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.33
>= 40.0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.32	0.01
小計	15.2	33.3	9.4	2.3	1.5	2	4.1	5.9	4.6	4	2.9	2.6	1.8	1.5	2	4.3		

靜風機率：0.91
最大風速：59.9
平均風速：6.2

表 2-7 台中港防風林測站夏季風速風向分佈統計表

風速	風向																小	超值
(M/SEC)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計	機率
< 1.0	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	4.06	94.37
1.0 ~ 1.9	0.5	1	1	0.9	0.8	1.1	1.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	11.44	82.93
2.0 ~ 2.9	0.8	1.5	1.4	0.8	0.7	1	2.5	3	1.7	0.9	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	17.82	65.11
3.0 ~ 3.9	1	1.7	1	0.4	0.1	0.3	1.4	3.3	2.5	1.2	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7	0.9	17.14	47.96
4.0 ~ 4.9	1.1	1.8	0.8	0.1	0	0.1	0.5	1.6	1.8	1.1	0.7	0.7	0.6	0.4	0.6	0.9	12.95	35.01
5.0 ~ 5.9	1.1	1.8	0.7	0.1	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1	0.7	0.7	0.3	0.1	0.2	0.6	8.92	26.09
6.0 ~ 6.9	0.9	1.6	0.6	0.1	0	0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.7	0.5	0.1	0	0.1	0.4	6.45	19.64
7.0 ~ 7.9	0.8	1.5	0.6	0.1	0	0	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.4	0	0	0	0.3	5.13	14.51
8.0 ~ 8.9	0.6	1.1	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.5	0.2	0	0	0	0.2	3.82	10.69
9.0 ~ 9.9	0.5	1	0.4	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.3	0.1	0	0	0	0.1	3.01	7.68
10.0 ~ 10.9	0.5	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	2.42	5.26
11.0 ~ 11.9	0.4	0.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	1.64	3.61
12.0 ~ 12.9	0.3	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	1.17	2.44
13.0 ~ 13.9	0.2	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	1.69
14.0 ~ 14.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.51	1.17
15.0 ~ 15.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34	0.83
16.0 ~ 16.9	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0.62
17.0 ~ 17.9	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.5
18.0 ~ 18.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.42
19.0 ~ 19.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.36
20.0 ~ 20.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.31
21.0 ~ 21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.29
22.0 ~ 22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.26
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.25
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.23
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.22
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.21
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.17
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.12
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.08
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.07
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.05
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
小計	9.7	16	9	2.9	1.9	3	7.2	10.2	8.5	7.2	5.3	4.5	3	2.4	2.6	5		

靜風機率： 1.6
最大風速： 59.9
平均風速： 4.6

表 2-8 台中港防風林測站冬季風速風向分佈統計表

風速	風向																小	超值
(M/SEC)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計	機率
< 1.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0.1	1.58	97.8
1.0 ~ 1.9	0.3	0.6	0.7	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	4.72	93.07
2.0 ~ 2.9	0.6	1.6	1.5	0.9	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	9.25	83.82
3.0 ~ 3.9	0.8	2.6	1.4	0.6	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	8.77	75.05
4.0 ~ 4.9	1.2	3.3	1.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	7.56	67.49
5.0 ~ 5.9	1.3	3.4	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.5	7	60.49
6.0 ~ 6.9	1.4	3.7	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.4	6.9	53.59
7.0 ~ 7.9	1.5	3.9	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	6.82	46.77
8.0 ~ 8.9	1.6	4	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	6.92	39.85
9.0 ~ 9.9	1.5	4	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	6.64	33.22
10.0 ~ 10.9	1.5	3.7	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	6.37	26.84
11.0 ~ 11.9	1.5	3.6	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	6.14	20.7
12.0 ~ 12.9	1.3	3.2	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	5.56	15.14
13.0 ~ 13.9	1.2	2.9	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	4.88	10.26
14.0 ~ 14.9	0.8	2	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	3.53	6.73
15.0 ~ 15.9	0.6	1.4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	2.67	4.05
16.0 ~ 16.9	0.4	0.9	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.77	2.29
17.0 ~ 17.9	0.2	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.97	1.32
18.0 ~ 18.9	0.1	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.58	0.74
19.0 ~ 19.9	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0.43
20.0 ~ 20.9	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.27
21.0 ~ 21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.2
22.0 ~ 22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.09
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.06
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.04
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	18	45.9	14	2.8	1.3	1.3	1.4	1.5	0.9	1	1	1.1	1	1	1.5	4.2		

靜風機率：0.6
最大風速：36.1
平均風速：7.8

表 2-9 台中港北堤測站風力吹風延時機率統計表

風速 \ 月份 / 延時		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	夏季	冬季
風速≧5M/SEC	2	78.0	70.4	66.8	60.0	50.7	52.0	45.1	47.9	40.7	68.1	70.3	80.3	49.4	72.3
	4	76.0	68.6	63.7	56.8	47.8	48.3	41.2	44.0	38.1	65.8	69.2	78.9	46.0	70.4
	6	74.7	66.9	61.3	53.0	45.3	44.6	36.7	40.8	35.2	63.6	68.5	78.2	42.6	68.9
	8	74.2	66.5	58.2	51.1	43.0	40.8	32.3	38.2	32.7	61.5	67.3	77.3	39.7	67.5
	12	69.6	63.8	53.0	46.8	36.7	31.7	25.4	32.0	27.1	58.1	64.2	71.4	33.3	63.4
	24	62.1	55.1	45.0	34.6	23.4	17.2	17.2	22.1	21.6	48.1	59.0	65.8	22.7	55.8
風速≧10M/SEC	2	51.0	46.3	31.1	21.9	13.4	4.2	5.9	7.9	18.8	36.5	57.5	46.5	12.0	44.8
	4	49.8	44.7	29.2	19.7	11.9	2.7	4.3	6.7	17.9	35.3	56.1	44.8	10.5	43.3
	6	48.5	42.8	27.6	18.5	10.8	2.0	3.1	6.1	16.8	34.1	54.2	43.1	9.5	41.7
	8	47.3	41.5	25.8	16.3	8.6	1.4	1.8	5.1	15.7	31.4	52.8	41.0	8.1	39.9
	12	44.0	36.3	22.9	13.8	5.1	0.7	1.2	3.1	12.6	22.5	47.3	34.5	6.1	34.6
	24	35.2	29.5	13.1	4.7	1.1	0.0	0.0	0.9	7.7	12.6	40.9	23.5	2.4	25.8
風速≧15M/SEC	2	22.3	19.3	8.8	3.4	1.8	0.2	0.7	2.6	7.6	15.5	26.5	17.9	2.7	18.4
	4	19.6	17.9	7.4	2.7	1.5	0.1	0.5	2.5	7.1	13.9	24.8	15.8	2.4	16.6
	6	18.1	16.5	6.1	2.3	1.4	0.0	0.5	2.1	5.6	12.7	23.2	12.7	2.0	14.9
	8	16.5	15.2	4.7	2.0	1.2	0.0	0.5	1.7	4.4	9.0	19.5	10.9	1.6	12.6
	12	13.7	10.6	3.5	0.4	0.4	0.0	0.5	0.8	2.6	5.0	16.5	7.7	0.8	9.5
	24	7.5	4.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	3.4	10.5	3.9	0.4	5.1
風速≧20M/SEC	2	3.6	2.7	0.8	0.2	0.1	0.0	0.1	0.7	2.2	3.3	3.7	2.0	0.6	2.7
	4	3.0	1.9	0.6	0.2	0.0	0.0	0.1	0.5	1.9	2.6	2.7	1.6	0.5	2.1
	6	2.7	1.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	2.2	1.8	0.8	0.4	1.5
	8	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8	2.0	1.4	0.0	0.3	1.1
	12	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.2	1.0	0.0	0.2	0.6
	24	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2

(資料來源:宇泰工程顧問公司,民國84年)

表 2-10 台中港潮位統計資料(60.3～85.3)

分析時間	H.H.W.L.	M.H.W.L.	M.W.L.	M.L.W.L.	L.L.W.L.
60.3~64.12	5.86	4.59	2.72	0.9	-0.05
65.1~69.12	5.77	4.53	2.64	0.79	-0.41
70.1~74.12	5.5	4.44	2.62	0.81	-0.49
75.1~79.12	5.65	4.54	2.71	0.85	-0.55
80.1~85.3	5.47	4.21	2.5	0.76	-0.46
60.3~69.12	5.86	4.56	2.68	0.84	-0.41
70.1~79.12	5.65	4.49	2.67	0.83	-0.55
60.3~85.3	5.86	4.45	2.63	0.82	-0.55

迴歸年	水位(M)
2	5.435
5	5.593
10	5.685
25	5.791
50	5.864
100	5.933
200	6.000

表 2-11 台中港潮汐測站(ST-8)分潮調和常數表

(註：平均水位2.70m)

分潮編號	分潮名稱	振幅(米)	遲角(度)	分潮編號	分潮名稱	振幅(米)	遲角(度)
1	H_m	0.032	103.36	21	MO_3	0.006	311.63
2	M_{sf}	0.026	40.597	22	M_3	0.000	155.17
3	$2Q_1$	0.008	-156.89	23	SO_3	0.007	248.10
4	ρ_1	0.027	304.88	24	MK_3	0.011	342.93
5	O_1	0.196	251.51	25	SK_3	0.003	332.20
6	M_1	0.021	269.83	26	MN_4	0.006	250.56
7	P_1	0.074	269.31	27	M_4	0.016	314.07
8	K_1	0.240	279.00	28	SN_4	0.002	23.58
9	θ_1	0.009	34.25	29	MS_4	0.008	325.08
10	SO_1	0.003	95.56	30	MK_4	0.004	99.72
11	OQ_2	0.010	13.05	31	S_4	0.001	1.51
12	MNS_2	0.032	133.90	32	SK_4	0.003	121.31
13	$2N_2$	0.030	13.58	33	$2MN_6$	0.008	213.75
14	N_2	0.388	329.38	34	M_6	0.007	276.46
15	M_2	1.767	0.22	35	MSN_6	0.003	196.71
16	L_2	0.158	50.75	36	$2MS_6$	0.006	291.99
17	S_2	0.515	35.38	37	$2MK_6$	0.003	108.03
18	K_2	0.117	44.45	38	$2SM_6$	0.002	307.96
19	MSN_2	0.018	259.81	39	MSK_6	0.002	201.16
20	$2SM_2$	0.033	262.32				

表 2-12 台中港夏季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期 (SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
.0 ~ .5	0	0	0.2	6.8	14	14	5.8	1.5	0.3	0.1	0	0	0	0	0	42
.5 ~ 1.0	0	0	0	3.3	13	15	4.5	1.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	37
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.6	5.8	3.9	0.5	0.1	0.1	0	0	0	0	0	12
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.1	1.8	2.6	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	5.4
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0.2	1	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	1.9
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0.8
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.2	10	29	36	18	5.2	1.5	0.3	0.2	0	0	0	0	

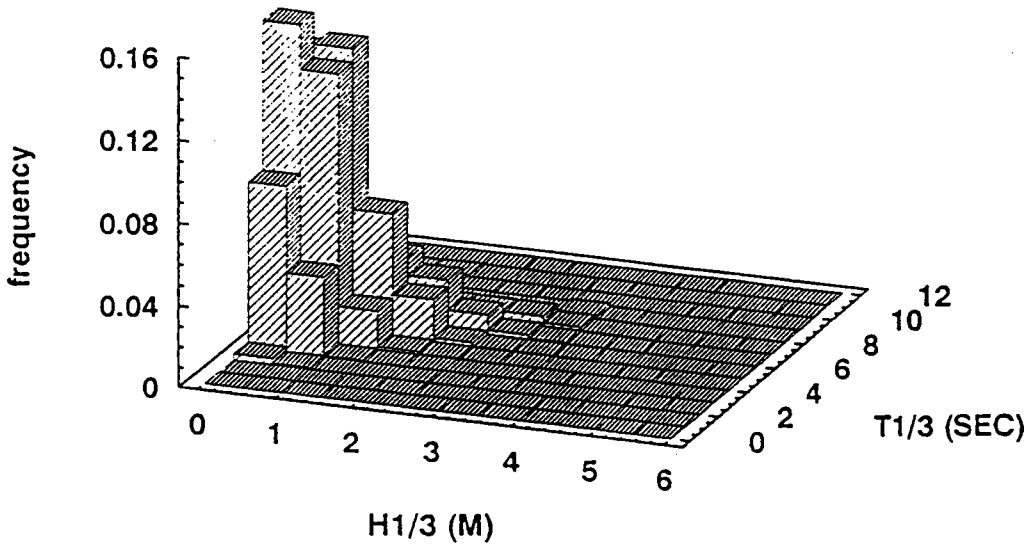


表 2-13 台中港冬季示性波高週期分佈統計表

波高	週期 (SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0	1	3	3.4	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	8.5
.5 ~ 1.0	0	0	0.1	1	4.6	8.2	1.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0	16
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	2.2	13	8	0.5	0	0	0	0	0	0	0	24
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.3	9	13	1.9	0.1	0	0	0	0	0	0	25
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0.1	1.4	10	4.5	0.2	0	0	0	0	0	0	17
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.2	2.3	4.3	0.7	0.1	0	0	0	0	0	7.7
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0.1	0.2	1.3	0.8	0.1	0	0	0	0	0	2.5
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0.5
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.1	2	10	35	37	13	2.2	0.4	0	0	0	0	0	

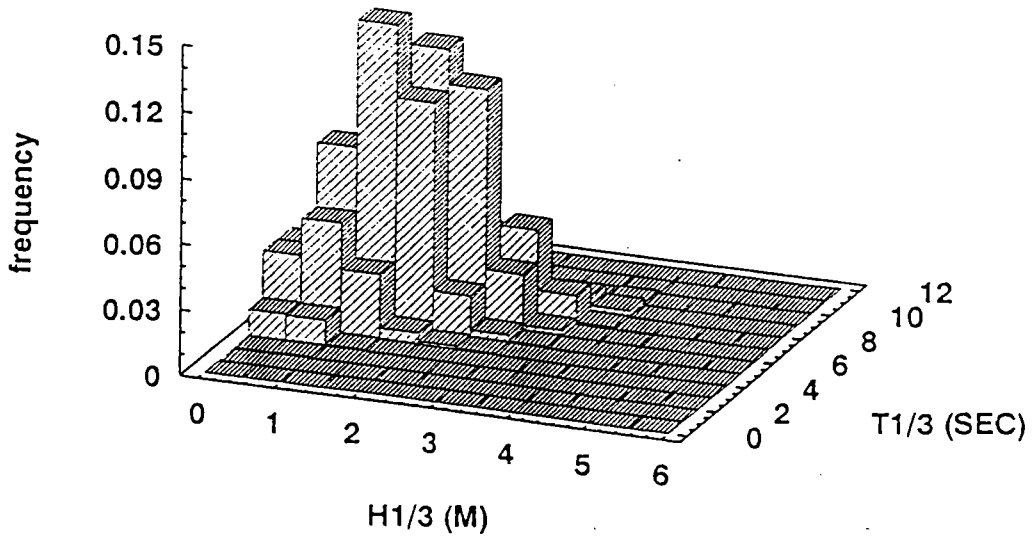


表 2-14 台中港全年示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0.1	3.9	8.6	8.4	3.4	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0	25.3
.5 ~ 1.0	0	0	0	2.1	8.7	11.3	3.1	0.7	0.2	0	0	0	0	0	0	26.2
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.9	9.5	5.9	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	18
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.2	5.4	7.9	1.3	0.1	0	0	0	0	0	0	15
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0.1	0.8	5.7	2.5	0.2	0	0	0	0	0	0	9.3
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.1	1.2	2.4	0.4	0	0	0	0	0	0	4.3
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.7	0.5	0.1	0	0	0	0	0	1.5
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0.3
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.1	6.1	19.5	35.5	27.4	9.1	1.8	0.3	0.1	0	0	0	0	

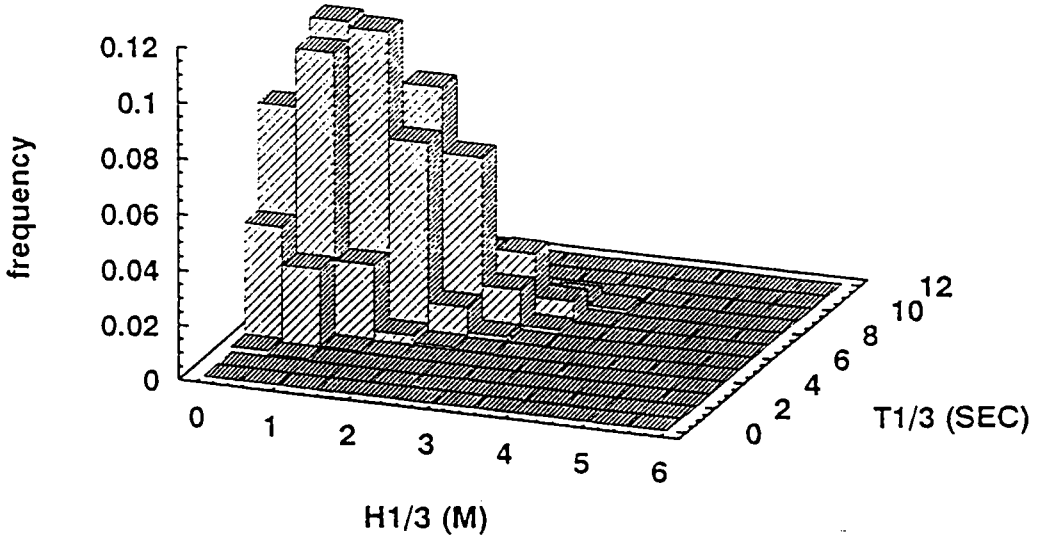


表 2-15 台中港 ST-1 夏季示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0.5	16.3	18.6	11.4	2.3	0.5	0.3	0	0	0	0	0	0	50
.5 ~ 1.0	0	0	0	1.6	13.1	10.9	3.1	0.4	0.2	0.2	0	0	0	0	0	29.6
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	0.7	5.6	5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	11.6
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	0.7	4.2	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	5.7
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	0.9	1.4	0	0	0	0	0	0	0	2.4
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.6
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.5	17.8	32.5	28.6	15.6	4.1	0.7	0.2	0	0	0	0	0	

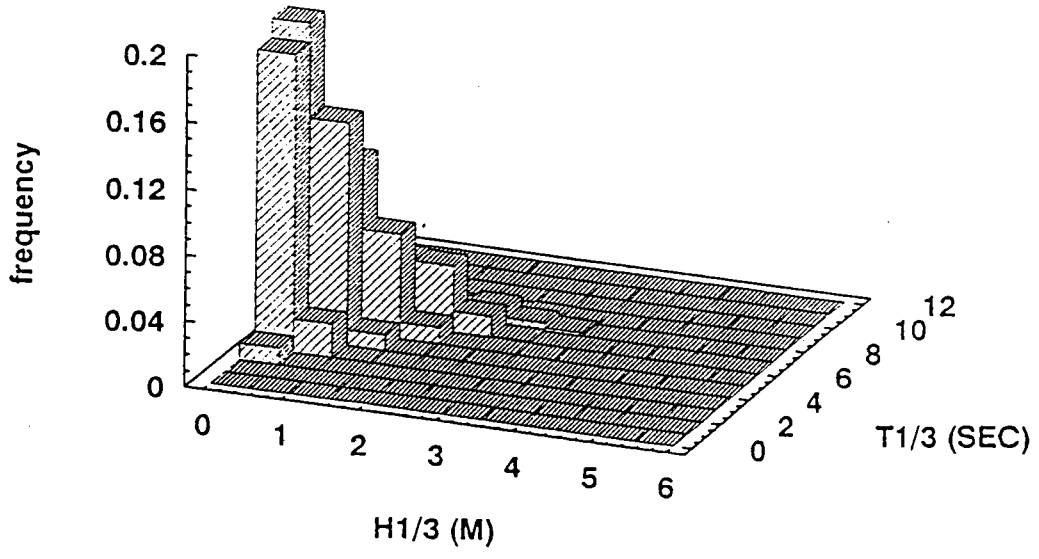


表 2-16 台中港 ST-1 冬季示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0.1	1.5	2.4	2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	6.2
.5 ~ 1.0	0	0	0	0.3	6.2	8.6	1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	16.4
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.3	14.2	7	0.2	0	0	0.1	0.1	0	0	0	22.9
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	6.3	20	2.4	0	0	0.1	0	0	0	0	28.8
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0.2	10.9	7.8	0.2	0	0	0	0	0	0	19.1
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.4	4.4	0.9	0	0	0	0	0	0	5.7
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.6	0	0	0	0	0	0	0.8
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0 ~ 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.1	1.8	9.9	31.4	39.5	15.1	1.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	

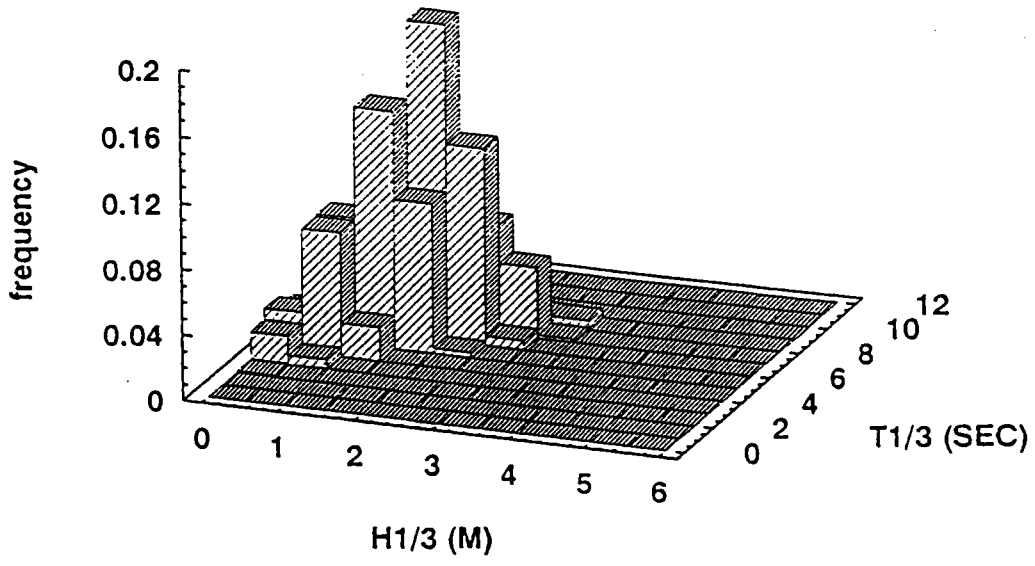


表 2-17 台中港 ST-1 全年示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0.2	6.9	8.4	5.5	1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	22.3
.5 ~ 1.0	0	0	0	0.8	8.8	9.5	1.8	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	21.2
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.1	11.1	6.2	0.3	0	0	0.1	0	0	0	0	18.8
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	4.3	14.2	1.8	0	0	0	0	0	0	0	20.3
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0.2	7.2	5.4	0.1	0	0	0	0	0	0	13
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.2	3	0.6	0	0	0	0	0	0	3.8
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.4	0	0	0	0	0	0	0.6
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.2	7.7	18.2	30.4	30.7	11	1.5	0.1	0.1	0	0	0	0	

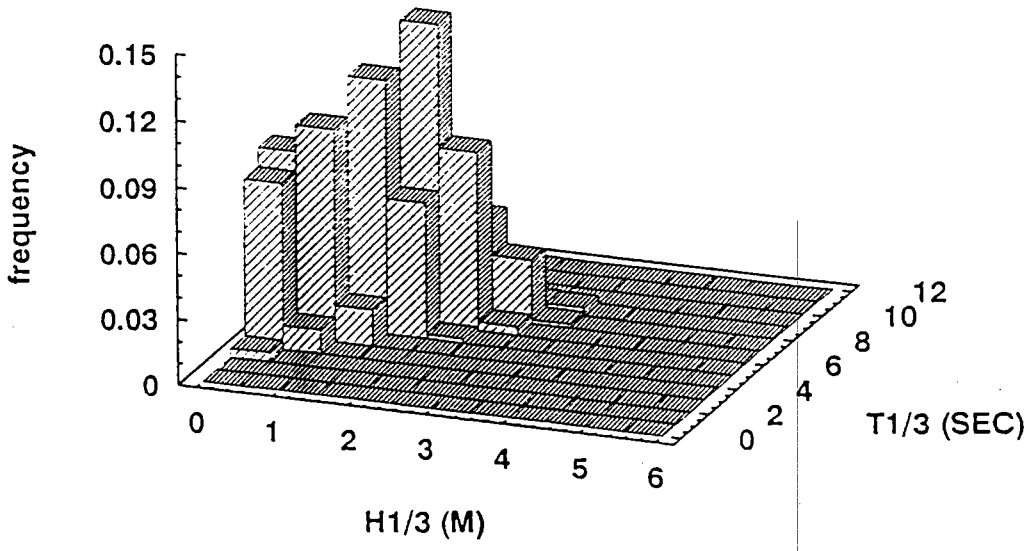


表 2-18 台中港 ST-2 夏季示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	9.7	29.2	8.8	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.3
.5 ~ 1.0	0	0	0.9	22.1	15	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39.8
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	5.3	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	10.6	51.3	29.2	8.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

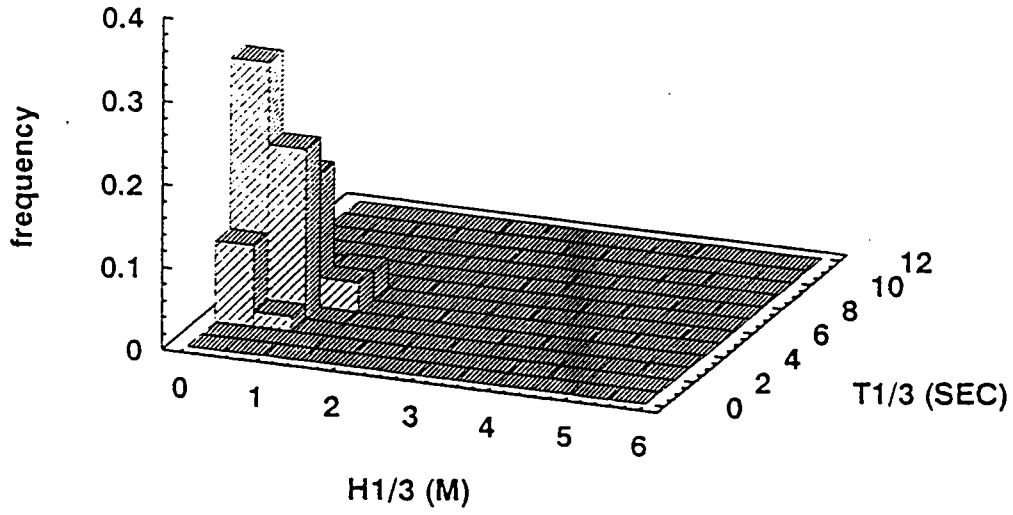


表 2-19 台中港 ST-2 冬季示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0	0.5	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7
.5 ~ 1.0	0	0	0	1.5	5.9	3.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	11.4
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	3.6	8.9	1.5	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	14.4
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.4	11.8	6.1	0.3	0	0	0.2	0	0	0	0	19
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	5.3	18.5	2.4	0	0	0.1	0	0	0	0	26.5
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.1	13.7	7.6	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0	22.2
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.5	3.4	0.2	0.1	0	0	0	0	0	4.2
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0	2	10.9	30	41	14.2	0.8	0.2	0.4	0	0.1	0.2	0.1	

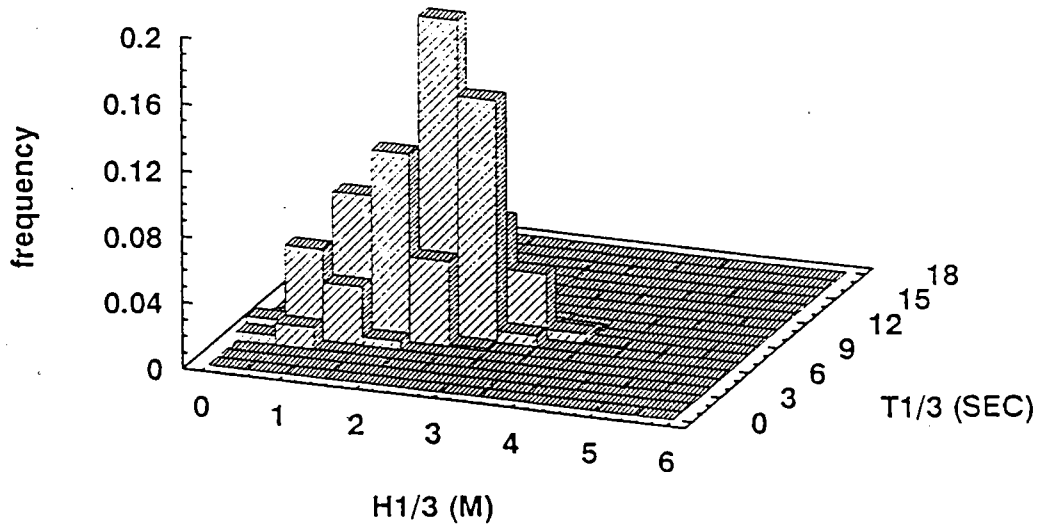


表 2-20 台中港 ST-2 全年示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0.4	1.7	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8
.5 ~ 1.0	0	0	0	2.3	6.3	3.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	12.7
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	3.7	8.7	1.4	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	14.1
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.4	11.3	5.9	0.3	0	0	0.2	0	0	0	0	18.1
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	5.1	18	2.3	0	0	0.1	0	0	0	0	25.4
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.1	13	7.3	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0	21.2
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.5	3.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	4.1
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.4	4.1	11.7	29	39	13.6	0.8	0.2	0.4	0	0.1	0.2	0.1	

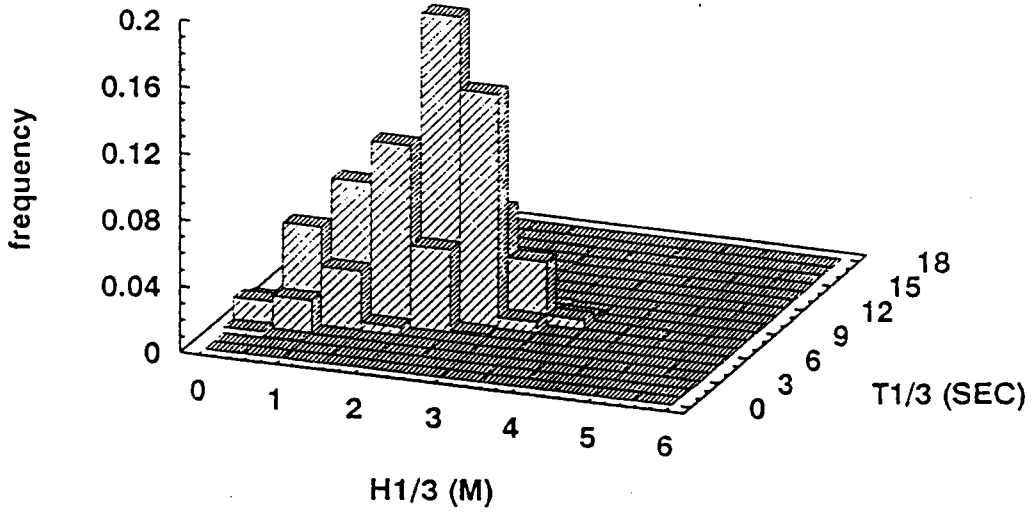


表 2-21 台中港 ST-4 夏季示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	9.2	28.5	14.3	7.1	1	0	0.2	0	0	0	0	0	0	60.3
.5 ~ 1.0	0	0	1.6	11.2	10.7	7.7	2.5	0.7	1.2	0.2	0	0	0	0	0	35.7
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.2	1.3	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	3.1
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.2	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0 ~ 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	10.9	39.7	26.4	16.8	4	0.8	1.3	0.2	0	0	0	0	0	

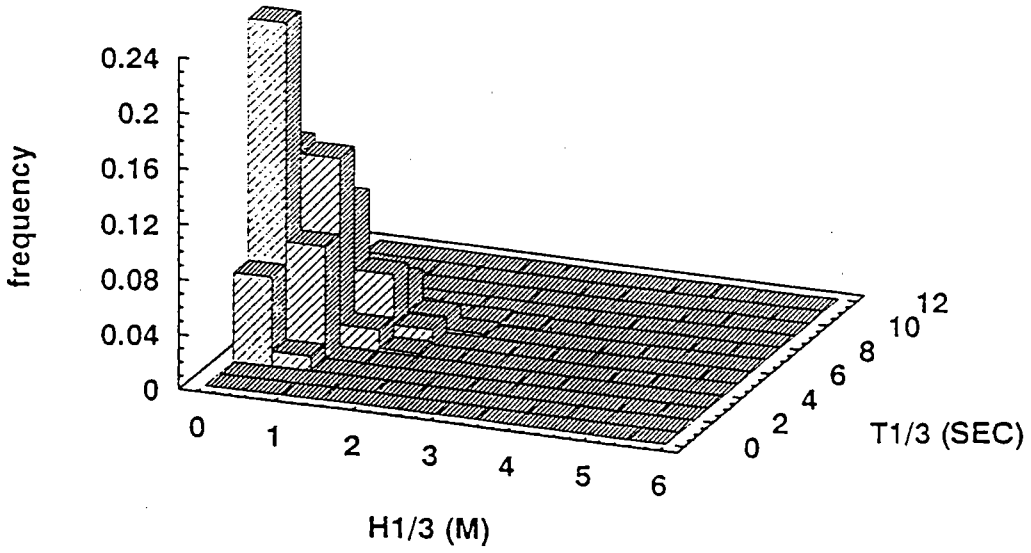


表 2-22 台中港 ST-4 冬季示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	0.6	6.4	5.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5
.5 ~ 1.0	0	0	0.1	2.8	18.2	10.3	0.5	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	32.2
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	6.3	24.1	5.9	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0	36.5
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	6.1	8.6	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	15.5
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	1.8	0.8	0	0	0	0	0	0	0	2.6
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0.7
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.7	9.2	29.8	40.7	16.9	2.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0	

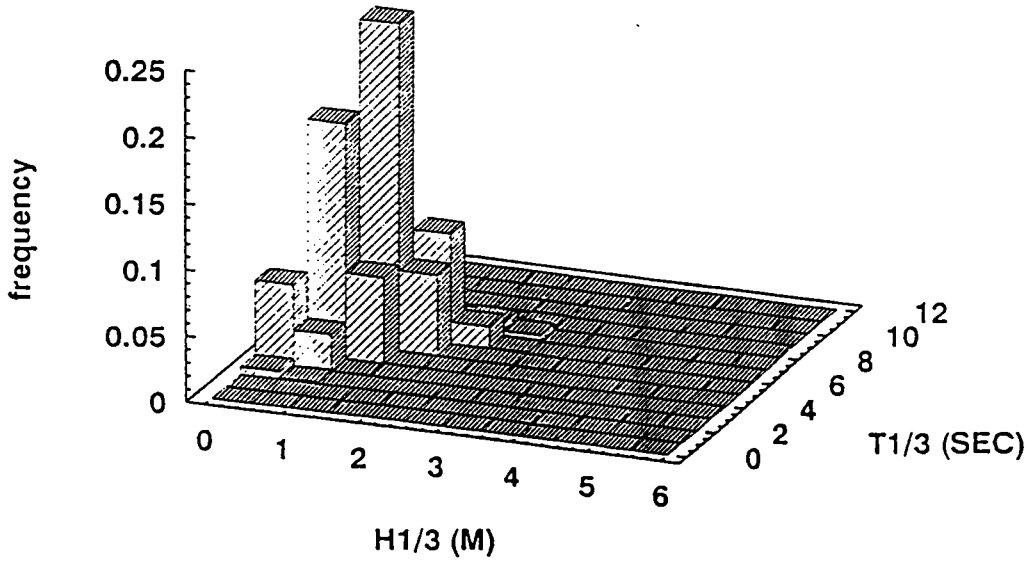


表 2-23 台中港 ST-4 全年示性波高週期分佈統計表

波高	週期(SEC)															小
(M)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
.0 ~ .5	0	0	2	10.7	7.4	1.6	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	22
.5 ~ 1.0	0	0	0.4	4.2	17.1	10.2	0.9	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0	33.3
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	5.1	19.2	5.2	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0	29.8
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.1	4.9	6.7	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	12.2
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	1.4	0.7	0	0	0	0	0	0	0	2.1
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0.5
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	2.4	15	29.7	35.9	14.5	2.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	

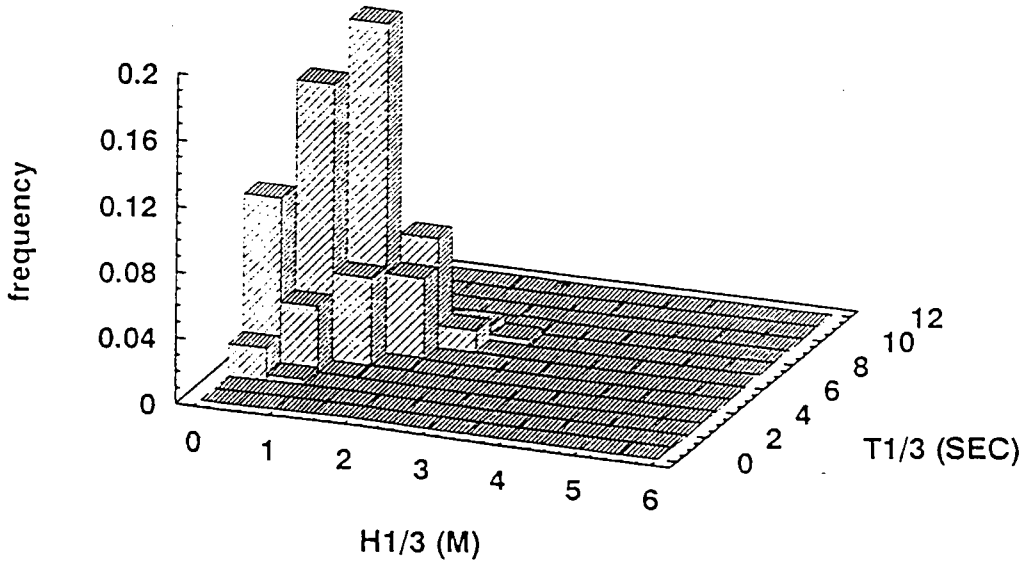


表 2-24 台中港各月波向統計

		335	340	345	350	355	0	5	10	15	From South	Calm	Total
Jan.	No.			1	4	10	7	23	4			10	59
	%			1.7	6.8	16.9	11.9	38.9	6.8			17.0	100
Feb.	No.				7	21	34	24	5	1		7	99
	%				7.0	21.0	34.0	24.0	5.0	1.0		7.0	100
Mar.	No.		2	2	7	10	19	12	7	1	11	40	111
	%		1.8	1.8	6.3	9.0	17.1	10.8	6.3	0.9	10.0	36.0	100
Apr.	No.		1	3	5	9	8	15	9	1	21	50	122
	%		0.8	2.5	4.1	7.4	6.5	12.3	7.4	0.8	17.2	41.0	100
May	No.		2	1	4	7	9	19	5	1	36	35	119
	%		1.8	0.8	3.4	5.9	7.5	16.0	4.2	1.0	30.2	29.4	100
Jun.	No.				1	2	2	1	3		7	11	27
	%				3.7	7.4	7.4	3.7	11.1		25.9	40.8	100
Nov.	No.	2	2	4	8	32	66	21	1		2	6	144
	%	1.4	1.4	2.8	5.5	22.2	45.8	14.6	0.7		1.4	4.2	100
Dec.	No.				1	9	49	32	6			22	119
	%				0.8	7.6	41.2	26.9	5.0			18.5	100
Sub Total	No.	2	7	11	37	100	194	147	40	4	77	181	800
	%	0.3	0.9	1.4	4.6	12.5	24.3	18.4	5.0	0.5	9.6	22.5	100

（資料來源：中華顧問工程司，民國77年）

表 2-25 1994 年 9 月至 1996 年 2 月台中港海域實測流速分佈統計表

測站 流速	ST.1(%)	ST.2(%)	ST.4(%)
0～10 cm/s	35.8	13.5	43.7
10～20 cm/s	26.2	16.7	36.1
20～30 cm/s	17.5	15.3	15.5
30～40 cm/s	11.3	15.7	3.3
40～50 cm/s	5.9	15.1	1
50～60 cm/s	1.7	10.7	0.4
60～70 cm/s	1.3	7	0
70～80 cm/s	0.2	3	0
80～90 cm/s	0.1	1.7	0
90～100 cm/s	0	1	0
100～110 cm/s	0	0.2	0
110～120 cm/s	0	0.1	0
最大流速	85.9cm/s	116.3cm/s	57.8cm/s
平均流速	18.7cm/s	34.8cm/s	13.3cm/s

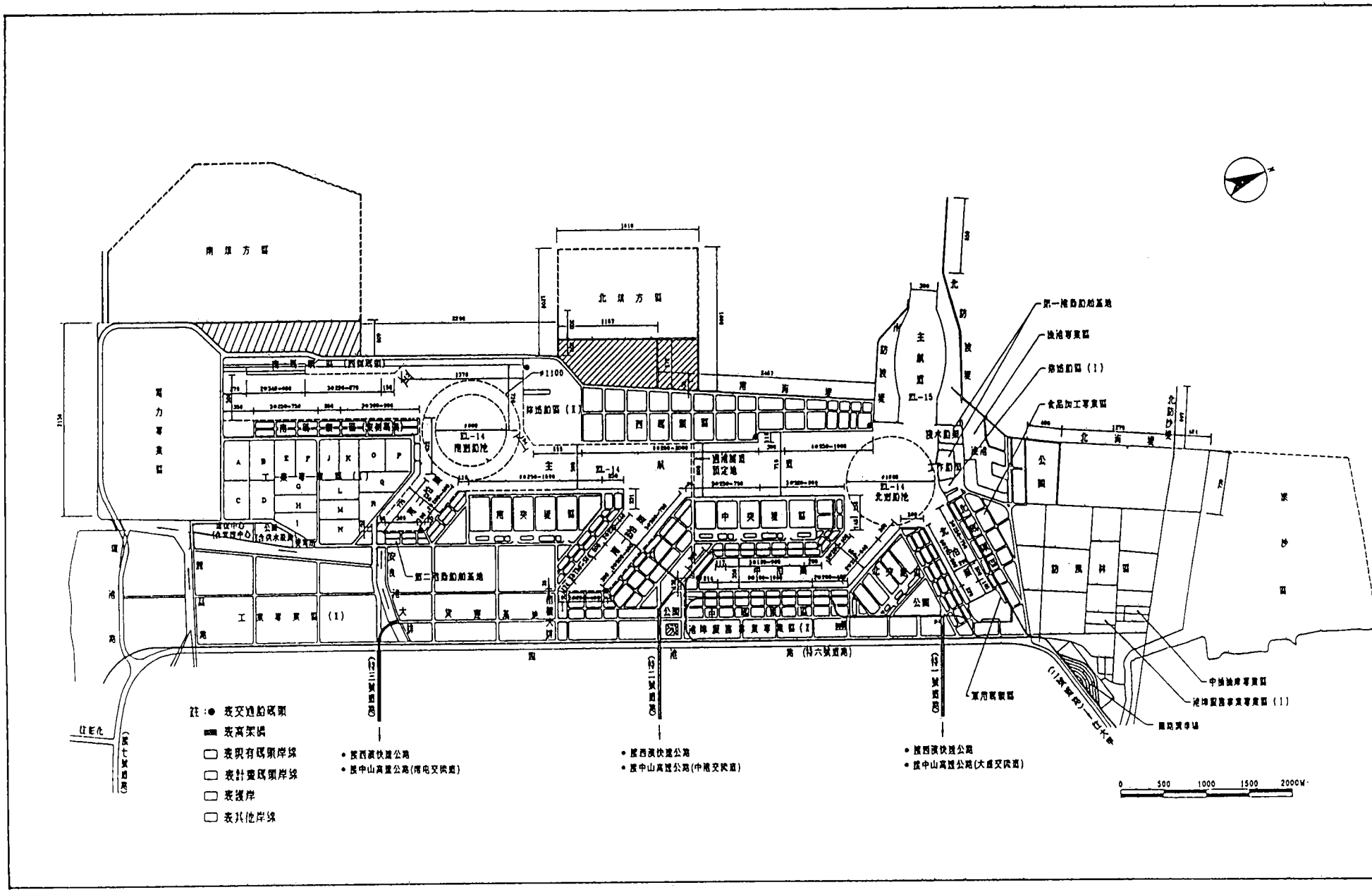


圖 2-1a 台中港港區現況平面配置圖

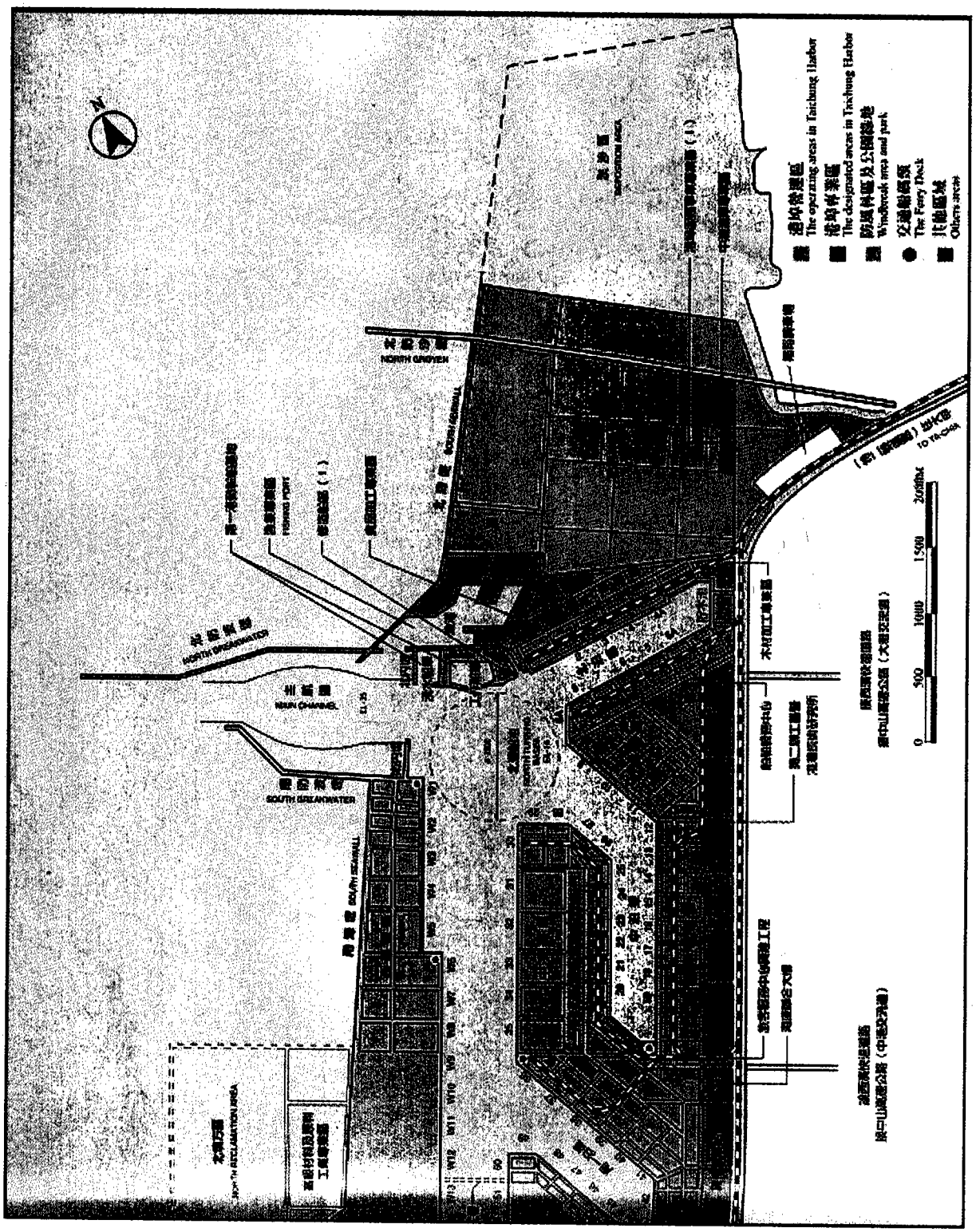
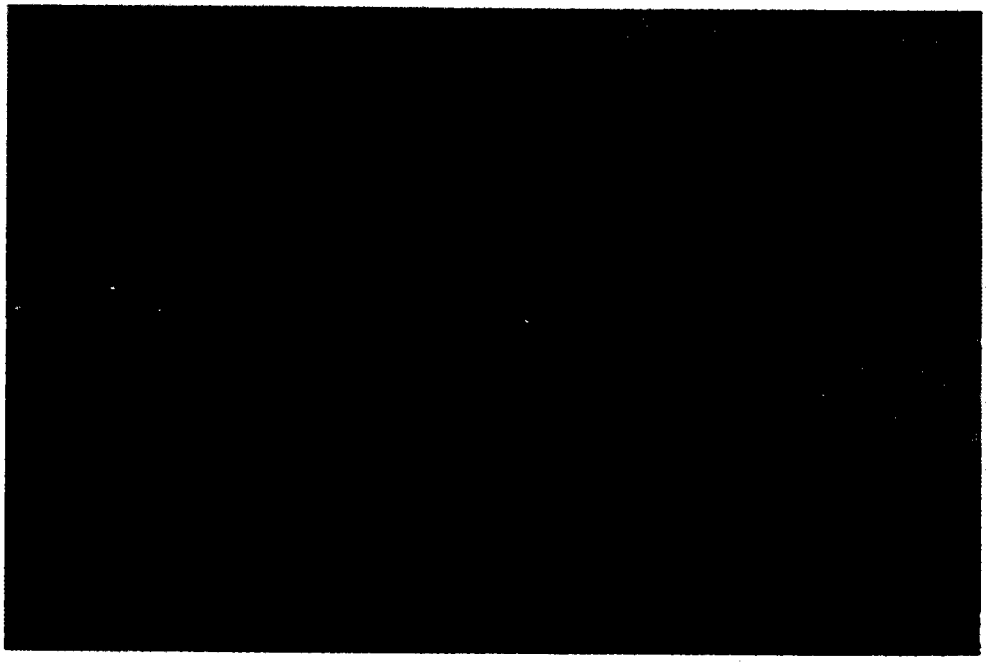
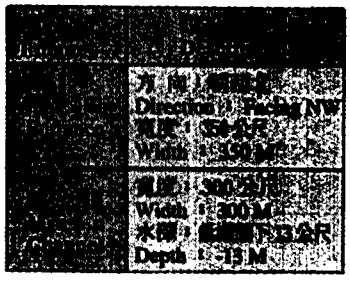


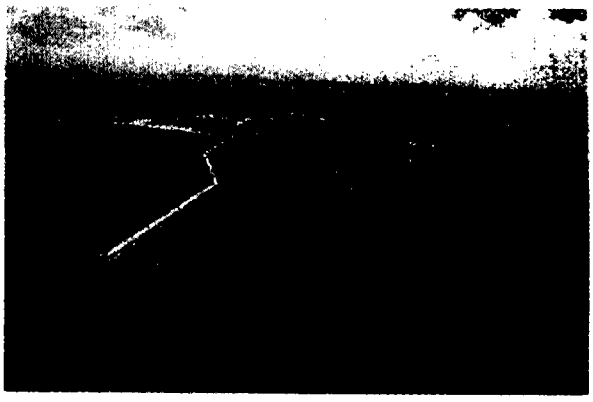
圖 2-1b 台中港港區現況平面配置圖

港口與航道

ENTRANCE & CHANNEL







港口與航道

ENTRANCE & MAIN CHANNEL

圖 2-1c 台中港港口及航道現況

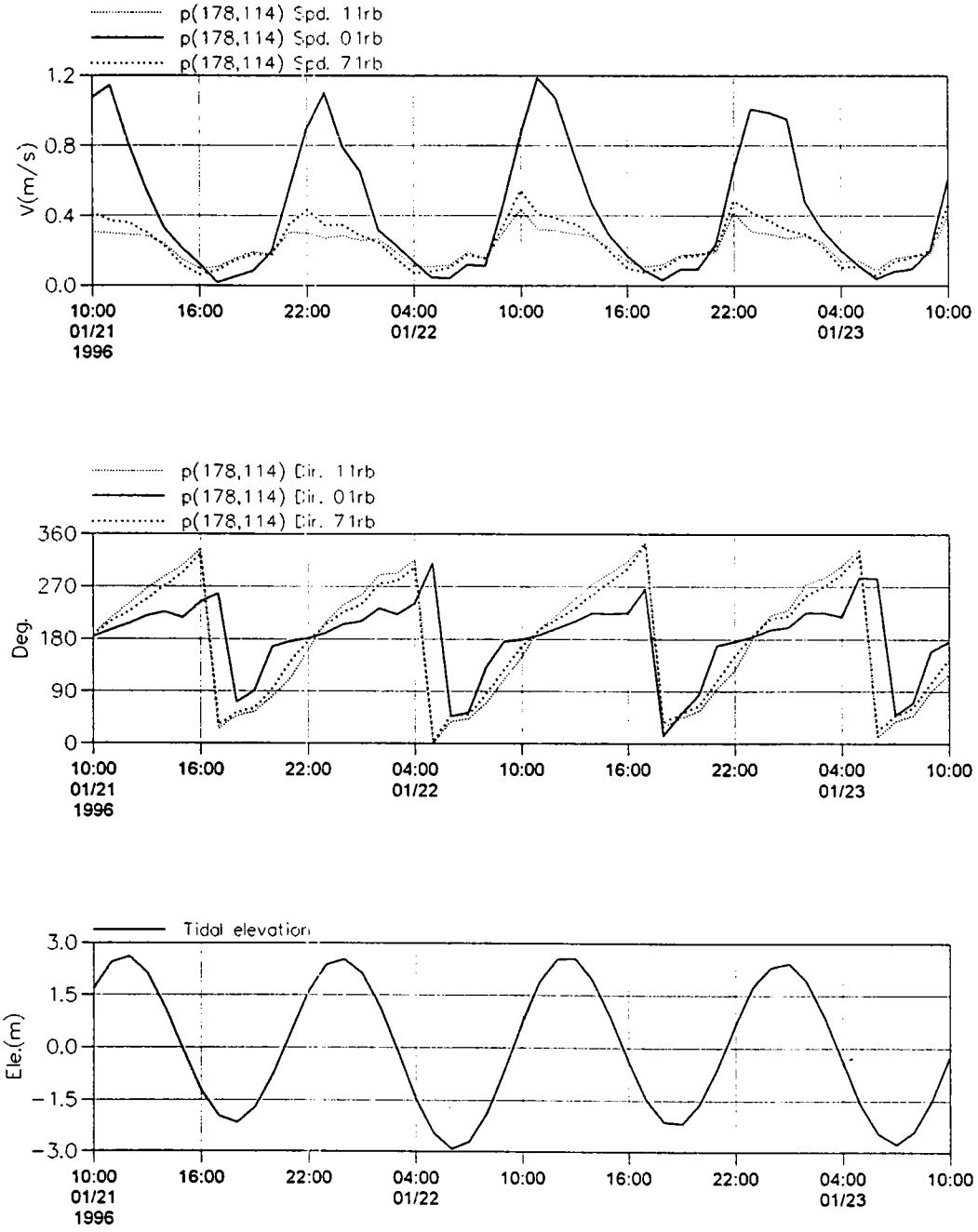
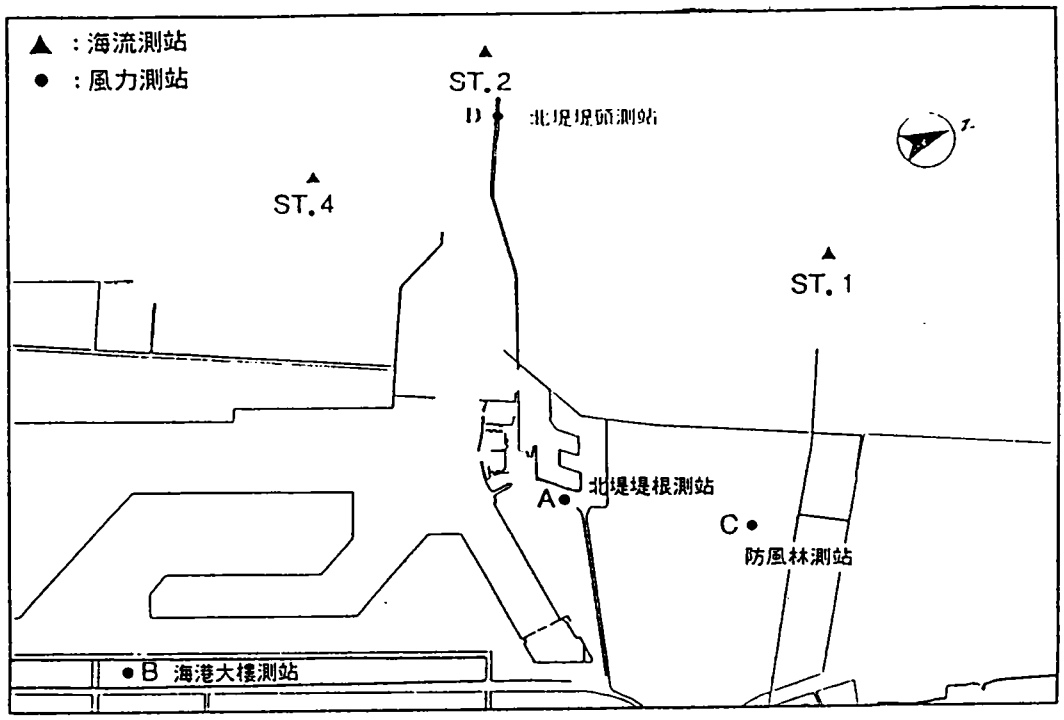


圖 4-5e 在領港登輪點 B 上，替選方案一、七與現況配置之流場比較



測站名稱	測站位置	測點高程	觀測期間
北堤堤根測站	北防波堤堤根	24M	1971.1~1980.12
防風林測站	防風林內消防隊觀測塔塔頂	27M	1981年迄今
梧棲測站	海港大樓樓頂	40M	1977年迄今
北堤堤頭測站	北防波堤堤頭	24M	1996.9迄今

圖 2-5 台中港區風力測站位置示置圖

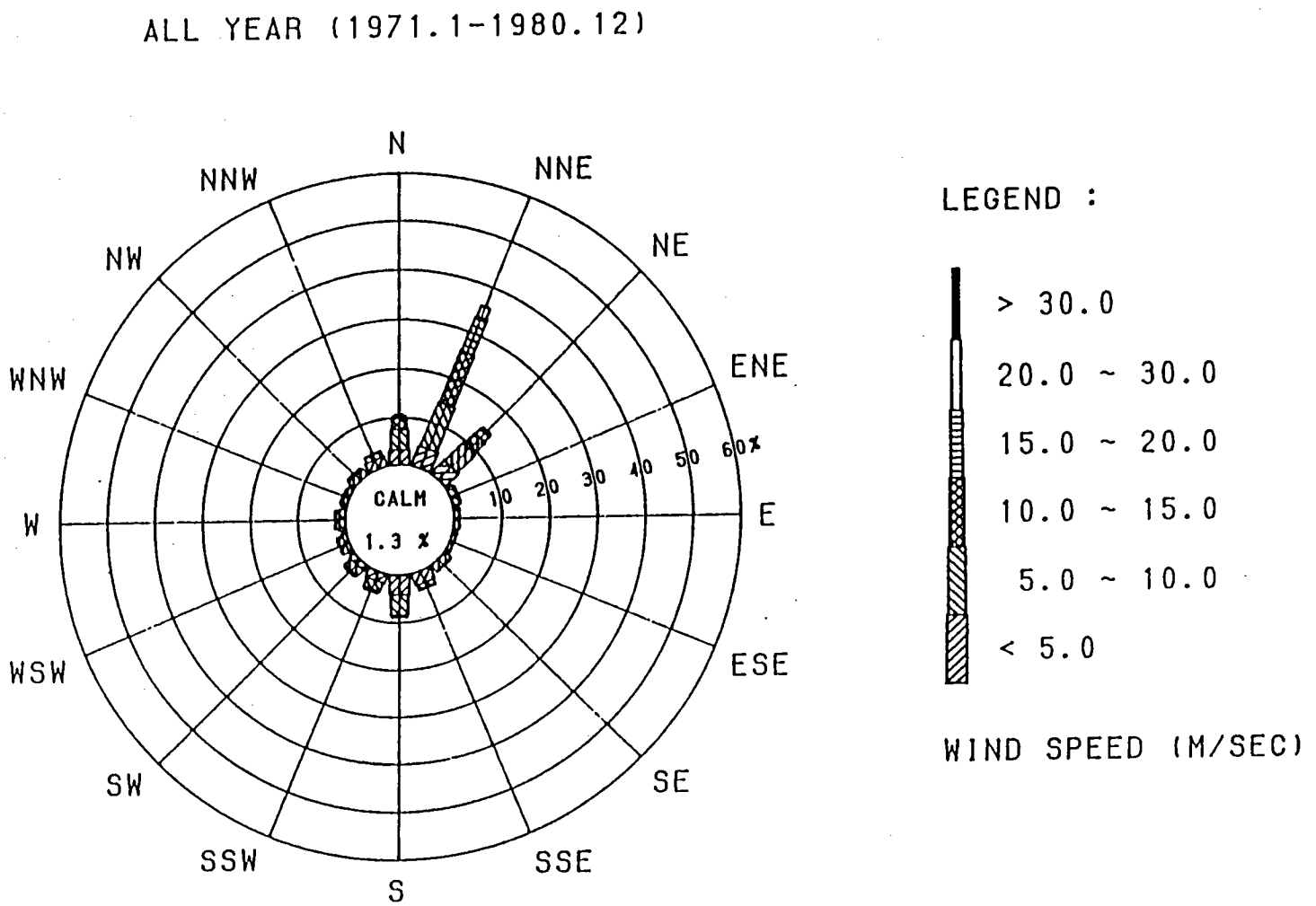


圖 2-6 台中港北堤測站全年風玫瑰圖

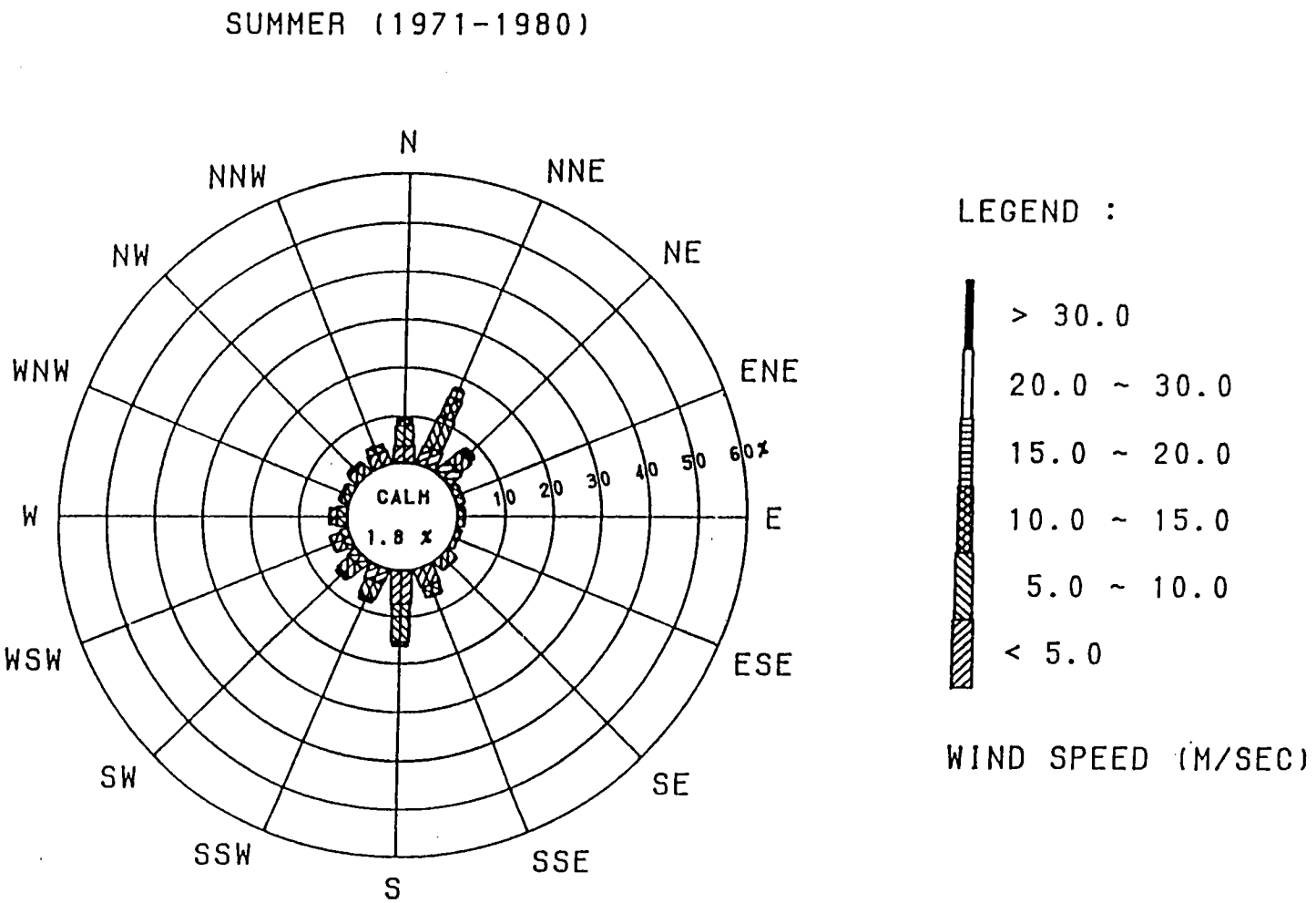


圖 2-7 台中港北堤測站夏季風玫瑰圖

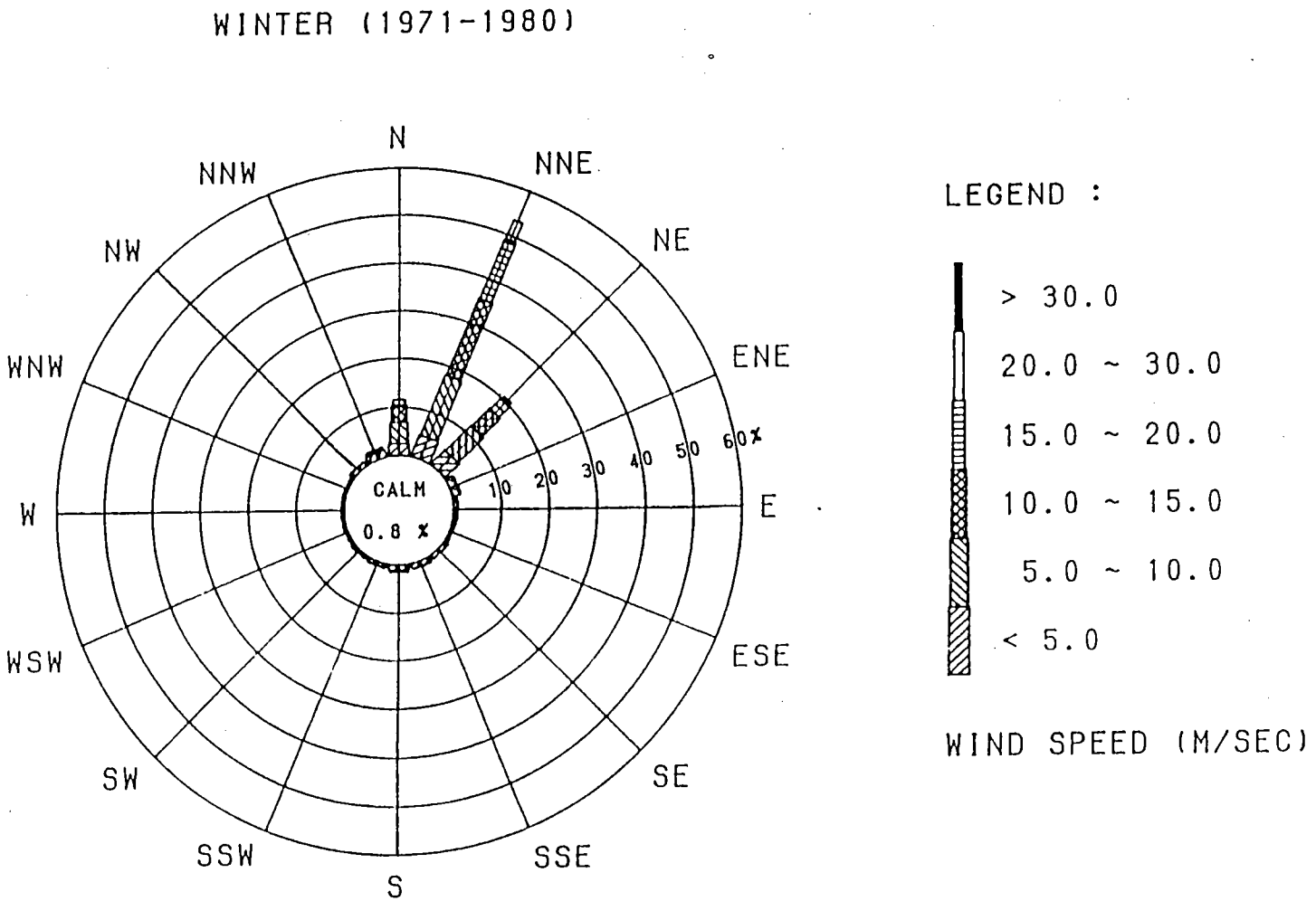


圖 2-8 台中港北堤測站冬季風玫瑰圖

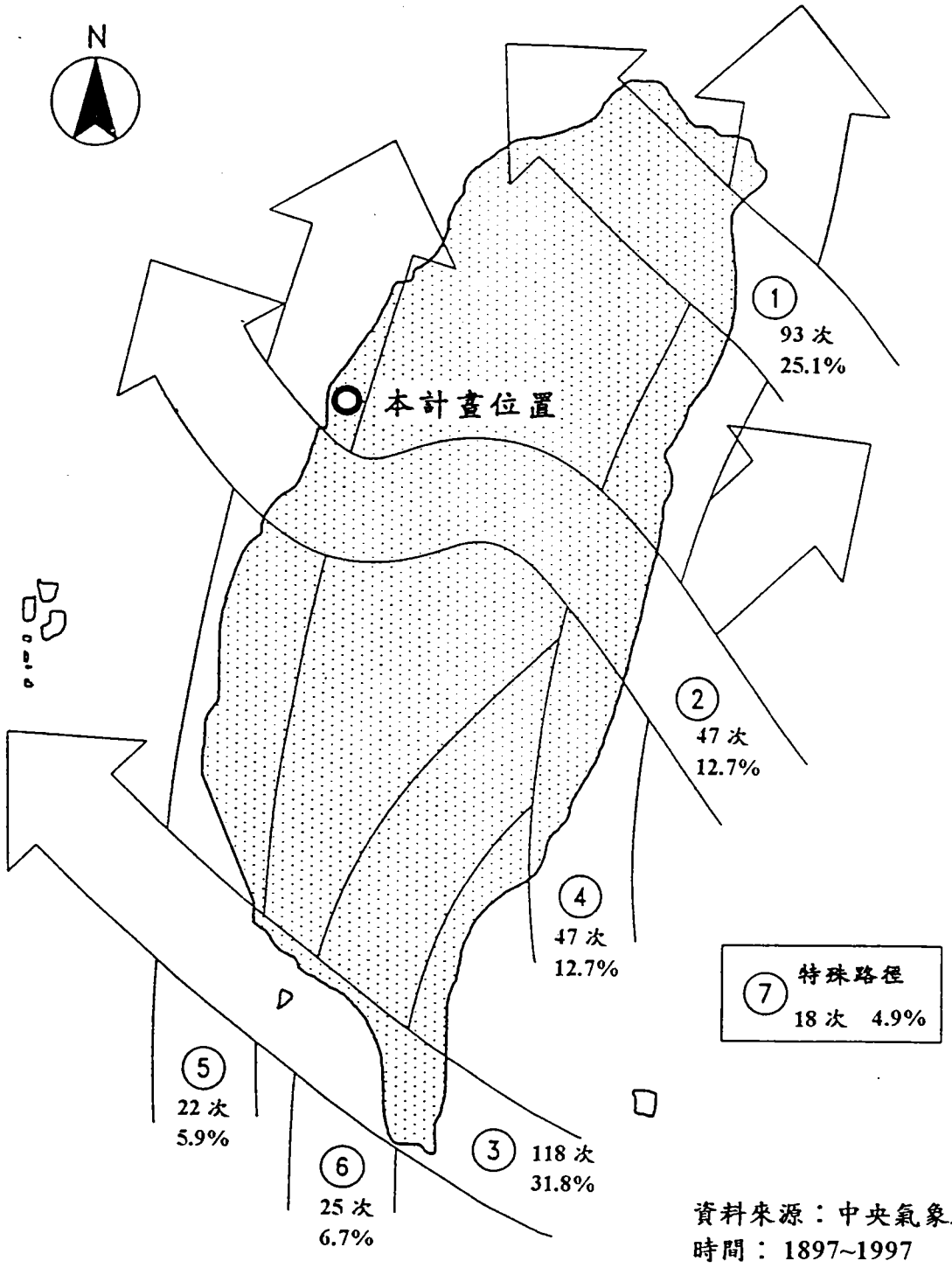


圖 2-9 侵台颱風路徑分類統計圖

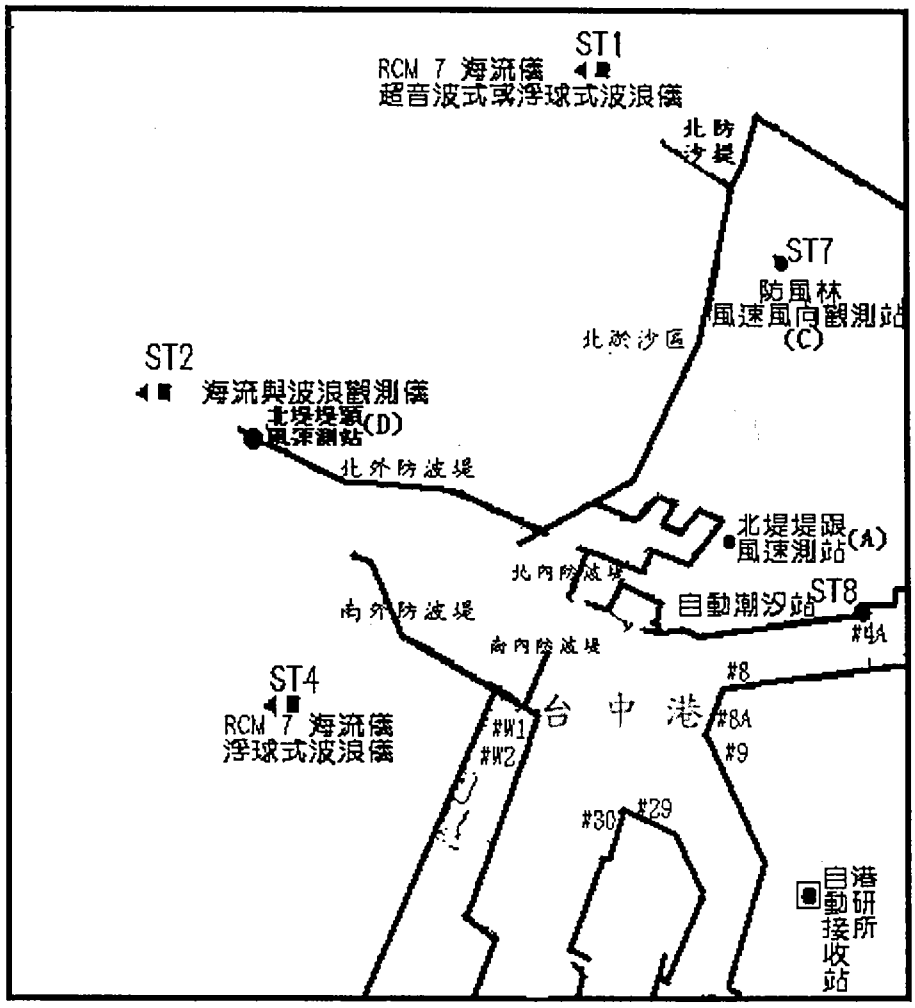


圖 2-10 台中港區海氣象測站佈置圖

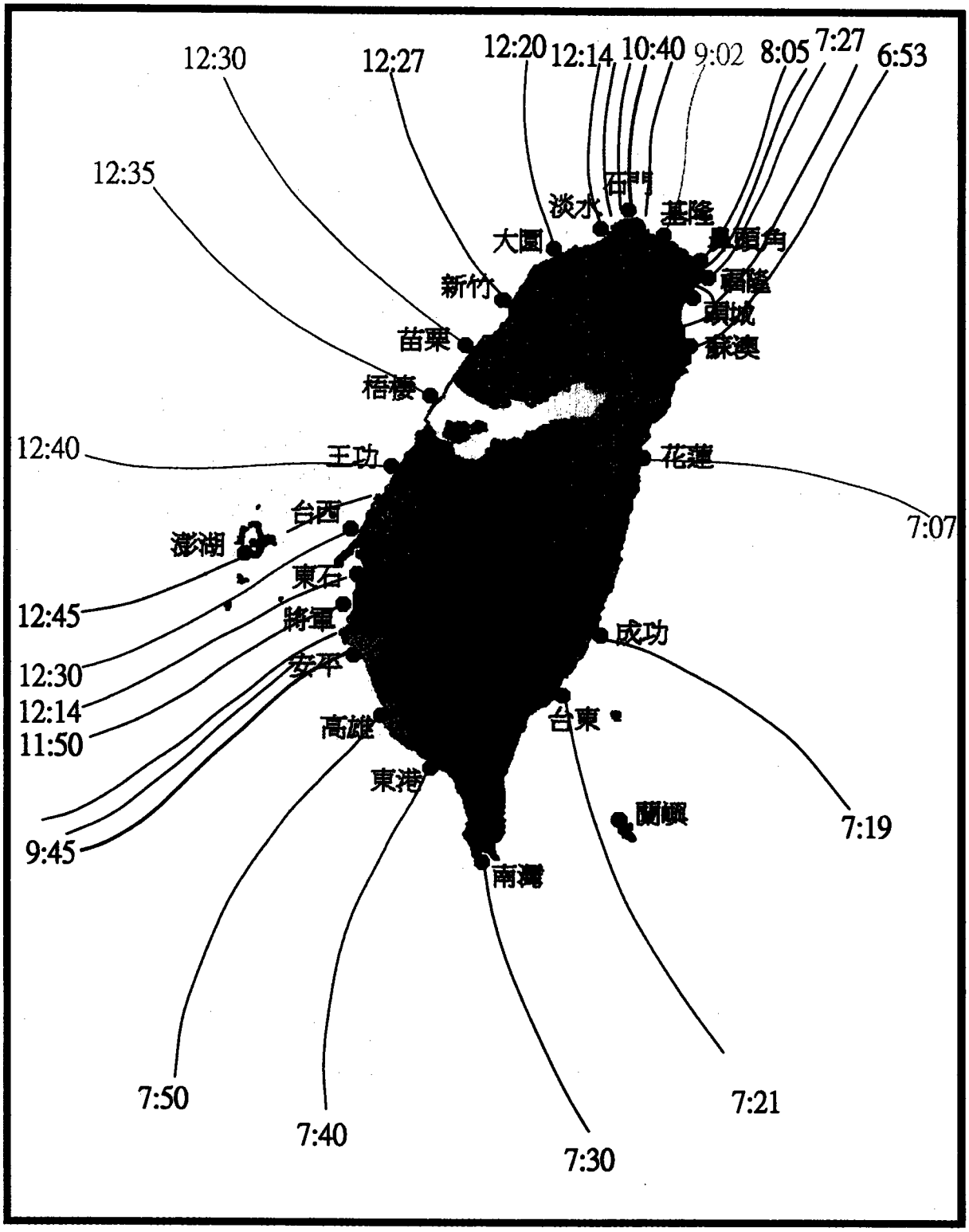
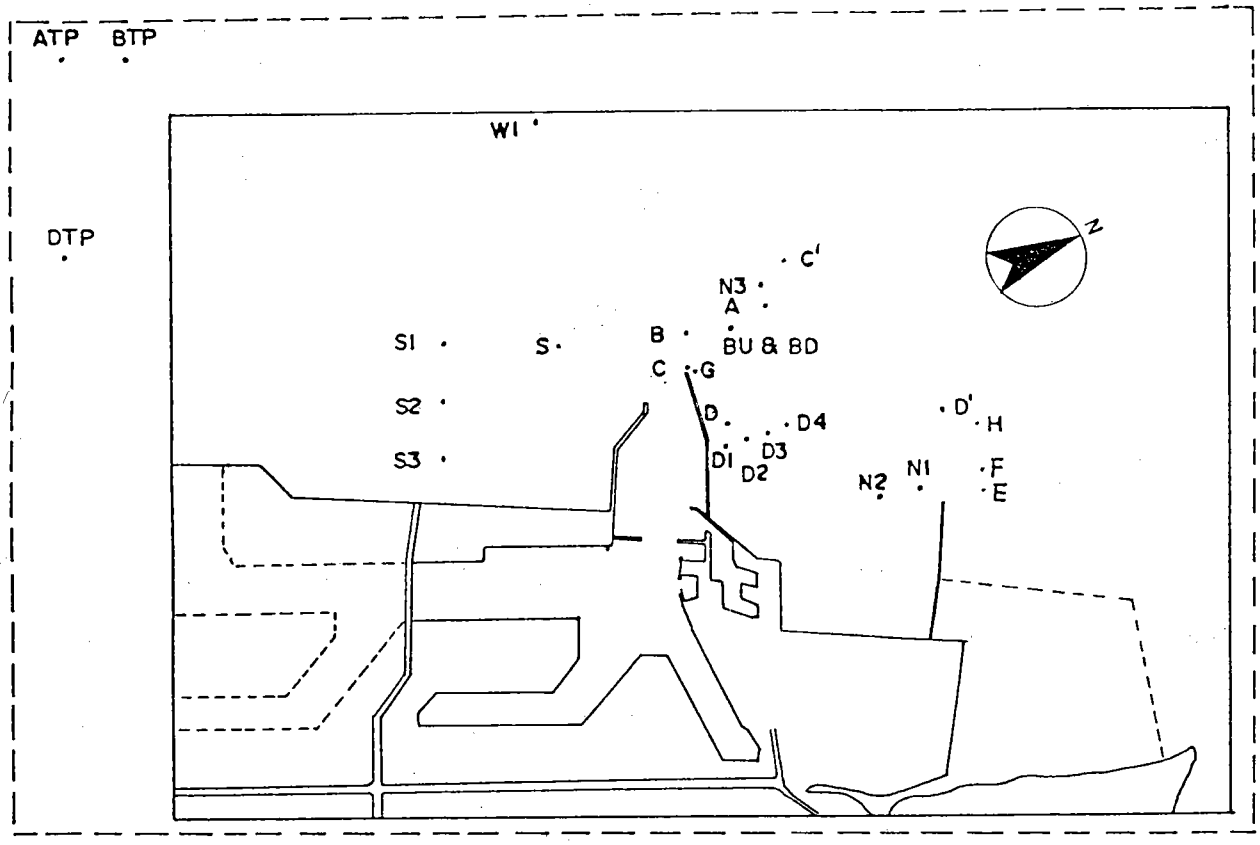


圖 2-11 台灣環島沿岸潮夕測站及 1997/06/23 預報第一次滿潮之潮時分布



計畫名稱	觀測單位	測站代號	測站水深	儀器水深	觀測時間
中油 LNG	港研所	B	27	7	70.11. 5.12-11.13.13 70.11.19.17-12. 9.11 71. 4.30.14- 5. 2.22
		C	29	7	71. 5. 3.18- 5.17. 6 70.11.19.17-12. 4. 8 71. 4.29.14- 5.13.10
計畫		D	9	3	70.11. 5.13-11.16.11
港研所	港研所	D2	8	3	72. 3.21.18- 4. 3. 8
		D3	7.5	3	72. 3.21.18- 4. 1.12
		N1	11	3	71. 5. 5.11- 5. 5.15
		N2	20	4	71. 5. 5.11- 5. 5.16
		N3	26	4	71. 5. 5.12- 5. 5.16
		S1	14	4	71. 5.10.12- 5.11.10
		S2	13	4	71. 5.10.14- 5.11.14
		S3	7.5	3	71. 5.10.15- 5.11.15
基本研究		W1	50	5	71. 8.20.10- 8.21.11
台中火力	台大	Atp	20	10	73. 8.26.14-10. 8.10
			20	15	73. 8.25.14- 9.18.10
		Btp	20	10	73. 8.26.14- 9.18.10
		Dtp	10	10	73. 9.18.15-10. 9.10
台中港口	港研所	BU	20	4	75. 1.16.15- 2.25.14 75. 3. 7.13- 4. 3.13 75. 4. 4.13- 4.23.11 75.12. 2.11- 1. 6. 2
		BD	20	18	75. 1.16.15- 2.25.14 75. 3. 7.13- 4. 3.13 75. 4. 4.13- 4.23.11
		C'	22	4	75. 3.11.11- 4. 2. 1 75. 1.29.14- 3. 6.16
		D'	18	4	75. 3. 8.10- 4. 3.12 75. 4. 8.12- 4.23.13
		E	4	2	74.12.27.13- 1.18.11
		F	8		75. 1. 3.12- 1. 5.23
		S	15	4	75. 4. 8.13- 4.23.12
		G	25	4	76. 3. 6.12- 3.24.11
擴建評估		H	17	4	76. 3. 5.12- 3.24. 9

圖 2-12 台中港往昔之海象調查點位置及期間

(資料來源：中華顧問工程司，民國 77 年)

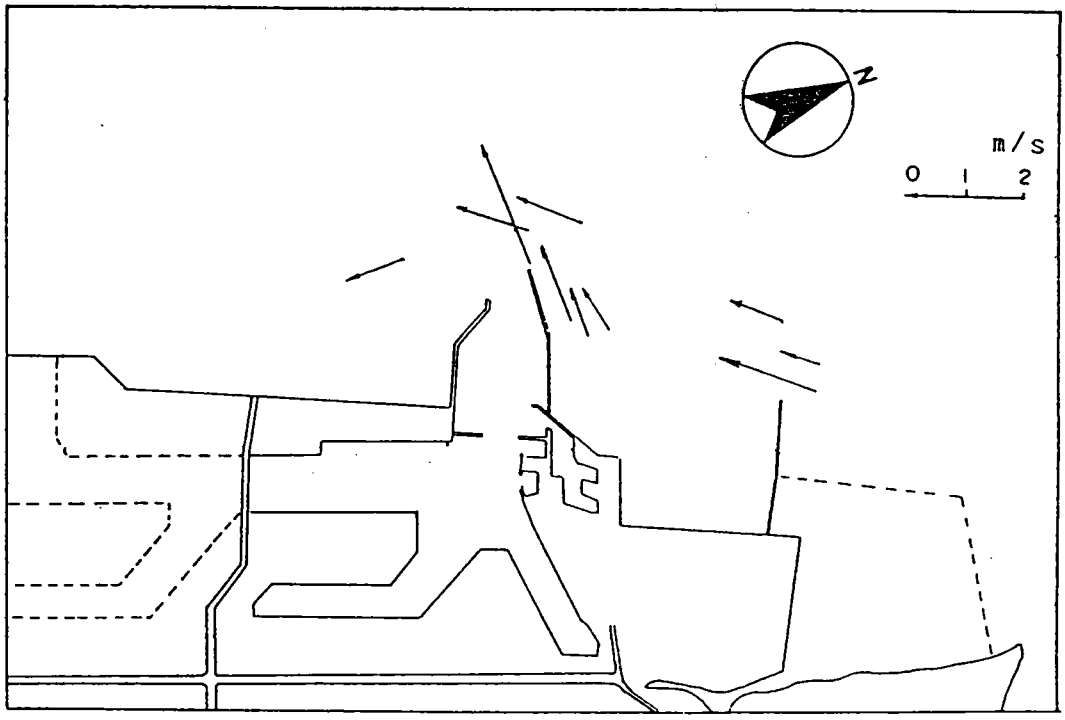


圖 2-13 台中港冬季主要實測流況分佈圖

(資料來源：宇泰工程顧問公司，民國 84 年)

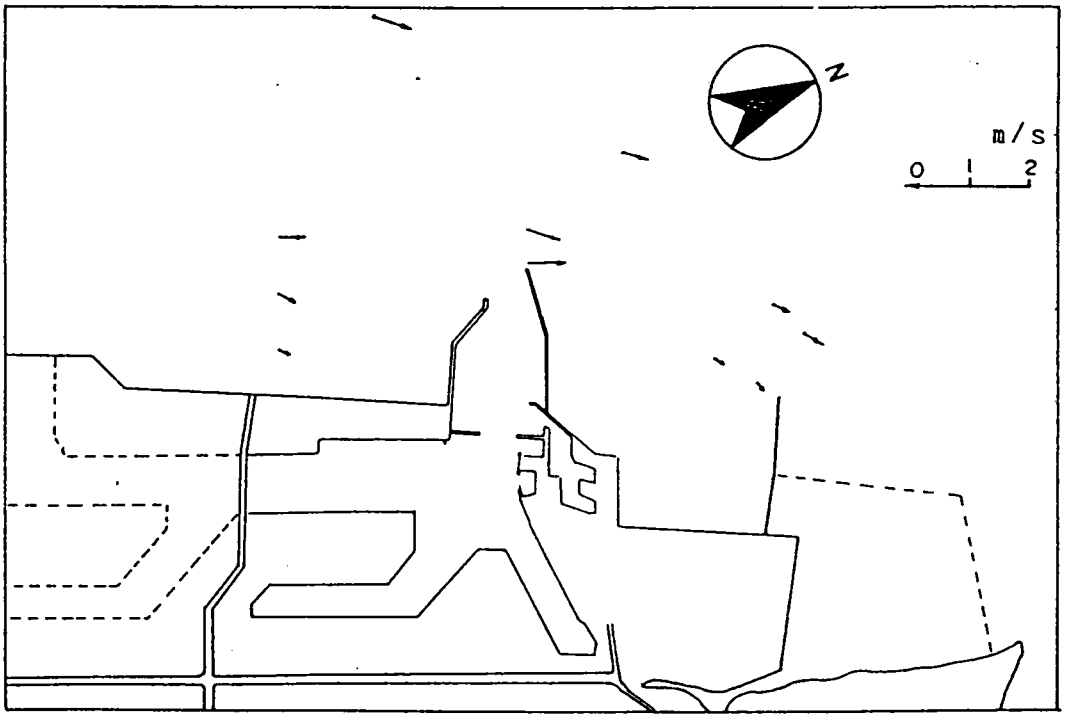


圖 2-14 台中港夏季主要實測流況分佈圖

(資料來源：宇泰工程顧問公司，民國 84 年)

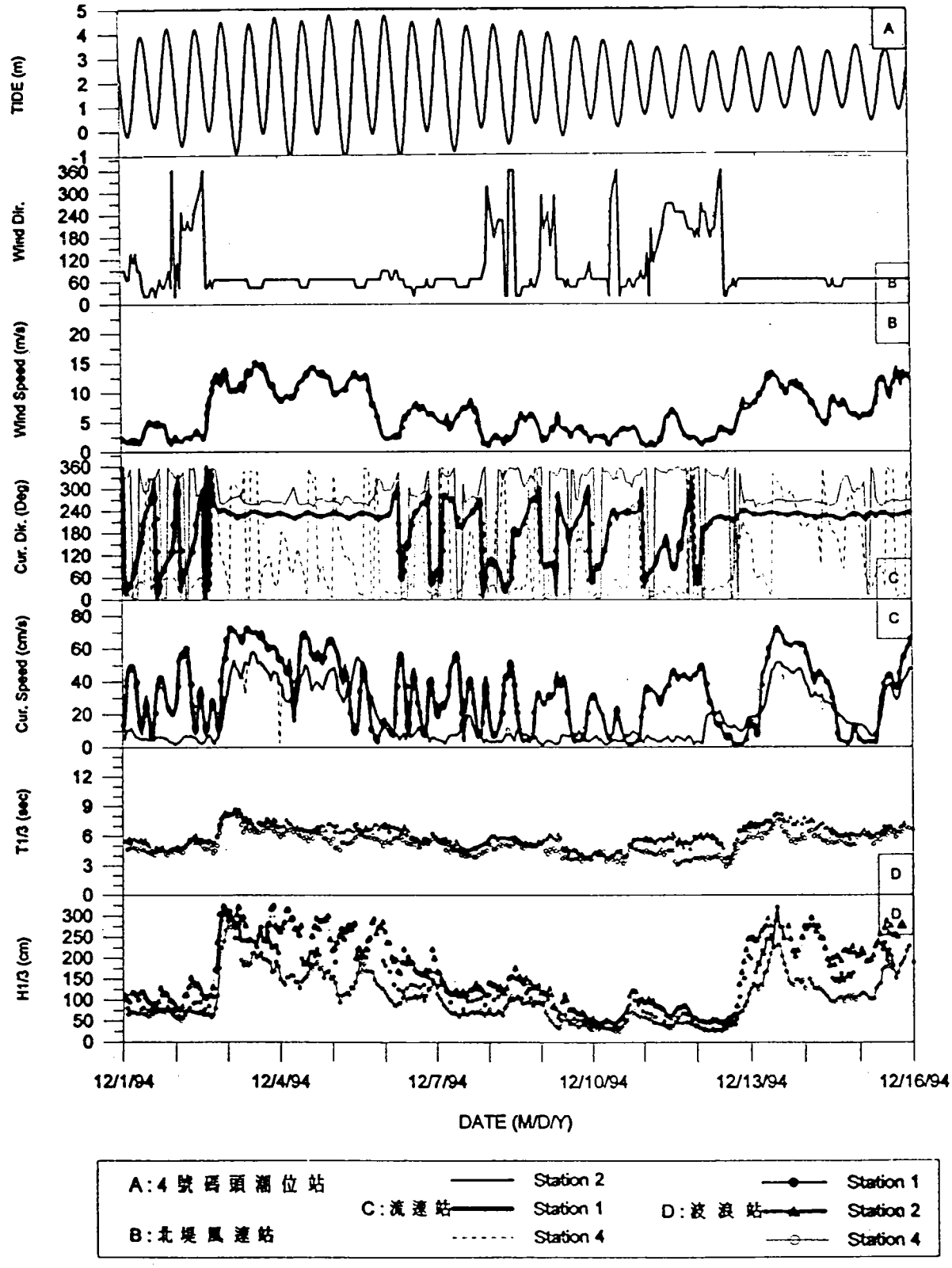


圖 2-15a 台中港實測海氣象資料歷時圖(1994.12.1~15)

(資料來源：港灣技術研究所，民國 84 年)

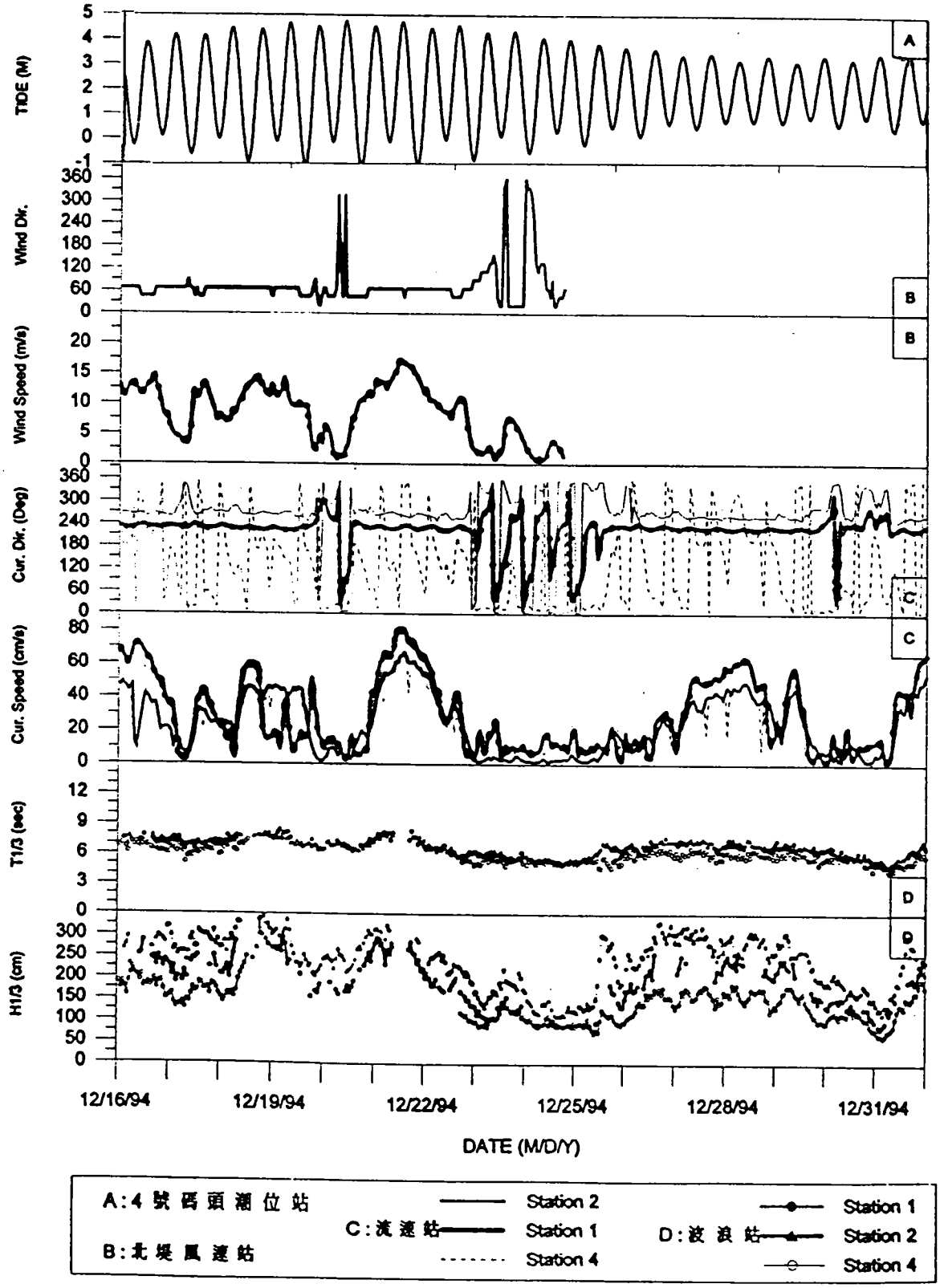


圖 2-15b 台中港實測海氣象資料歷時圖(1994.12.16~31)

(資料來源：港灣技術研究所，民國 84 年)

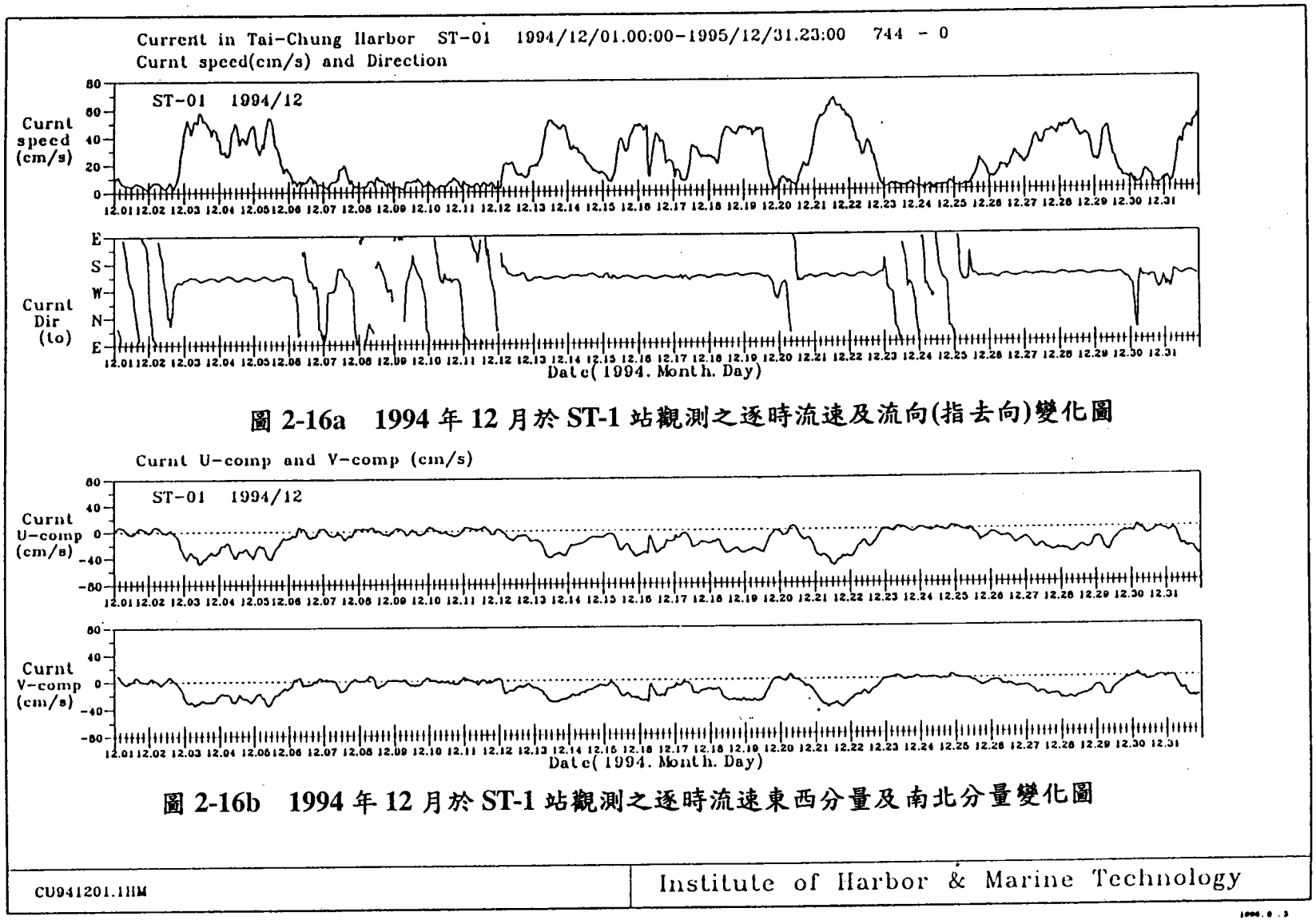


圖 2-16a 1994 年 12 月於 ST-1 站觀測之逐時流速及流向(指去向)變化圖

圖 2-16b 1994 年 12 月於 ST-1 站觀測之逐時流速東西分量及南北分量變化圖

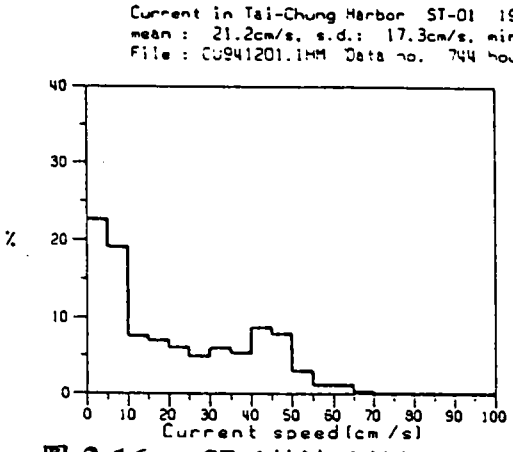


圖 2-16c ST-1站流速統計方塊圖

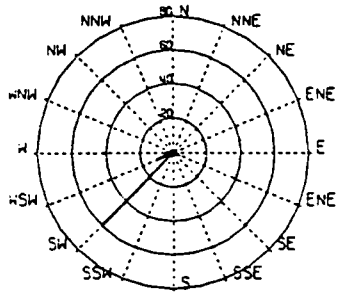


圖 2-16d ST-1站流向統計玫塊圖

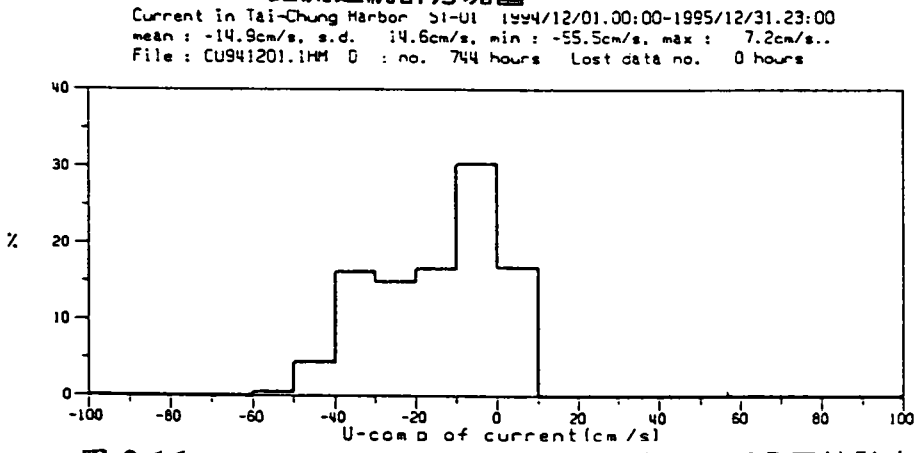


圖 2-16e 1994年12月於ST-1站觀測之流速東西分量統計方塊圖

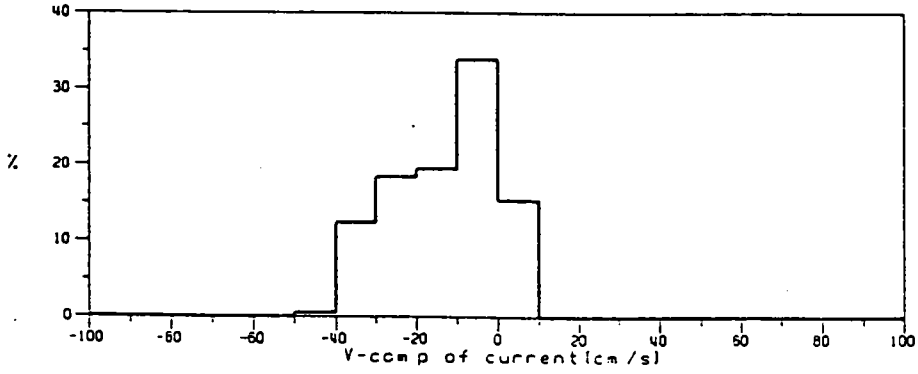


圖 2-16f 1994年12月於ST-1站觀測之流速南北分量統計方塊圖

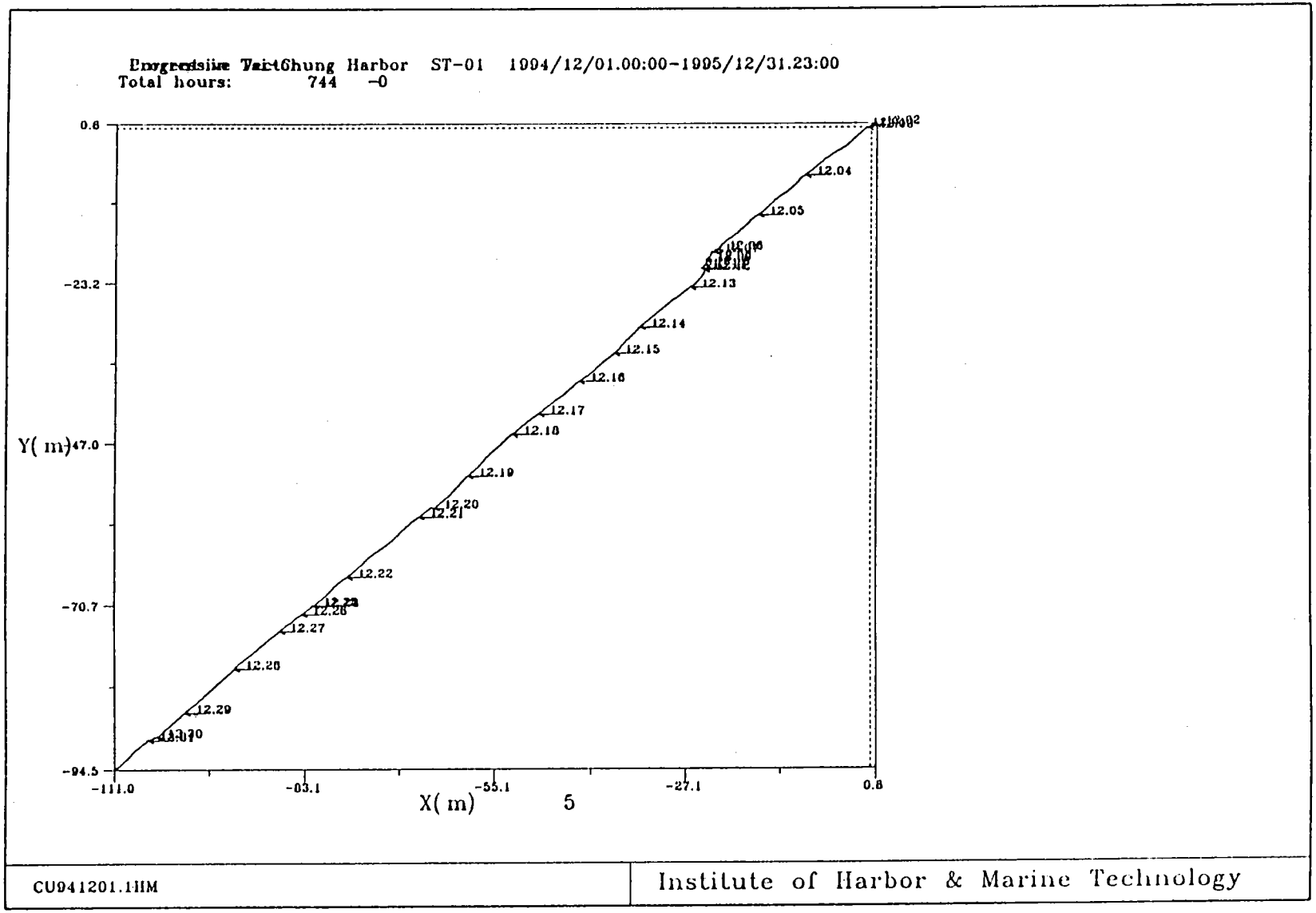


圖 2-16g　1994 年 12 月於 ST-1 站觀測之海流向量進行圖

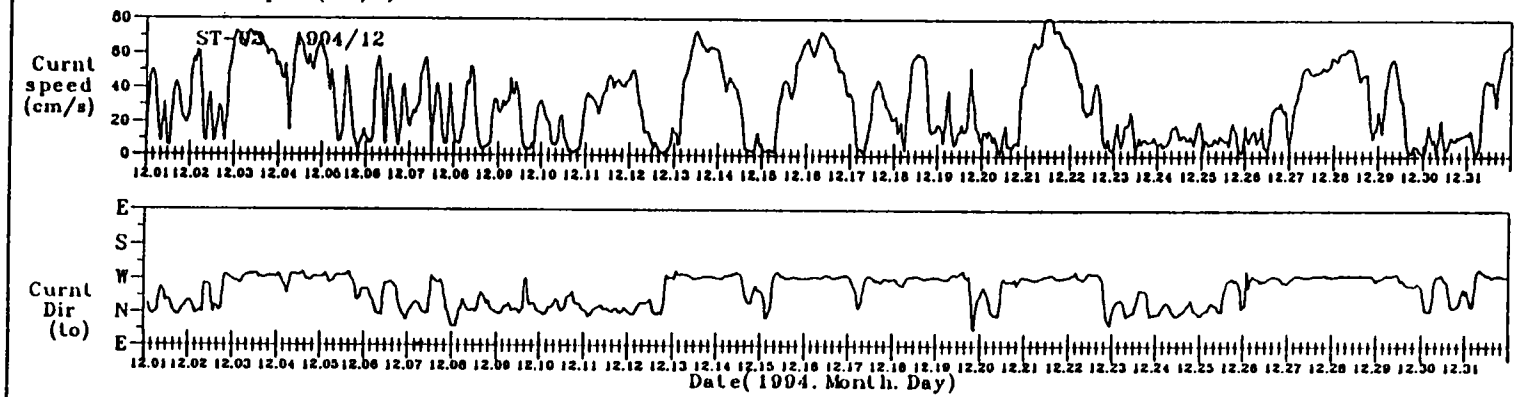


圖 2-17a 1994 年 12 月於 ST-2 站觀測之逐時流速及流向(指去向)變化圖

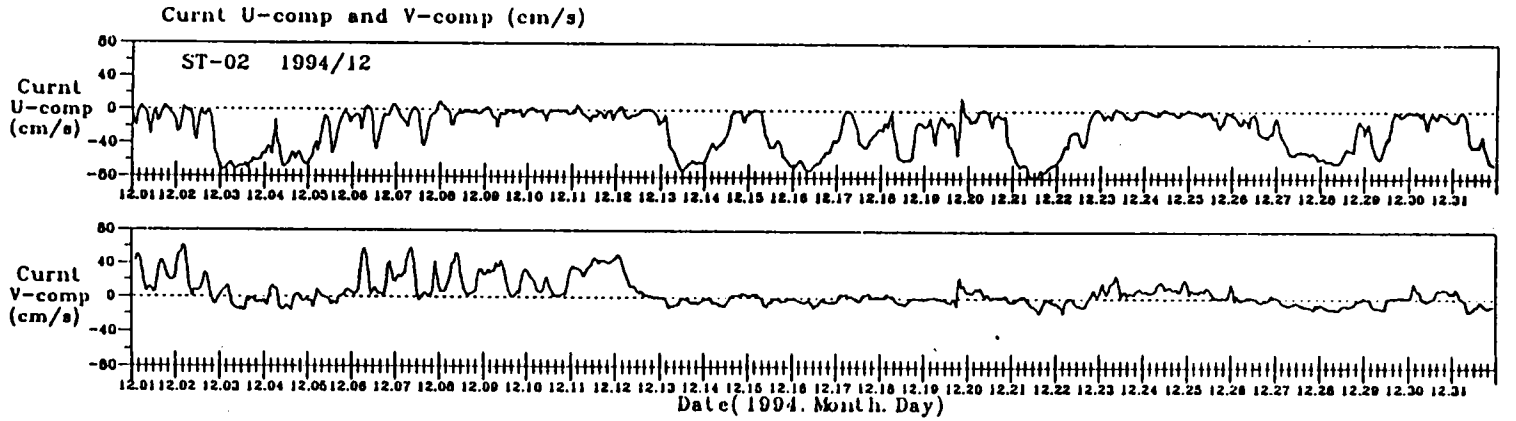


圖 2-17b 1994 年 12 月於 ST-2 站觀測之逐時流速東西分量及南北分量變化圖

CU941202.1HM	Institute of Harbor & Marine Technology

PLCUZH.FOR

Histogram of Current (cm/s) in Haw-Lien

Current in Tai-Chung Harbor ST-02 1994/12/01.00:00-1994/12/31.23:00
mean : 30.9cm/s, s.d.: 21.6cm/s, min : 1.3cm/s, max : 81.0cm/s.
File : CU941202.1HM Data no. 744 hours Lost data no. 0 hours

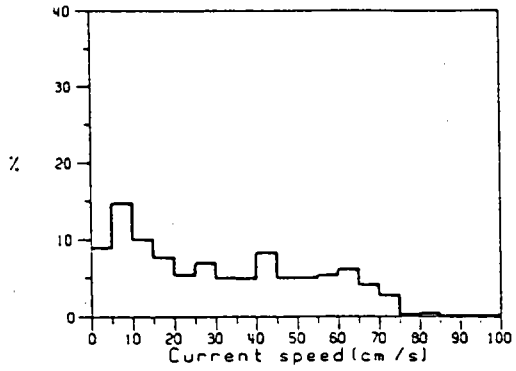


圖 2-17c ST-2站流速統計方塊圖

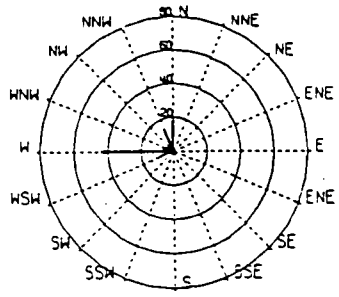


圖 2-17d ST-2站流向統計玫塊圖

Current in Tai-Chung Harbor ST-02 1994/12/01.00:00-1994/12/31.23:00
mean : -24.0cm/s, s.d.: 24.2cm/s, min : -80.4cm/s, max : 16.6cm/s.
File : CU941202.1HM Data no. 744 hours Lost data no. 0 hours

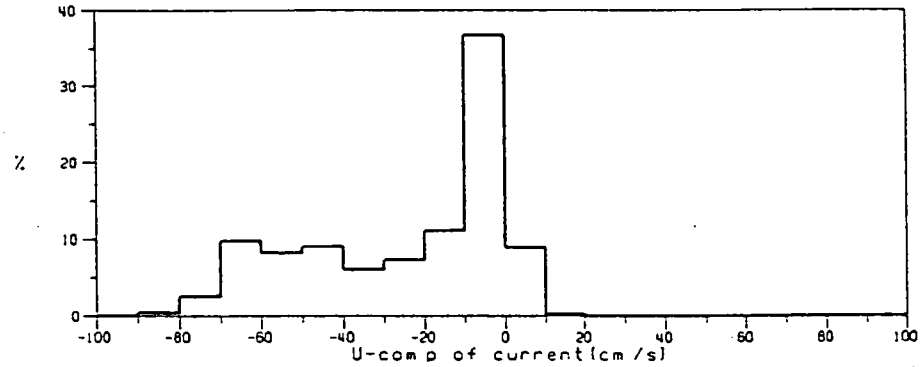


圖 2-17e 1994年12月於ST-2站觀測之流速東西分量統計方塊圖

Current in Tai-Chung Harbor ST-02 1994/12/01.00:00-1994/12/31.23:00
mean : 5.6cm/s, s.d.: 15.2cm/s, min : -17.1cm/s, max : 61.2cm/s.
File : CU941202.1HM Data no. 744 hours Lost data no. 0 hours

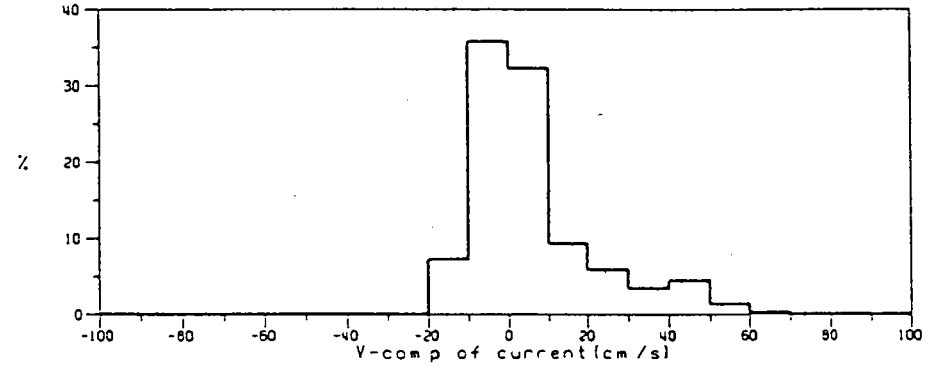


圖 2-17f 1994年12月於ST-2站觀測之流速南北分量統計方塊圖

CU941202.CSQ | Institute of Harbor & Marine Technology

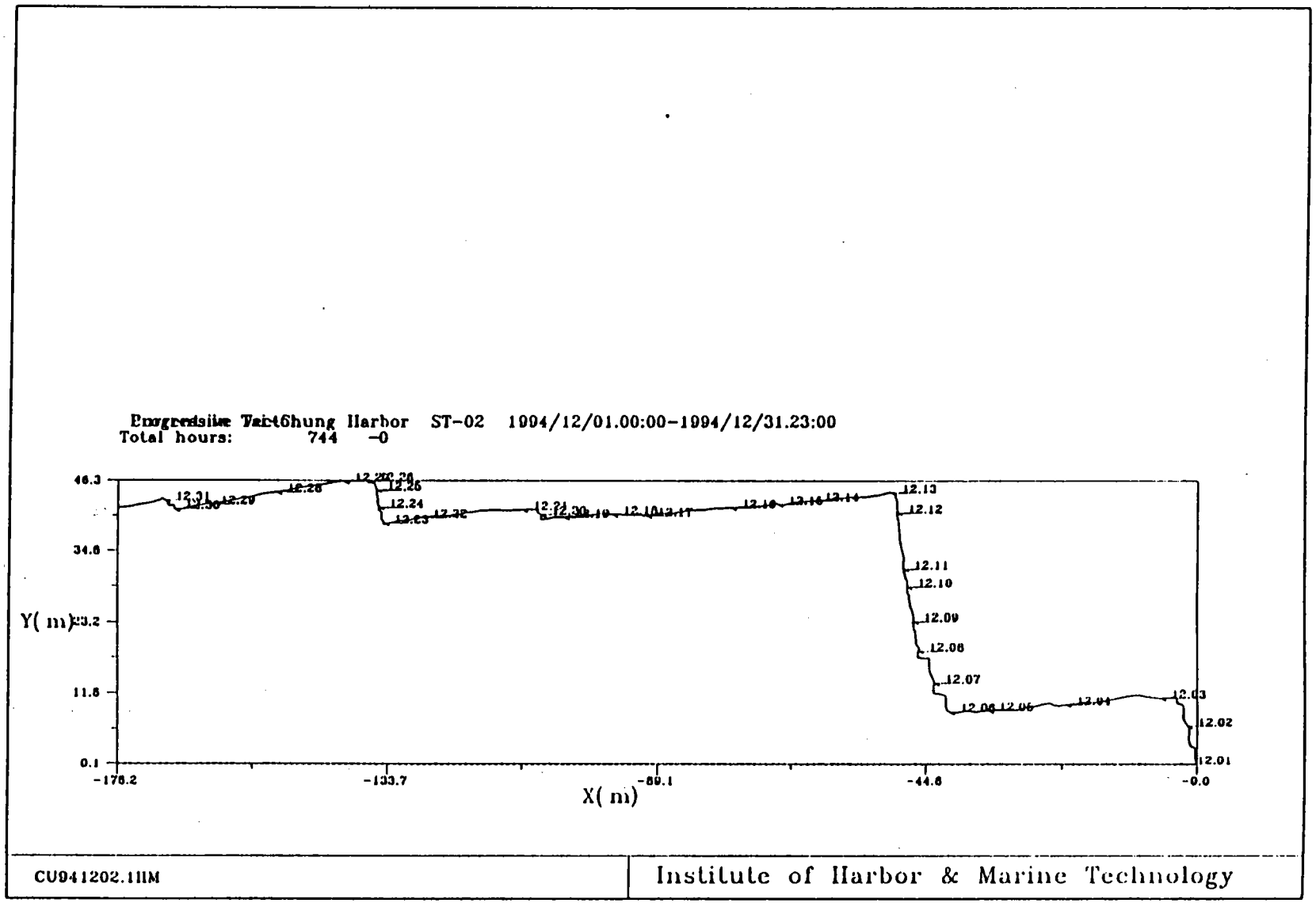


圖 2-17g　1994 年 12 月於 ST-2 站觀測之海流向量進行圖

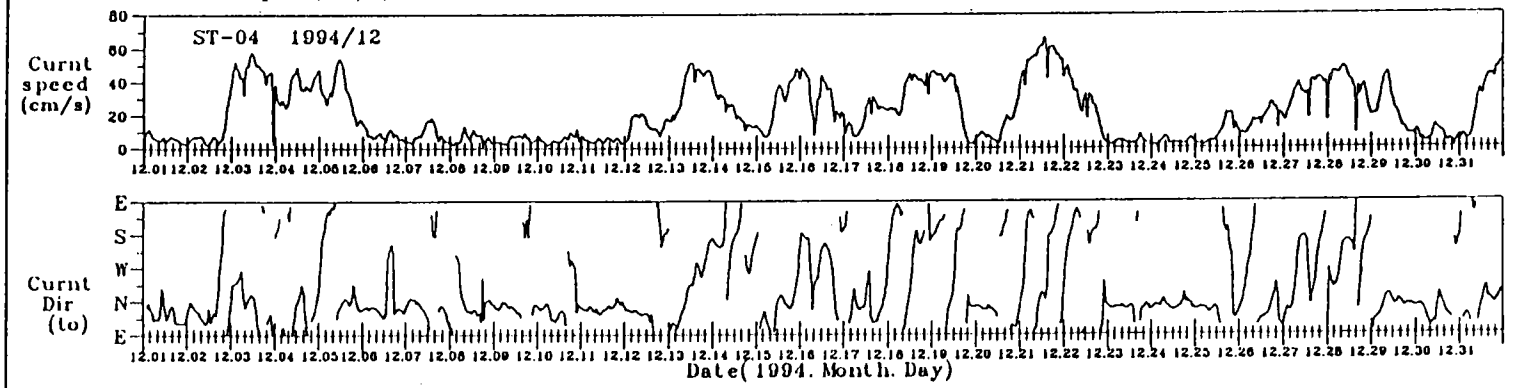


圖 2-18a 1994 年 12 月於 ST-4 站觀測之逐時流速及流向(指去向)變化圖

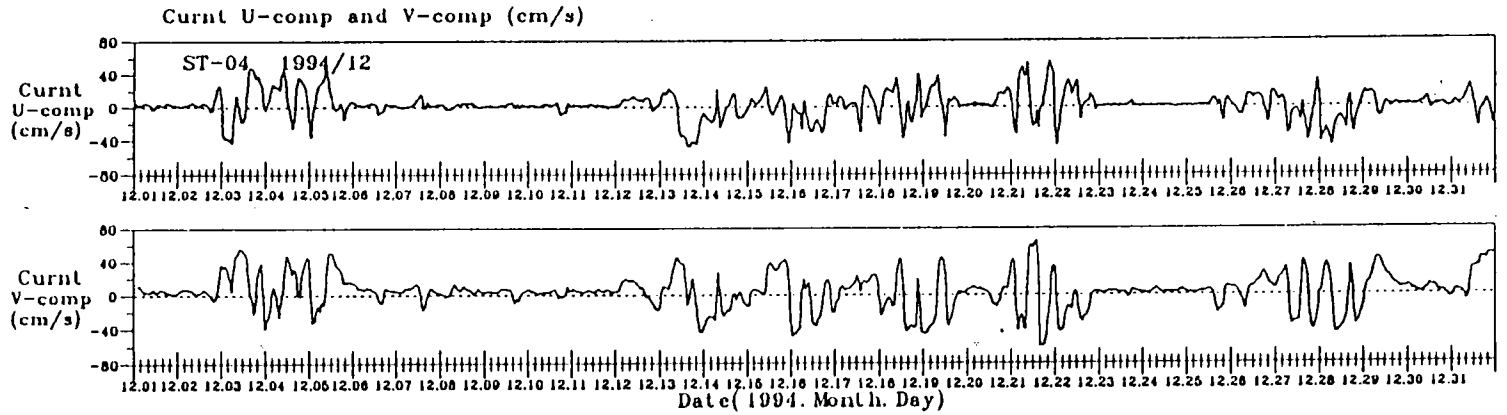


圖 2-18b 1994 年 12 月於 ST-4 站觀測之逐時流速東西分量及南北分量變化圖

CU941204.IHM

Institute of Harbor & Marine Technology

PLCU2H.FOR

Current in Tai-Chung Harbor ST-04 1994/12/01.00:00-1994/12/31.23:00
mean : 20.6cm/s, s.d.: 16.7cm/s, min : .3cm/s, max : 66.5cm/s.
File : CU941204.1HM Data no. 744 hours Lost data no. 0 hours

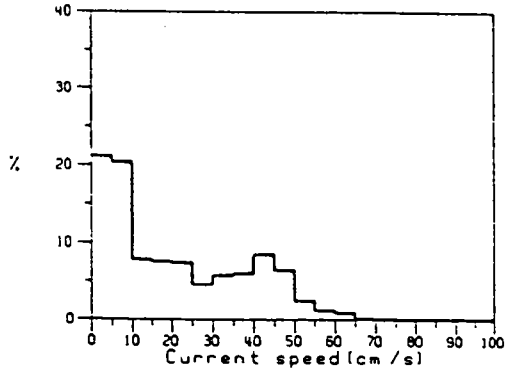


圖 2-18c ST-4站流速統計方塊圖

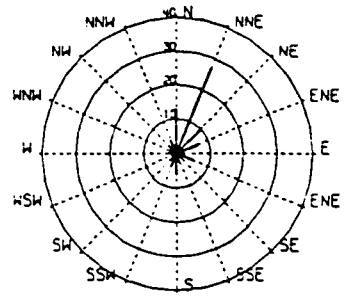


圖 2-18d ST-4站流向統計玫塊圖

Current in Tai-Chung Harbor ST-04 1994/12/01.00:00-1994/12/31.23:00
mean : 1.9cm/s, s.d.: 15.8cm/s, min : -48.0cm/s, max : 55.5cm/s.
File : CU941204.1HM Data no. 744 hours Lost data no. 0 hours

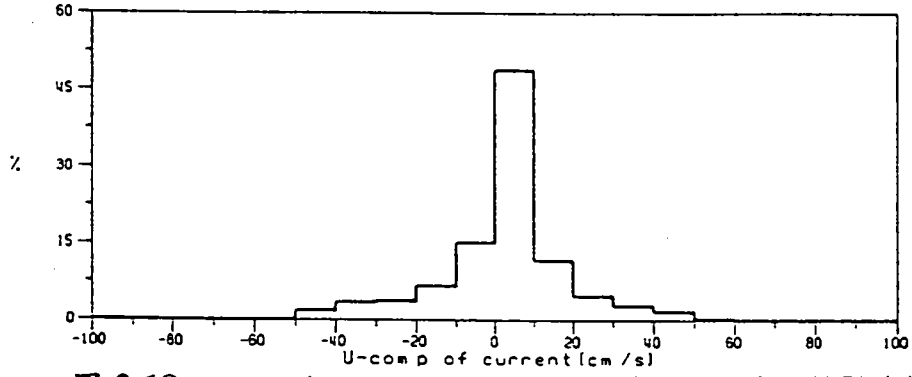


圖 2-18e 1994年12月於ST-4站觀測之流速東西分量統計方塊圖

Current in Tai-Chung Harbor ST-04 1994/12/01.00:00-1994/12/31.23:00
mean : 3.6cm/s, s.d.: 20.9cm/s, min : -60.9cm/s, max : 64.3cm/s.
File : CU941204.1HM Data no. 744 hours Lost data no. 0 hours

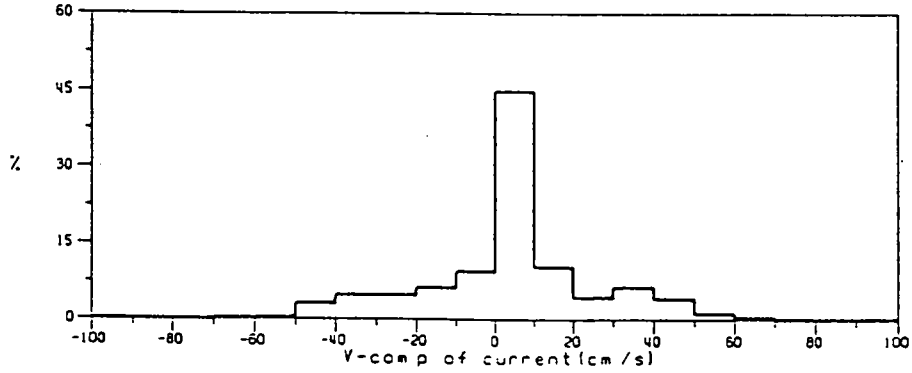


圖 2-18f 1994年12月於ST-4站觀測之流速南北分量統計方塊圖

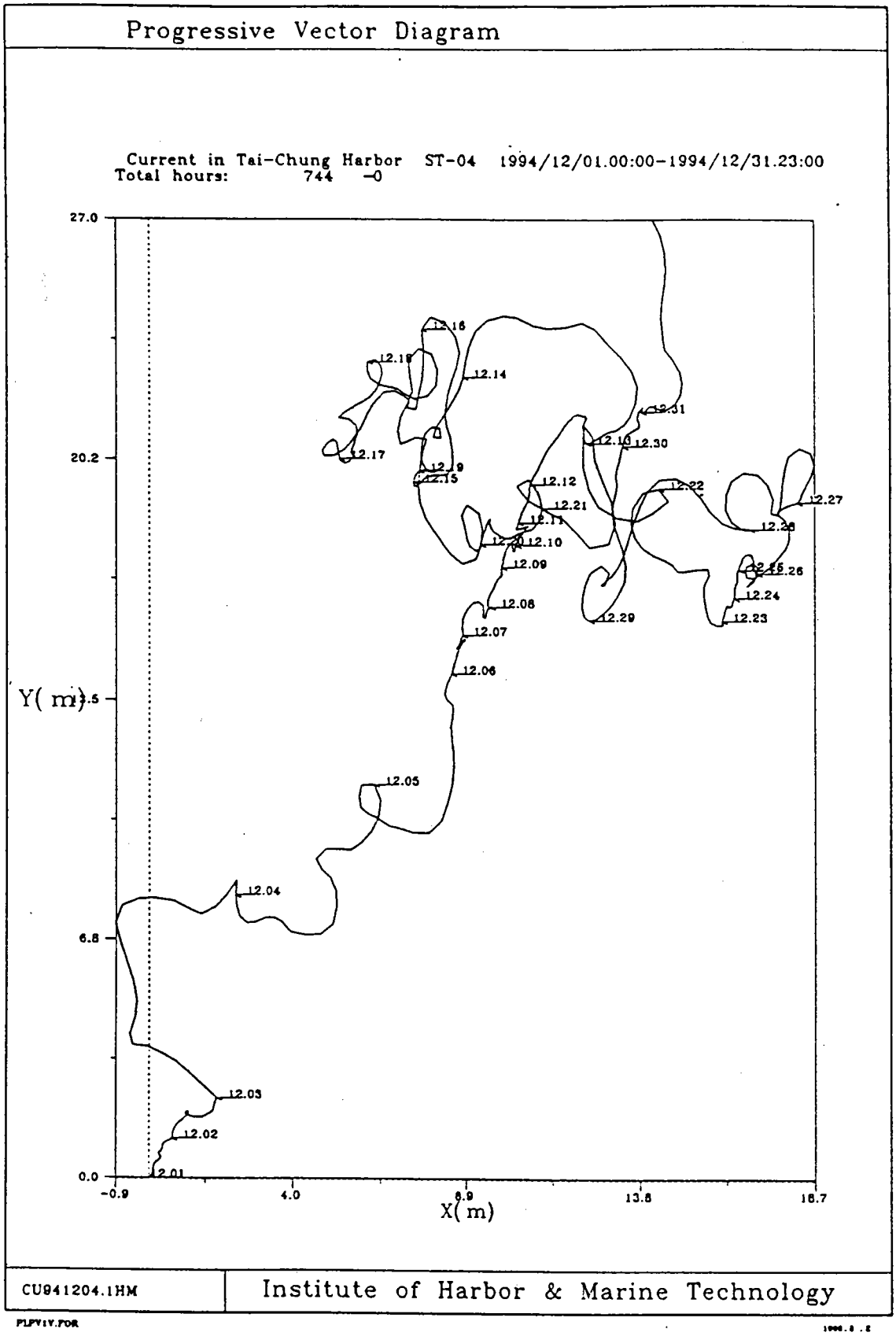


圖 2-18g　1994 年 12 月於 ST-4 站觀測之海流向量進行圖

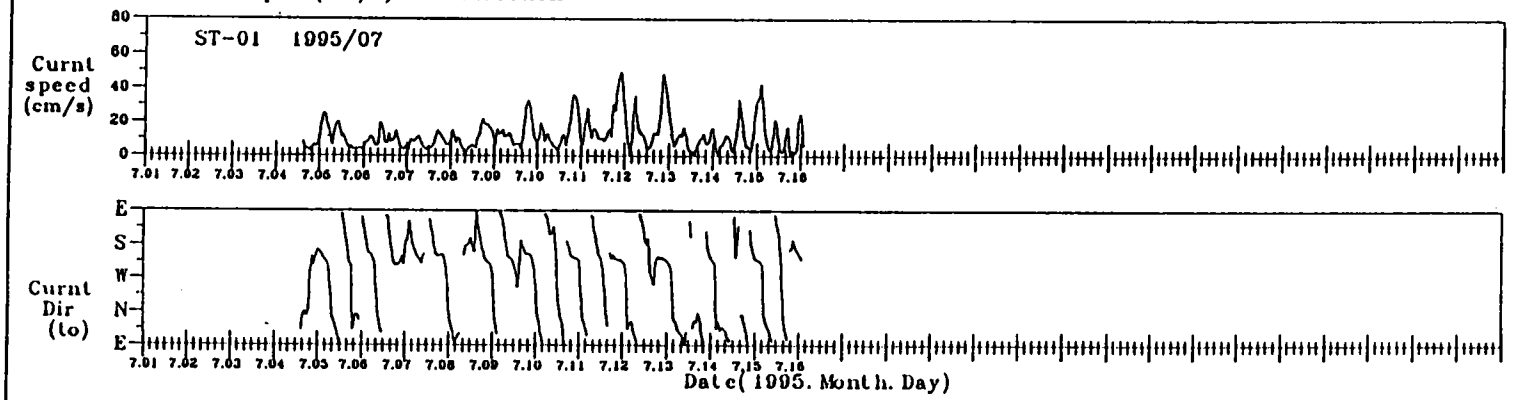


圖 2-19a 1995 年 7 月於 ST-1 站觀測之逐時流速及流向(指去向)變化圖

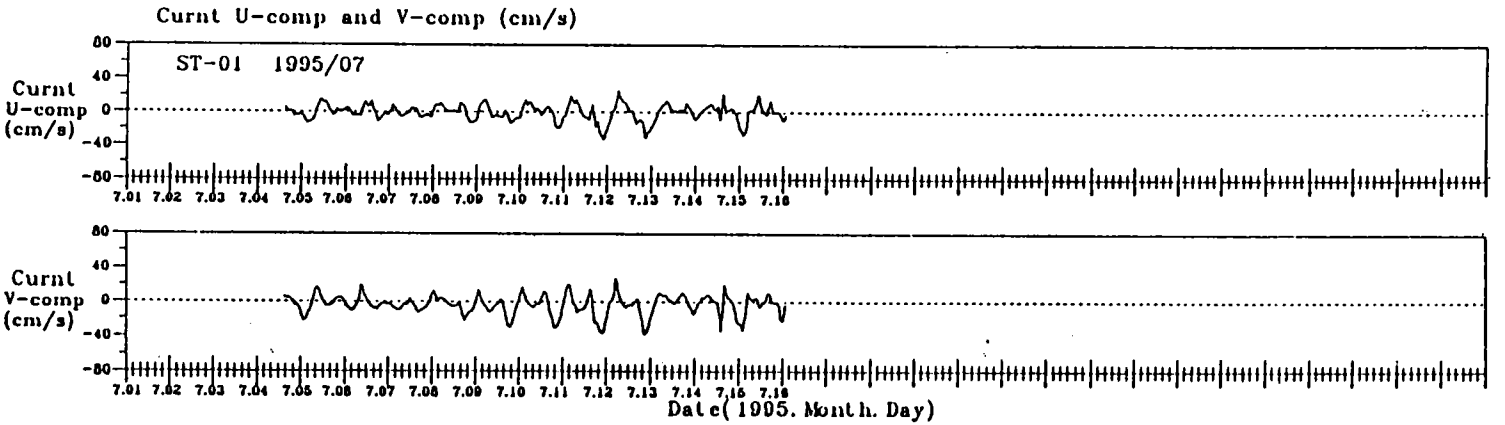


圖 2-19b 1995 年 7 月於 ST-1 站觀測之逐時流速東西分量及南北分量變化圖

CU9507X1.IHM | Institute of Harbor & Marine Technology

PLCUZH.FOR

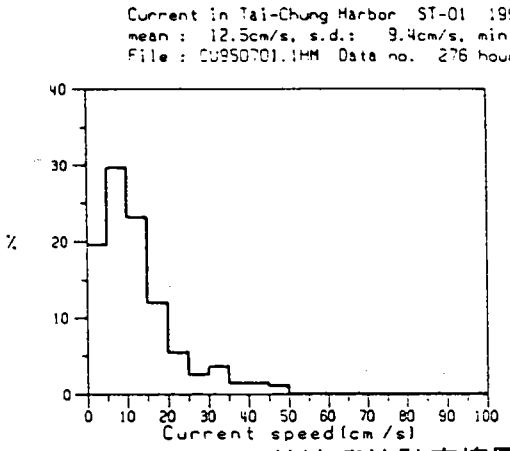


圖 2-19c ST-1站流速統計方塊圖

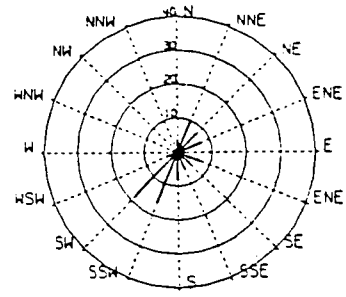


圖 2-19d ST-1站流向統計玫塊圖

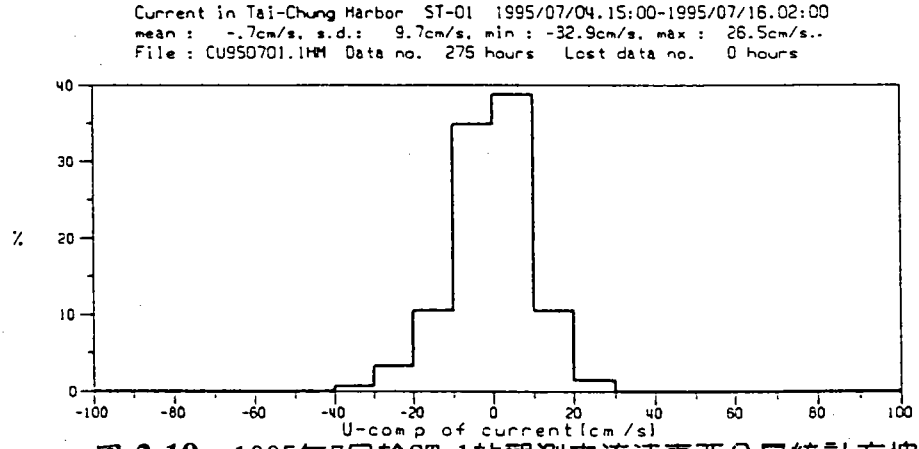


圖 2-19e 1995年7月於ST-1站觀測之流速東西分量統計方塊圖

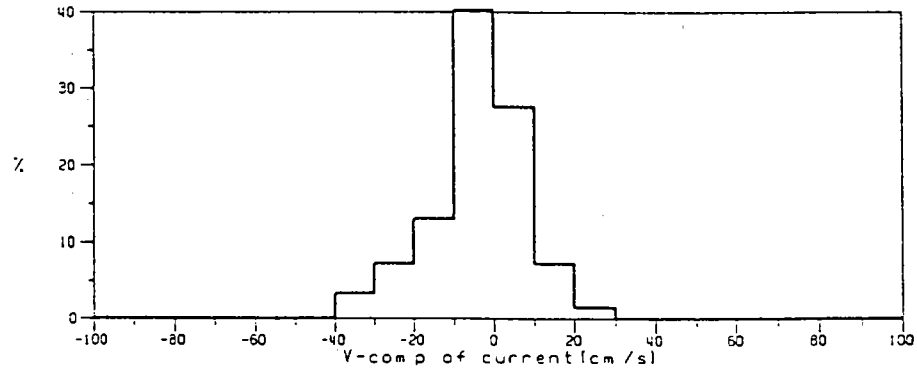


圖 2-19f 1995年7月於ST-1站觀測之流速南北分量統計方塊圖

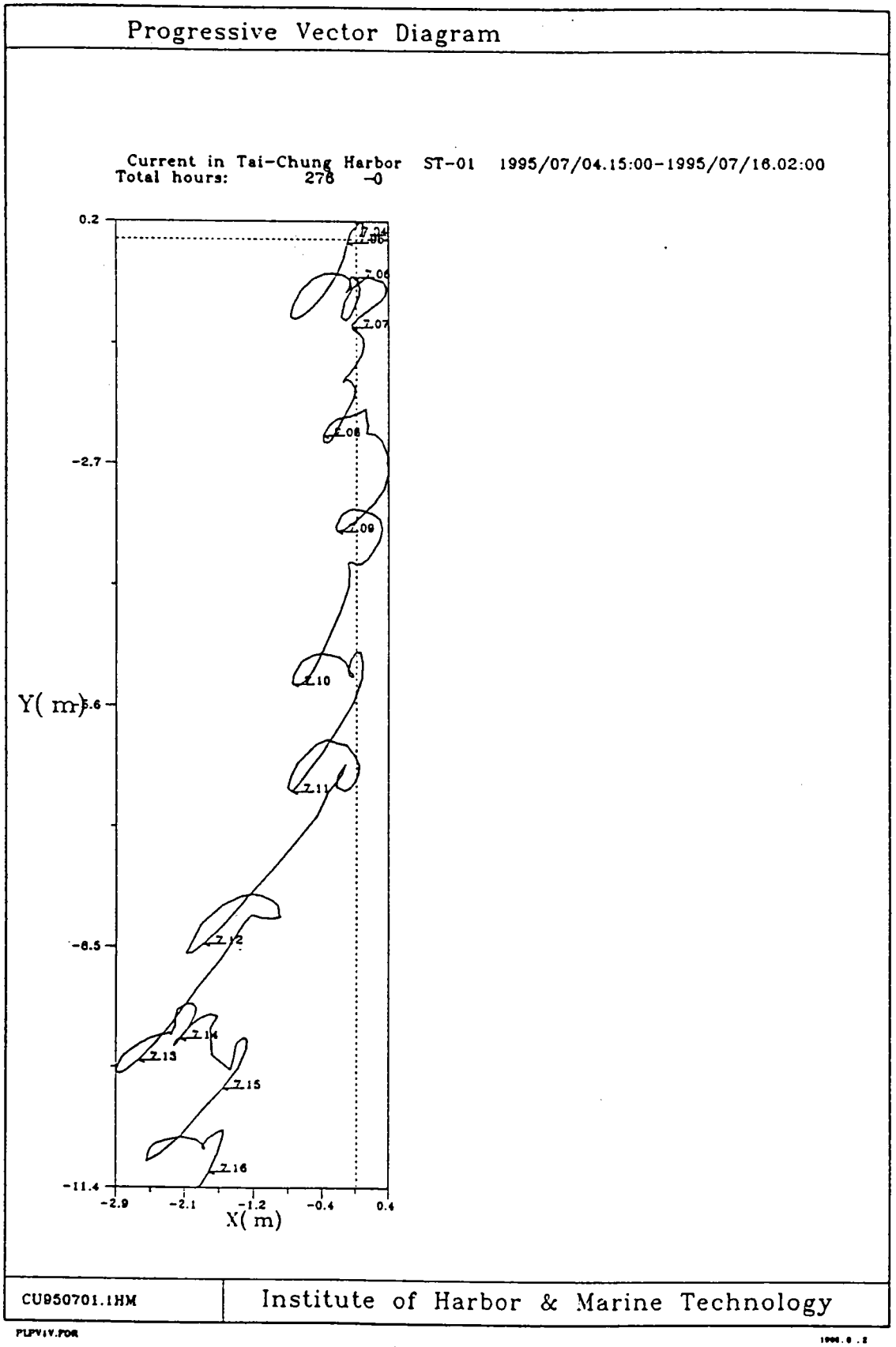
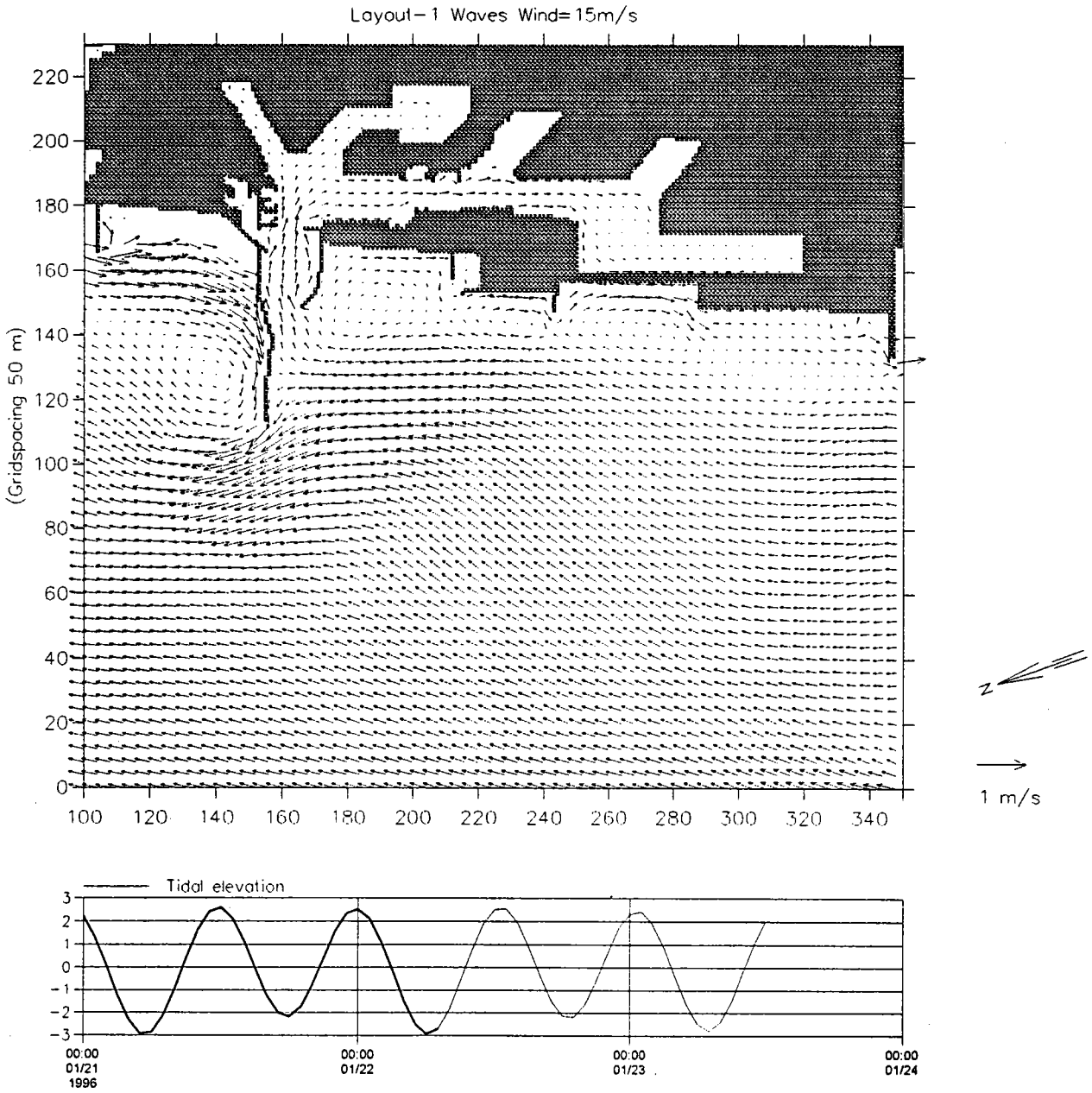


圖 2-19g　1995 年 7 月於 ST-1 站觀測之海流向量進行圖


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

Histogram of Current (cm/s) in Haw-Lien

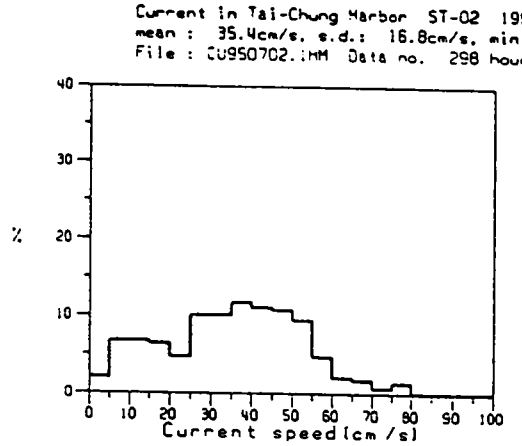


圖 2-20c ST-2站流速統計方塊圖

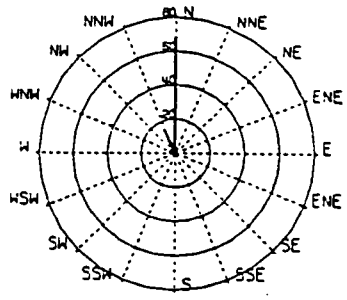


圖 2-20d ST-2站流向統計玫塊圖

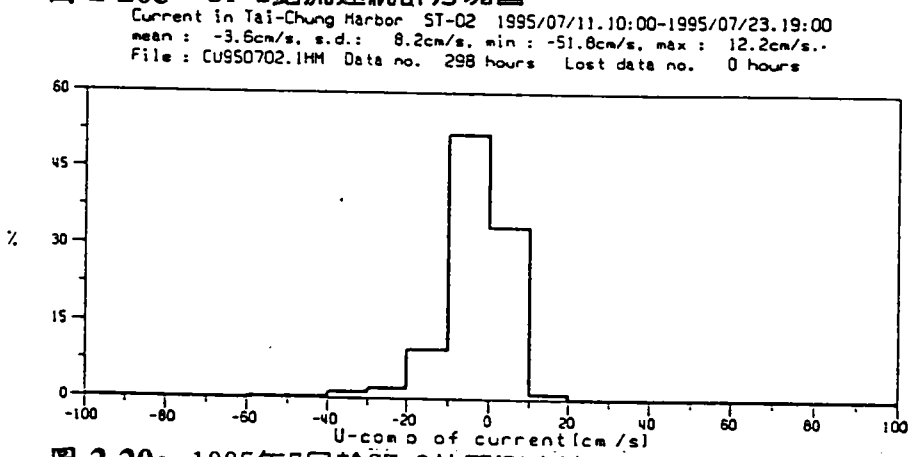


圖 2-20e 1995年7月於ST-2站觀測之流速東西分量統計方塊圖

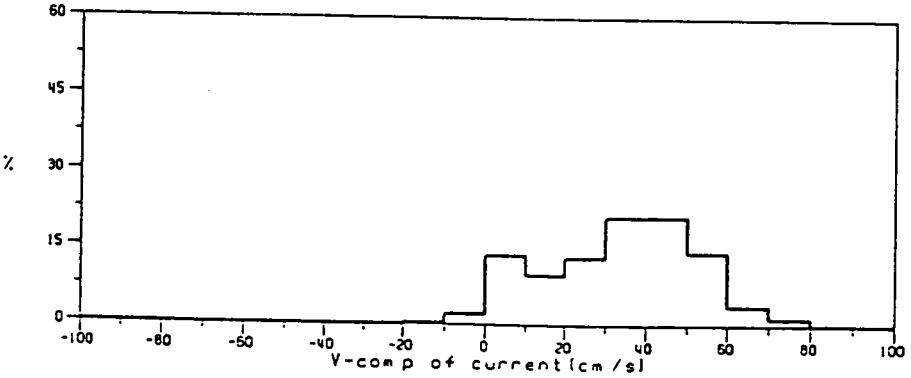


圖 2-20f 1995年7月於ST-2站觀測之流速南北分量統計方塊圖

CU950702.CSD	Institute of Harbor & Marine Technology

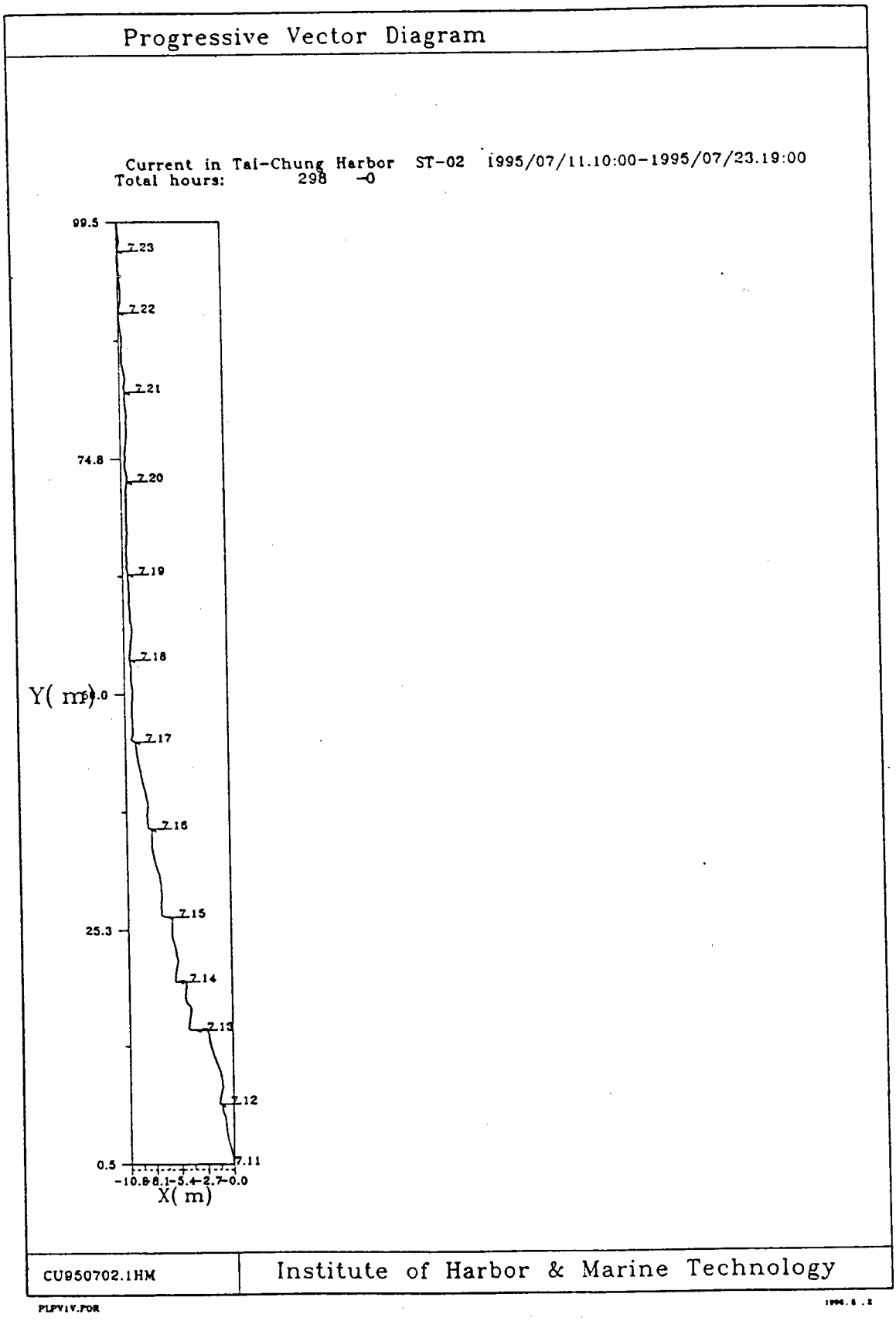


圖 2-20g　1995 年 7 月於 ST-2 站觀測之海流向量進行圖

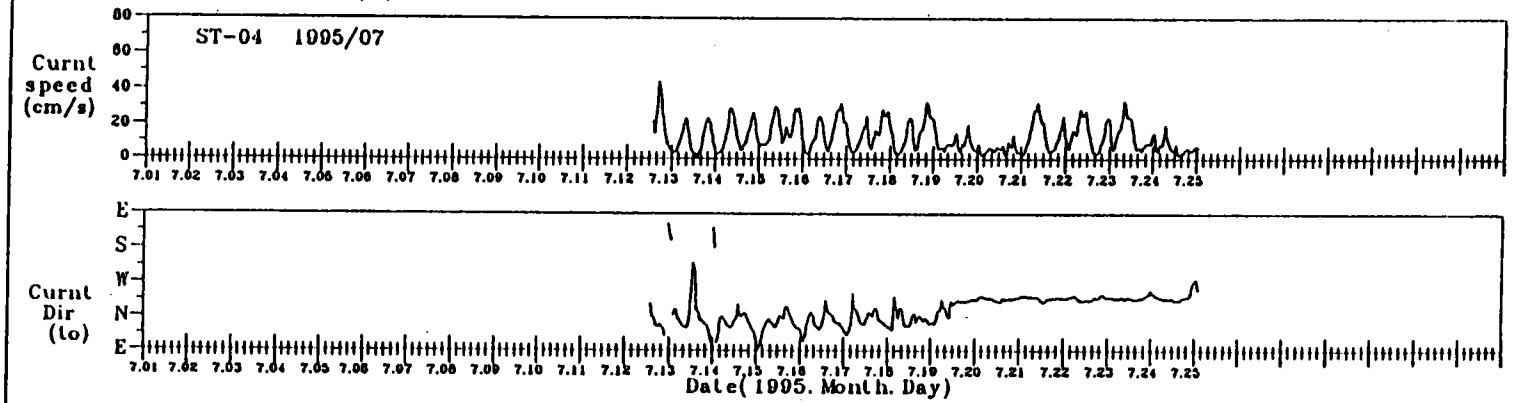


圖 2-21a 1995 年 7 月於 ST-4 站觀測之逐時流速及流向(指去向)變化圖

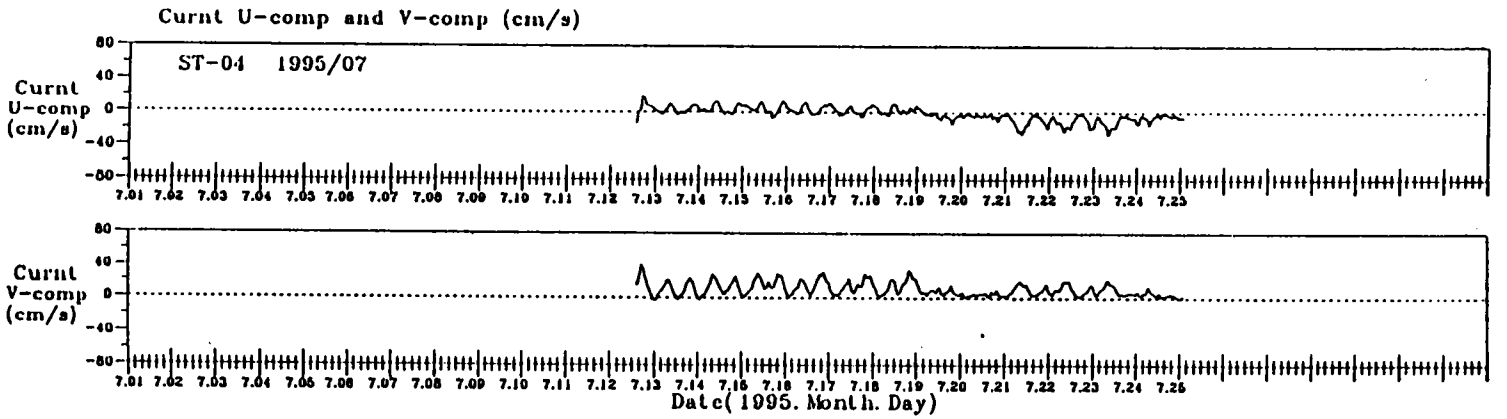


圖 2-21b 1995 年 7 月於 ST-4 站觀測之逐時流速東西分量及南北分量變化圖

CU9507X4.IIIM | Institute of Harbor & Marine Technology

PLCU2H.FOR

Current in Tai-Chung Harbor ST-04 1995/07/12.14:00-1995/07/25.02:00
mean : 12.9cm/s. s.d.: 8.6cm/s. min : .6cm/s. max : 43.9cm/s.
File : CU9507O4.1HM Data no. 301 hours Lost data no. 0 hours

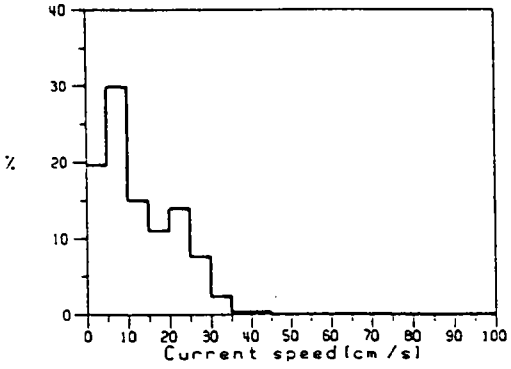


圖 2-21c ST-4站流速統計方塊圖

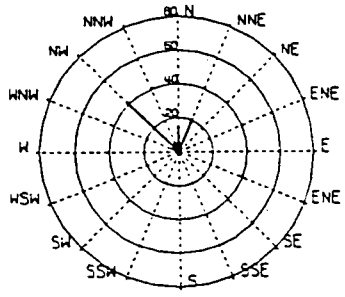


圖 2-21d ST-4站流向統計玫塊圖

Current in Tai-Chung Harbor ST-04 1995/07/12.14:00-1995/07/25.02:00
mean : -2.0cm/s. s.d.: 8.0cm/s. min : -26.5cm/s. max : 18.8cm/s.
File : CU9507O4.1HM Data no. 301 hours Lost data no. 0 hours .

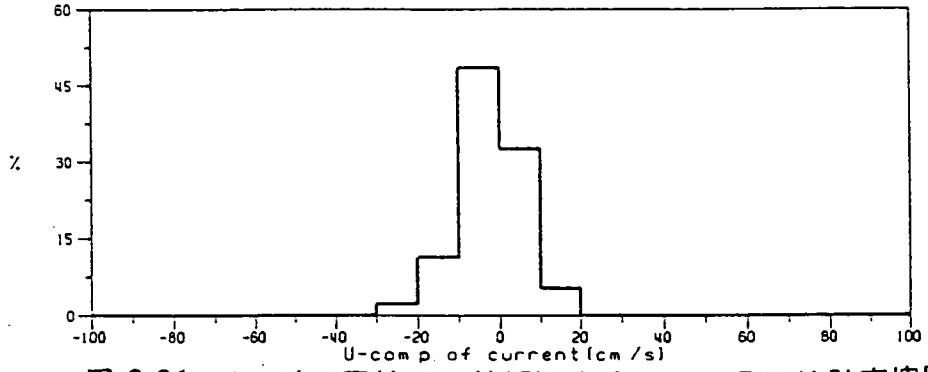


圖 2-21e 1995年7月於ST-4站觀測之流速東西分量統計方塊圖

Current in Tai-Chung Harbor ST-04 1995/07/12.14:00-1995/07/25.02:00
mean : 10.4cm/s. s.d.: 8.1cm/s. min : -3.5cm/s. max : 39.7cm/s.
File : CU9507O4.1HM Data no. 301 hours Lost data no. 0 hours

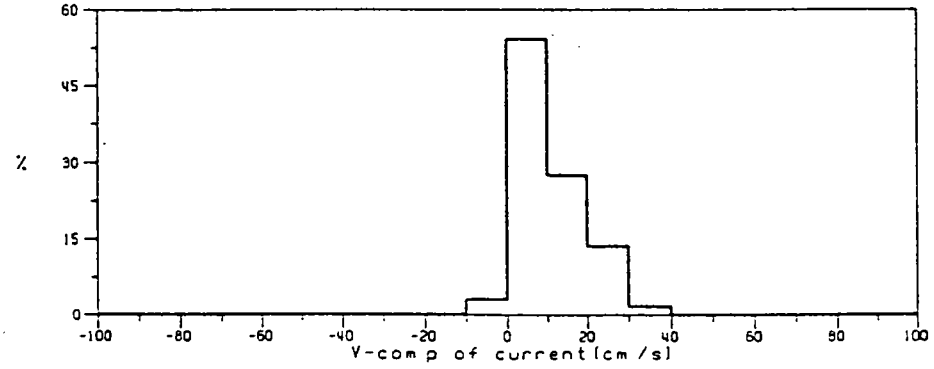


圖 2-21f 1995年7月於ST-4站觀測之流速南北分量統計方塊圖

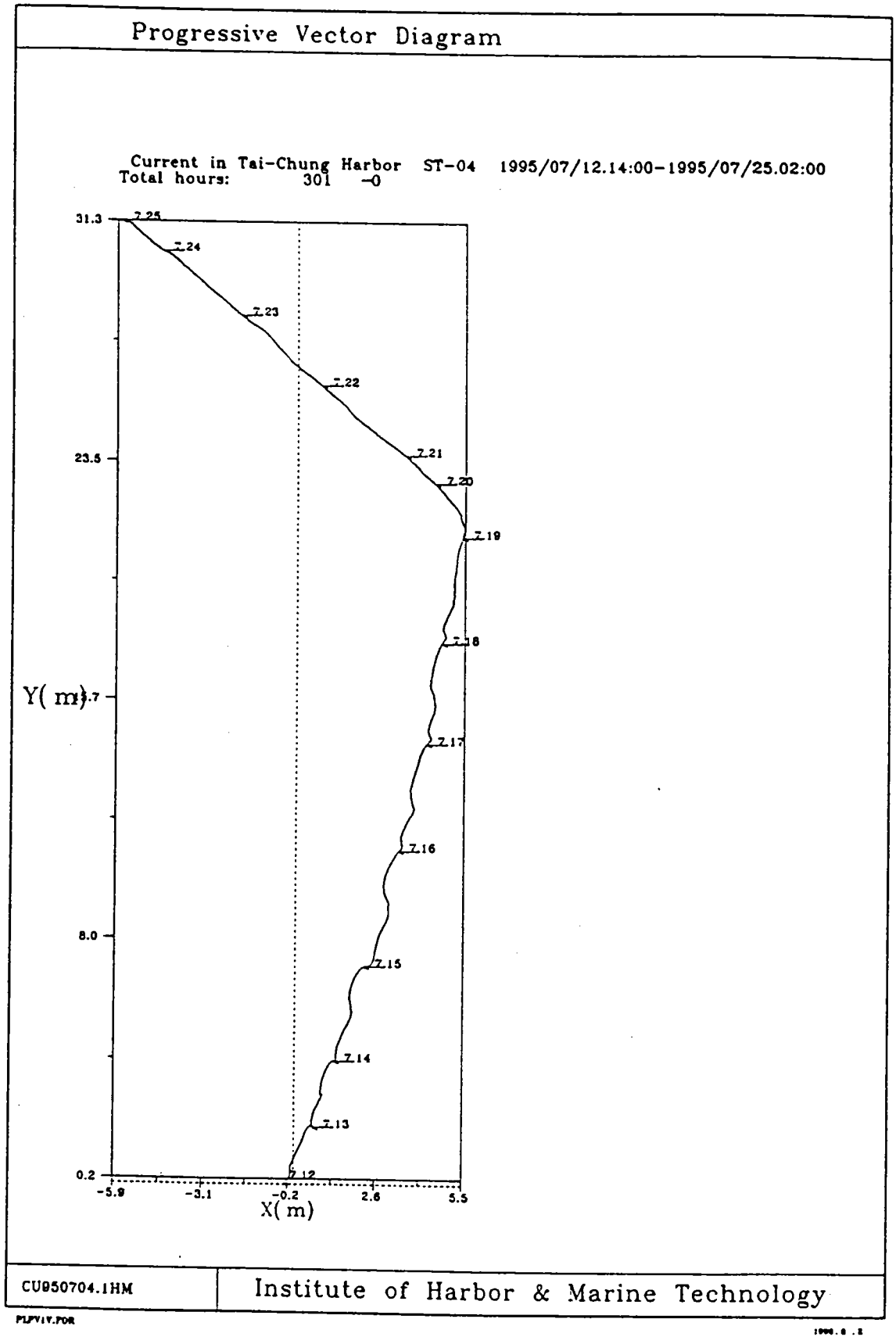
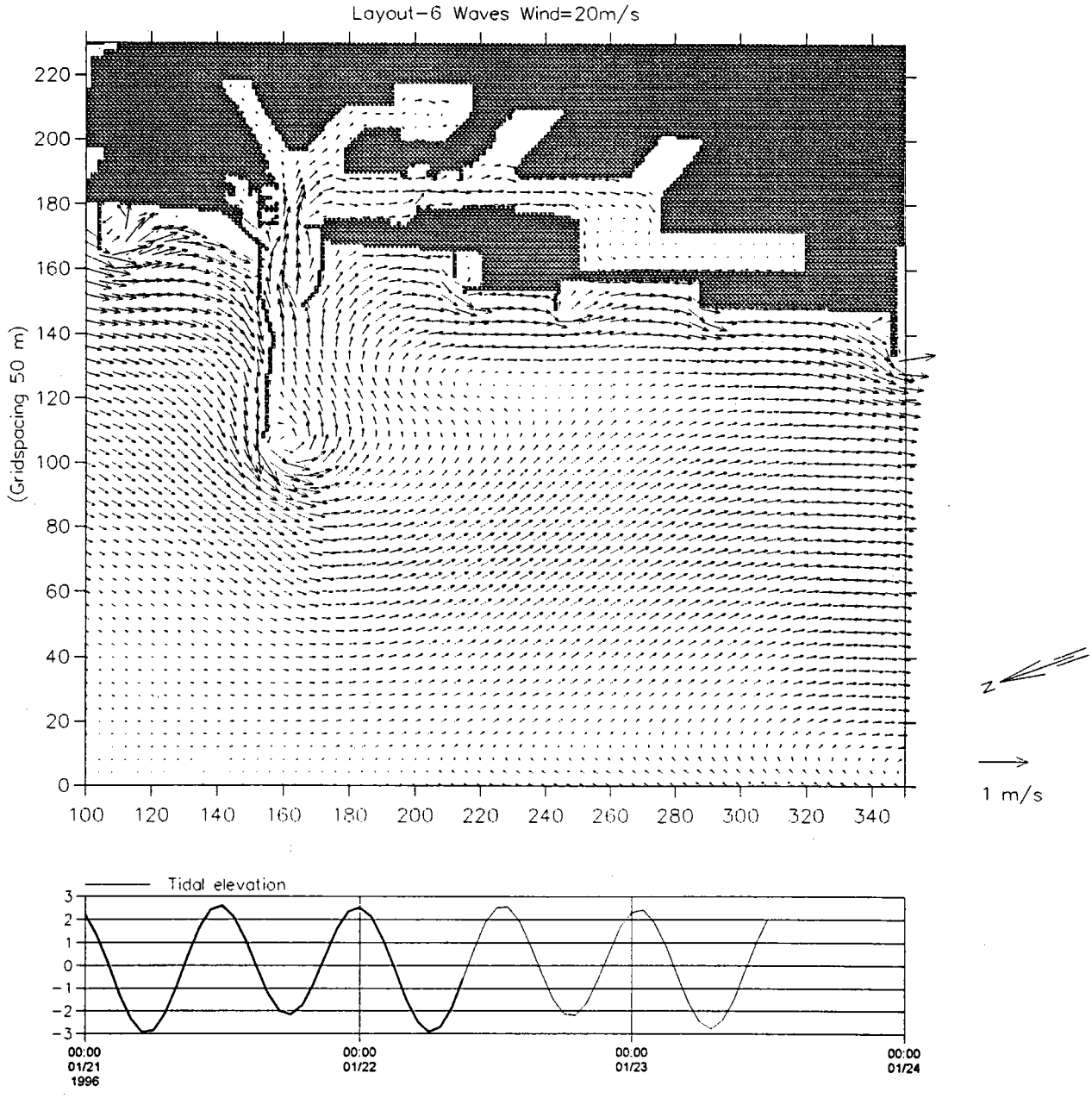


圖 2-21g　1995 年 7 月於 ST-4 站觀測之海流向量進行圖


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

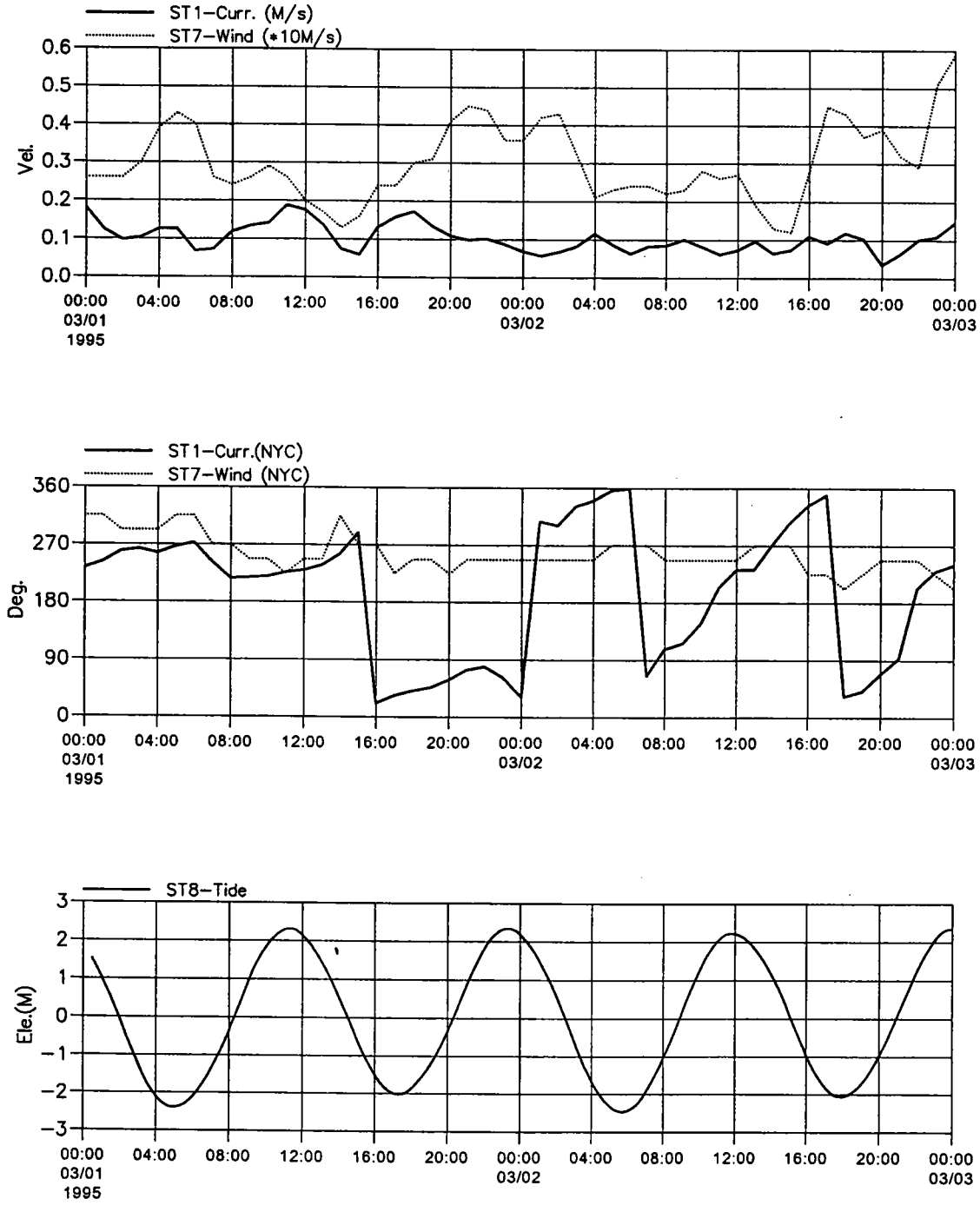


圖 2-22b 台中港域 ST-1 測站 1995 年三月風速較弱期間之風、潮與海流

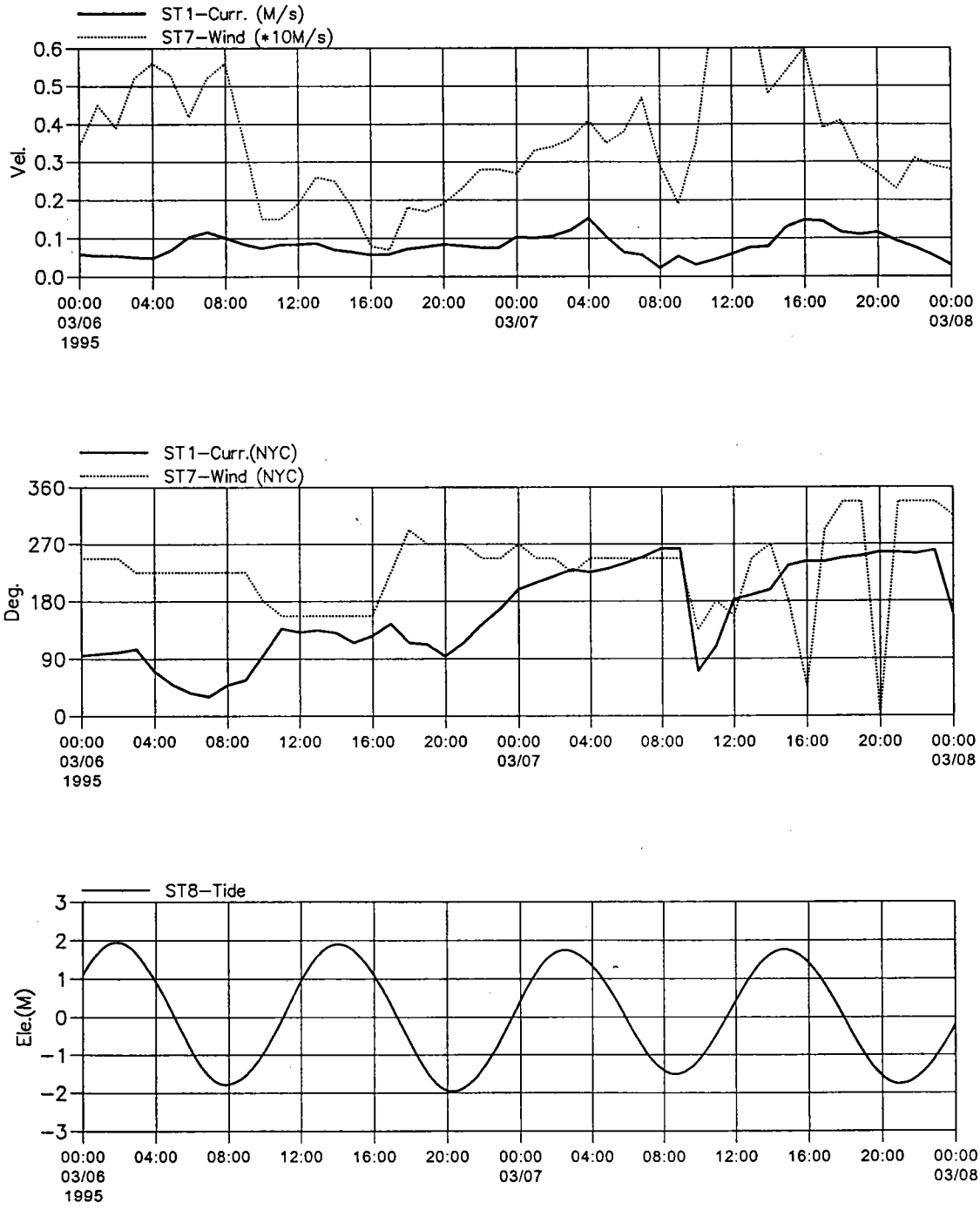


圖 2-22c 台中港域 ST-1 測站 1995 年三月風速較弱期間之風、潮與海流

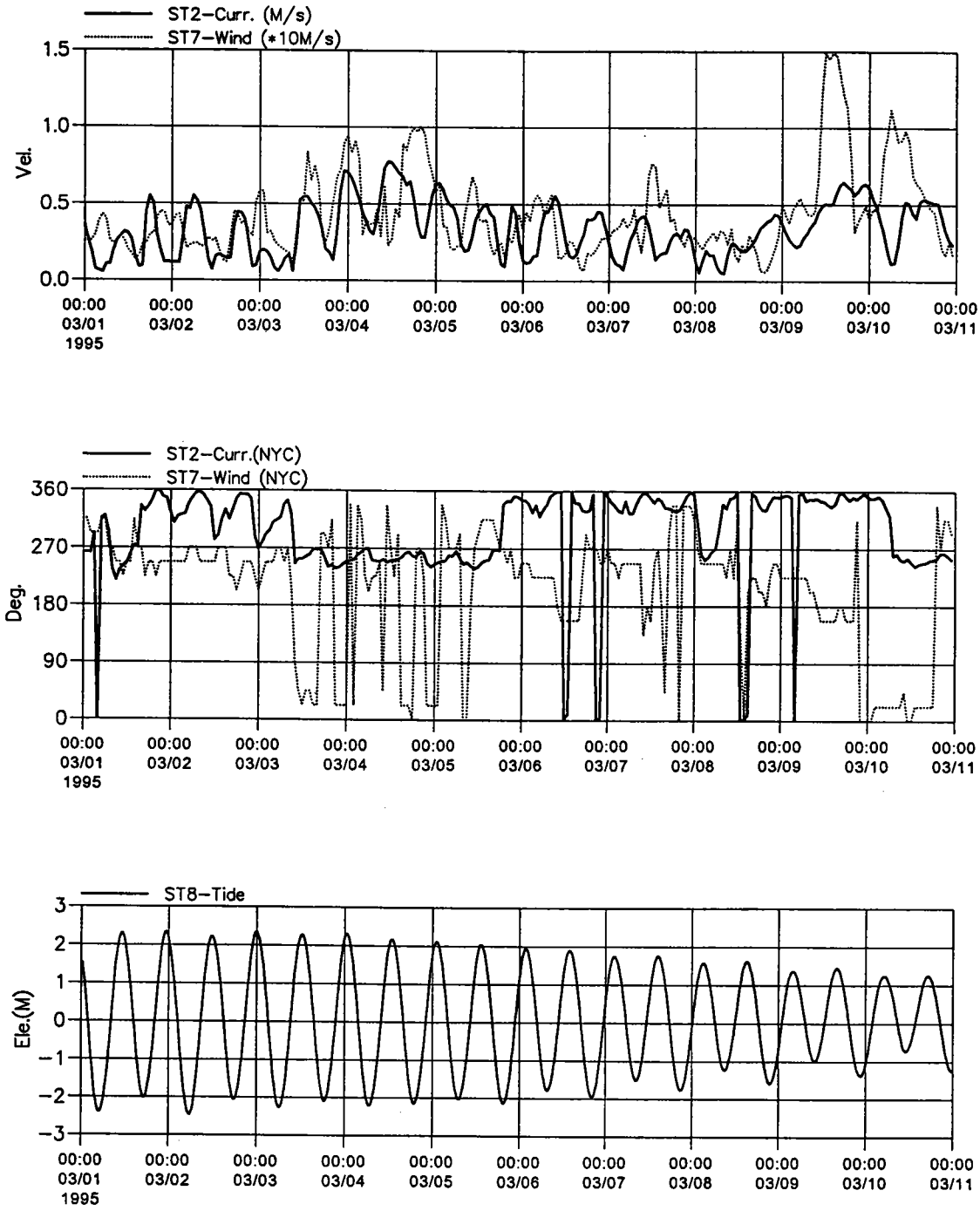


圖 2-23a 台中港域 ST-2 測站 1995 年三月風速較弱期間之風、潮與海流

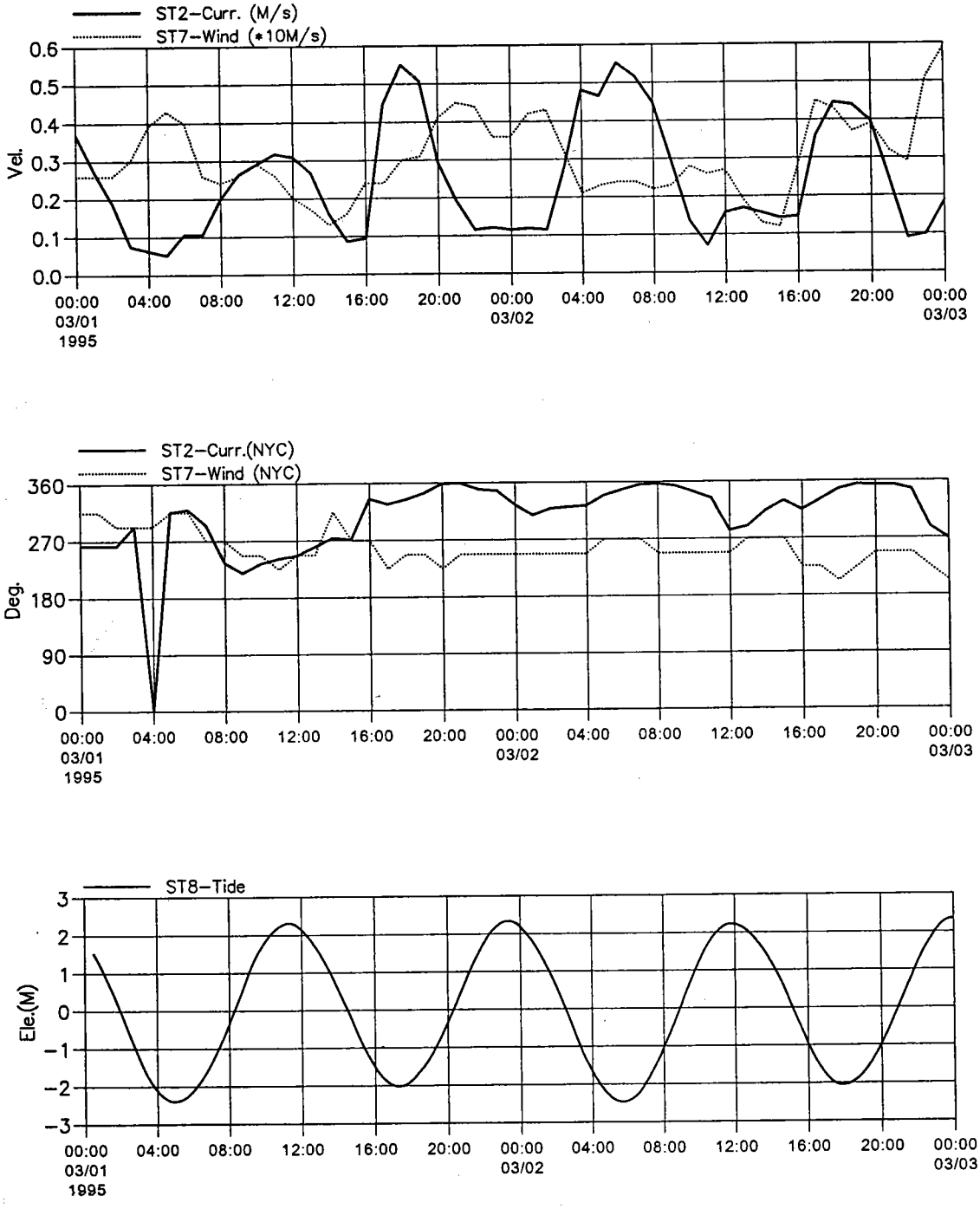


圖 2-23b 台中港域 ST-2 測站 1995 年三月風速較弱期間之風、潮與海流

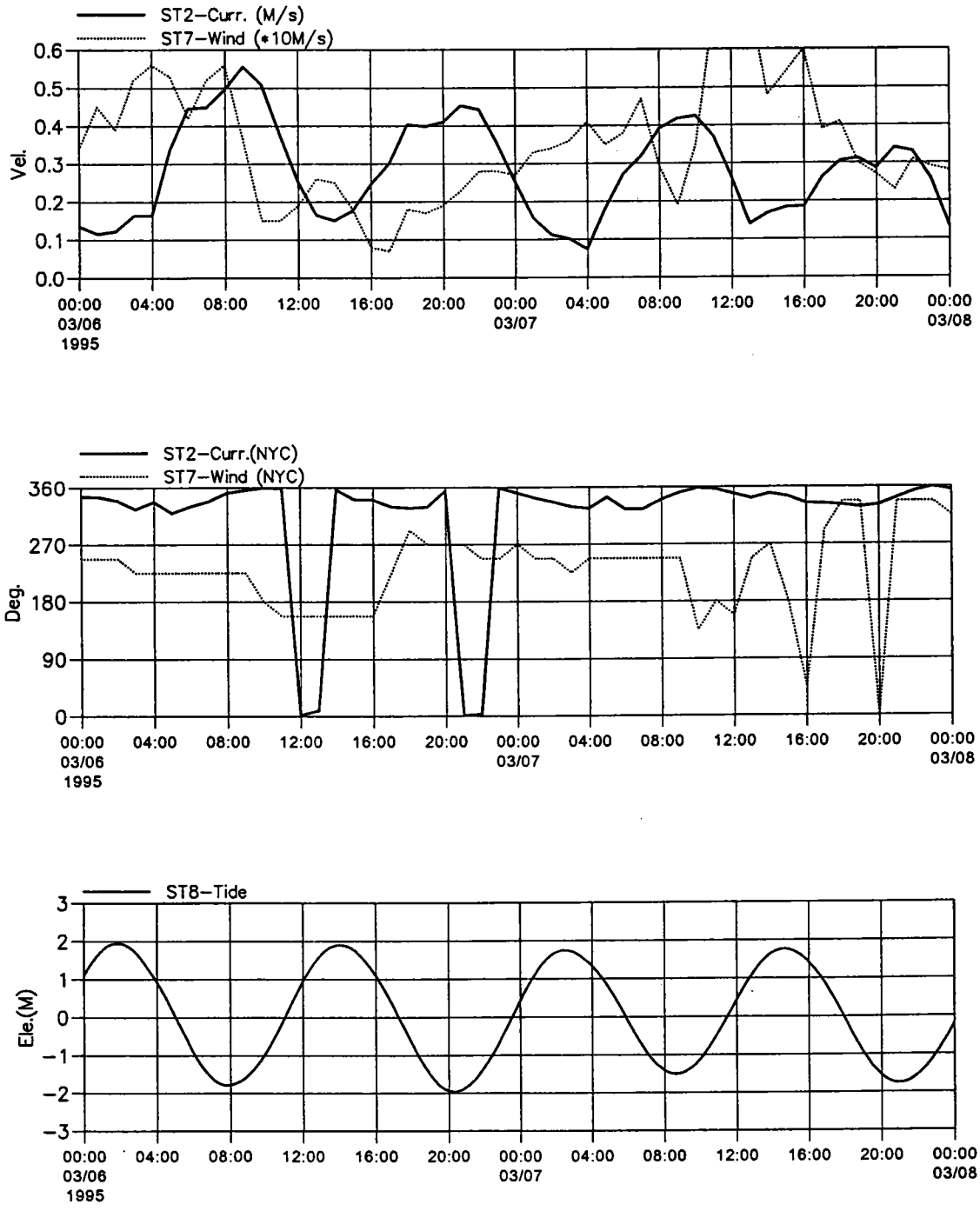


圖 2-23c 台中港域 ST-2 測站 1995 年三月風速較弱期間之風、潮與海流

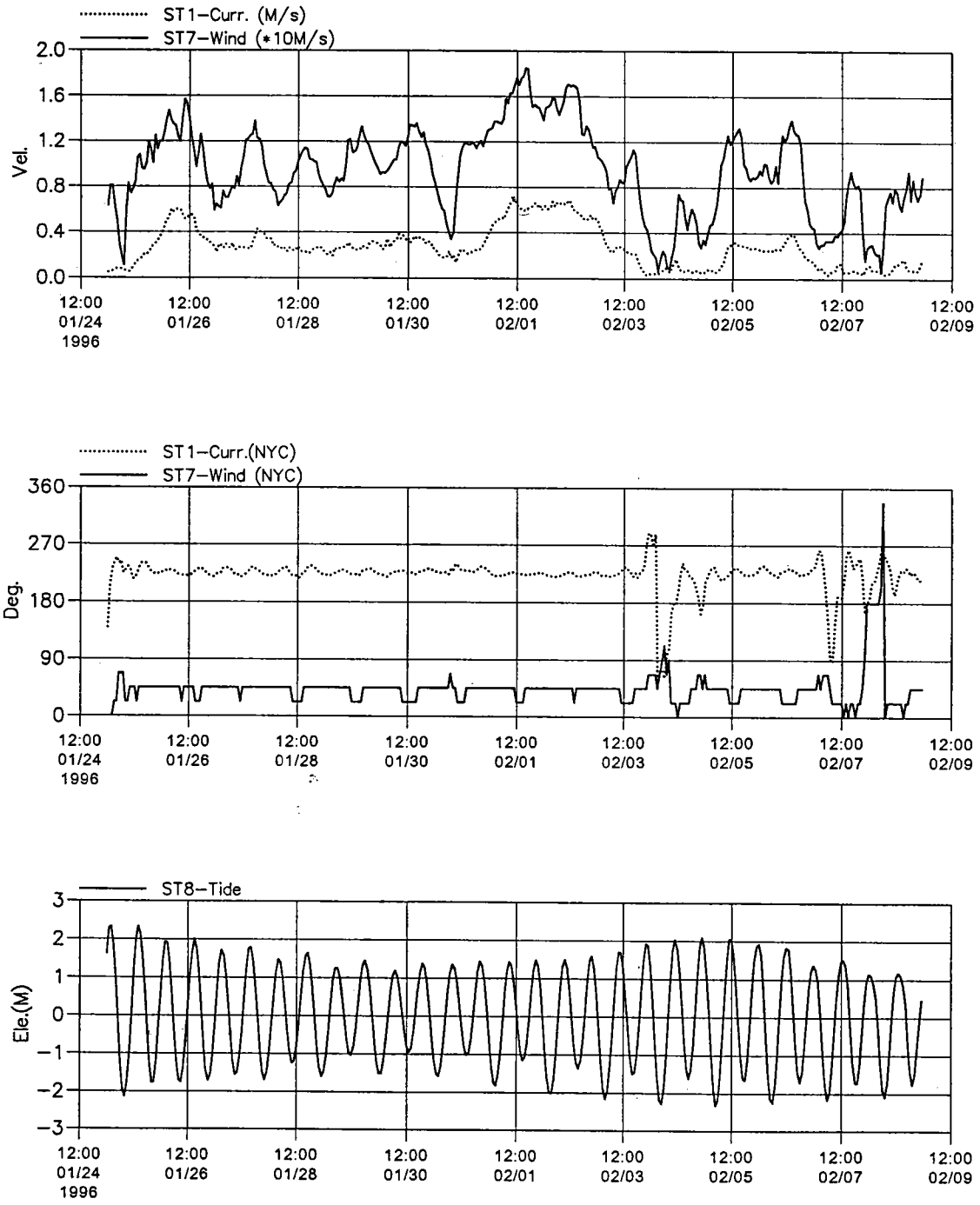


圖 2-24a 台中港域 ST-1 測站 1996 年一至二月之風、潮與海流

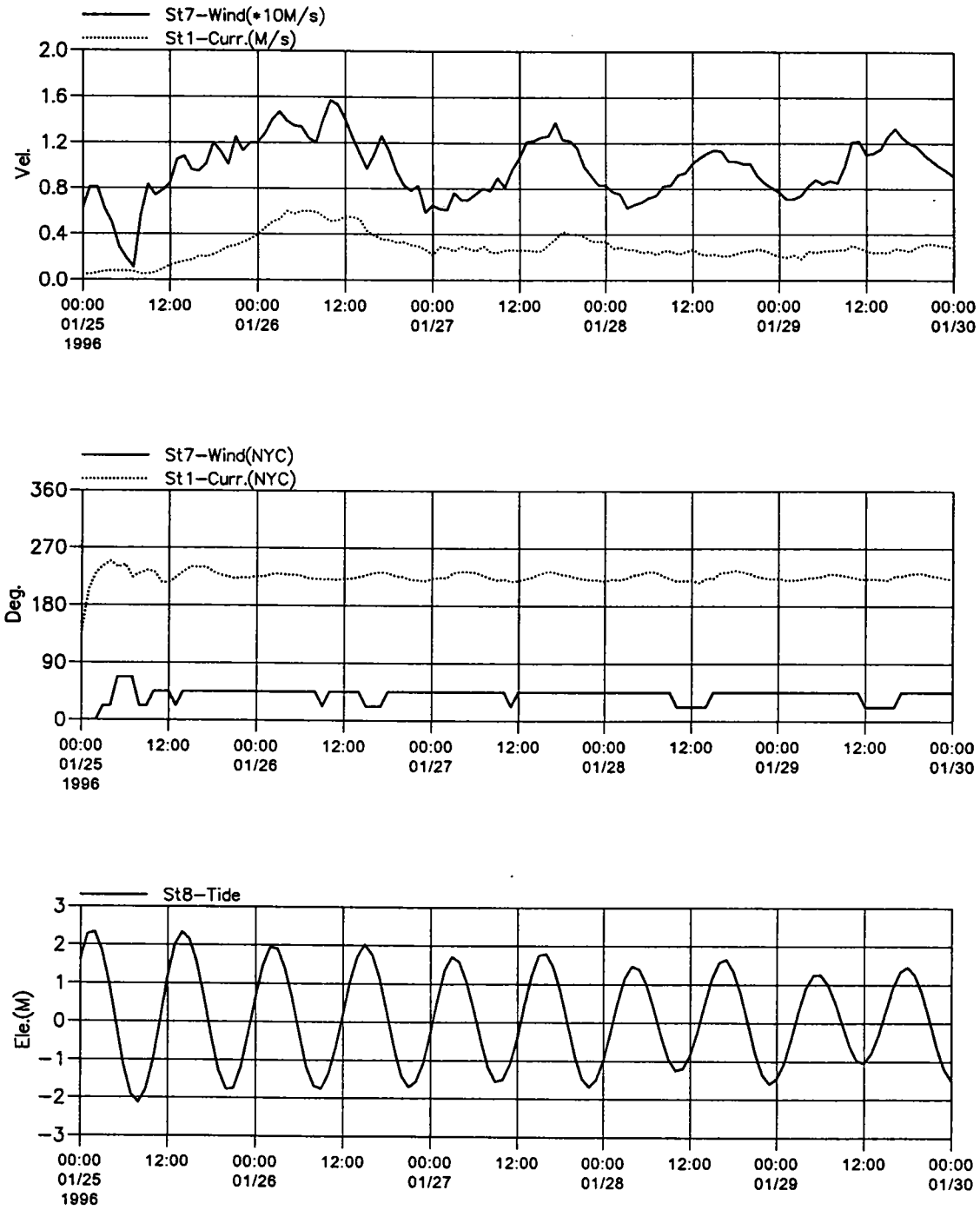


圖 2-24b 台中港域 ST-1 測站 1996 年一月風速較強期間之風、潮與海流

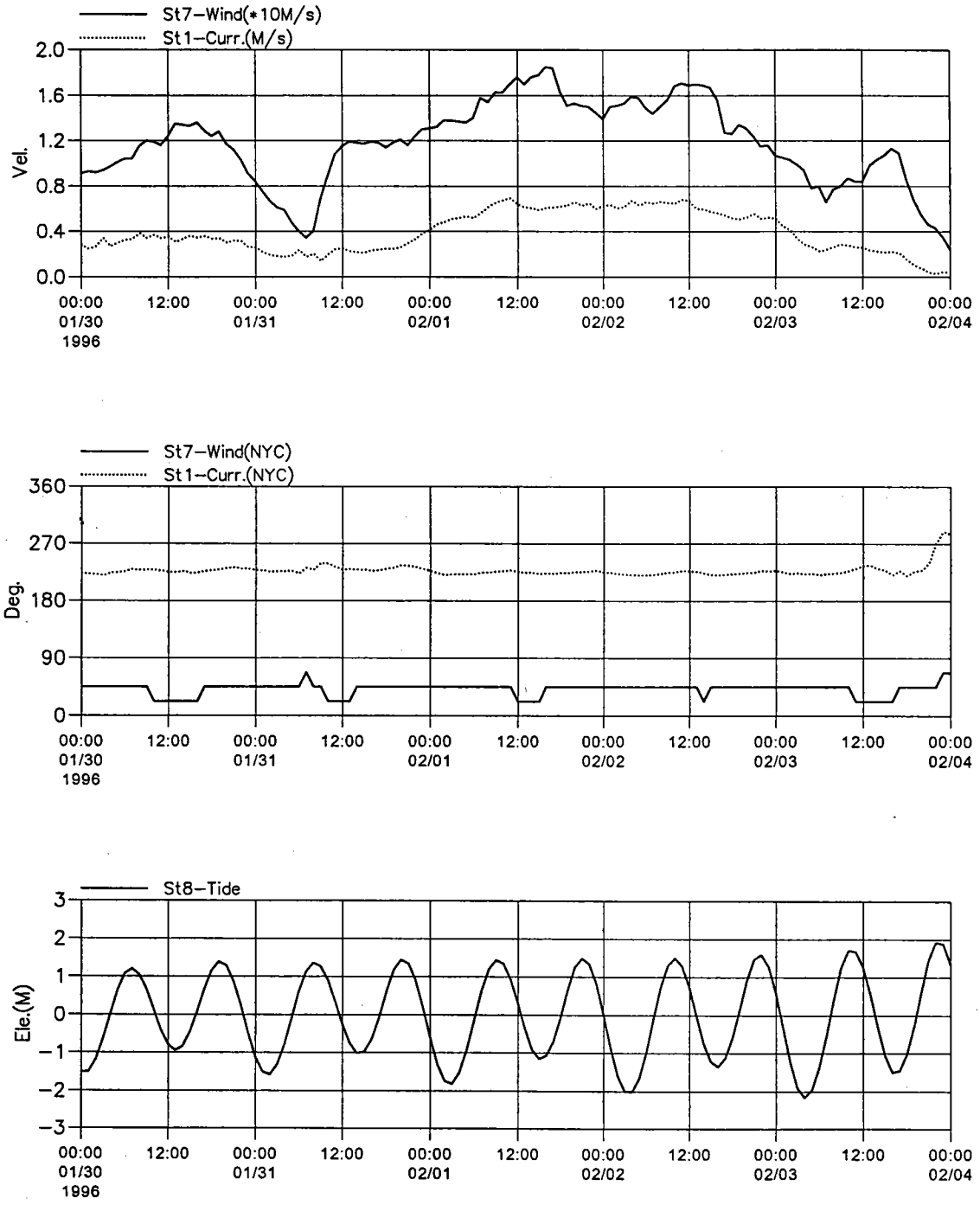


圖 2-24c 台中港域 ST-1 測站 1996 年二月風速較強期間之風、潮與海流

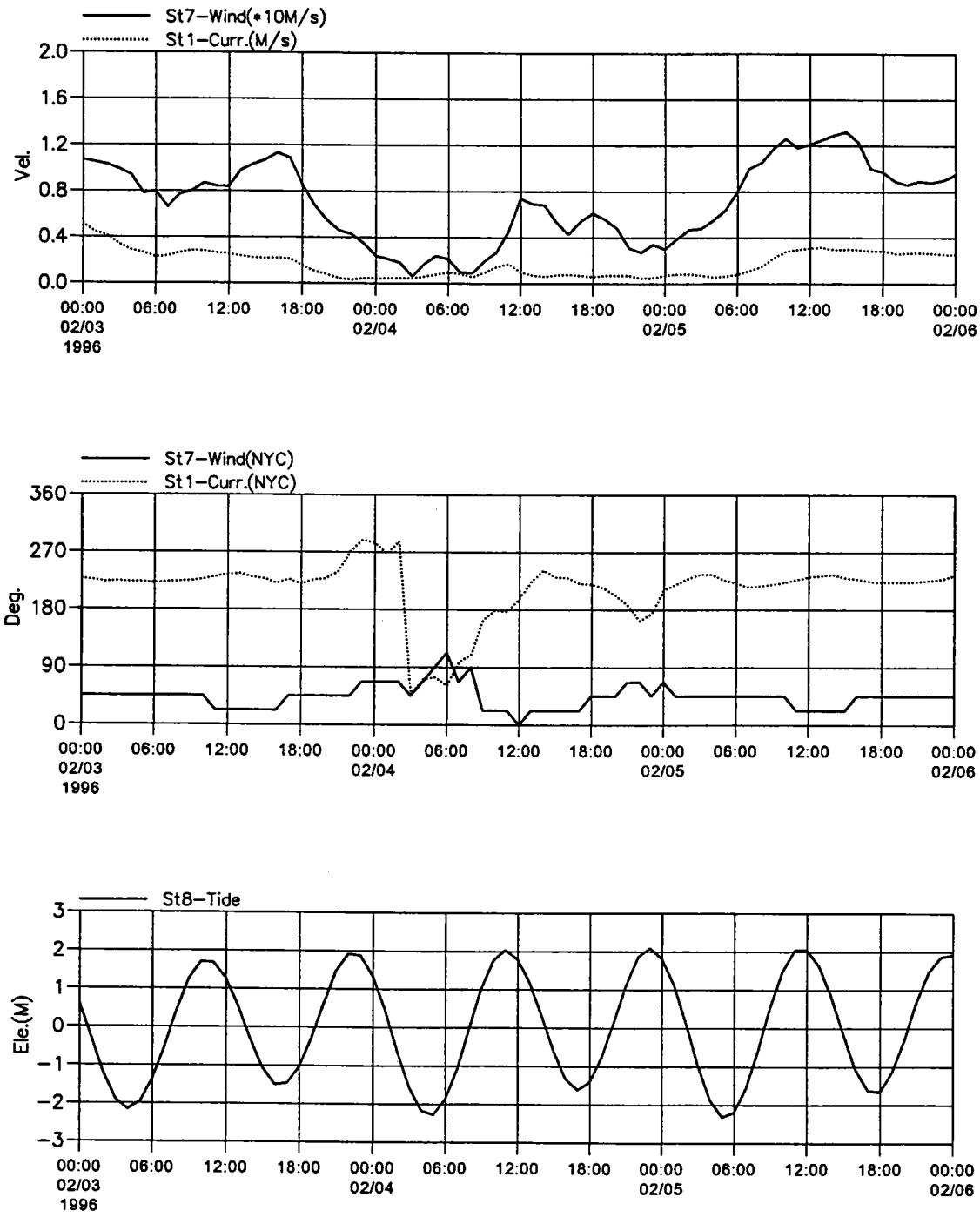


圖 2-24d 台中港域 ST-1 測站 1996 年二月風速較弱期間之風、潮與海流

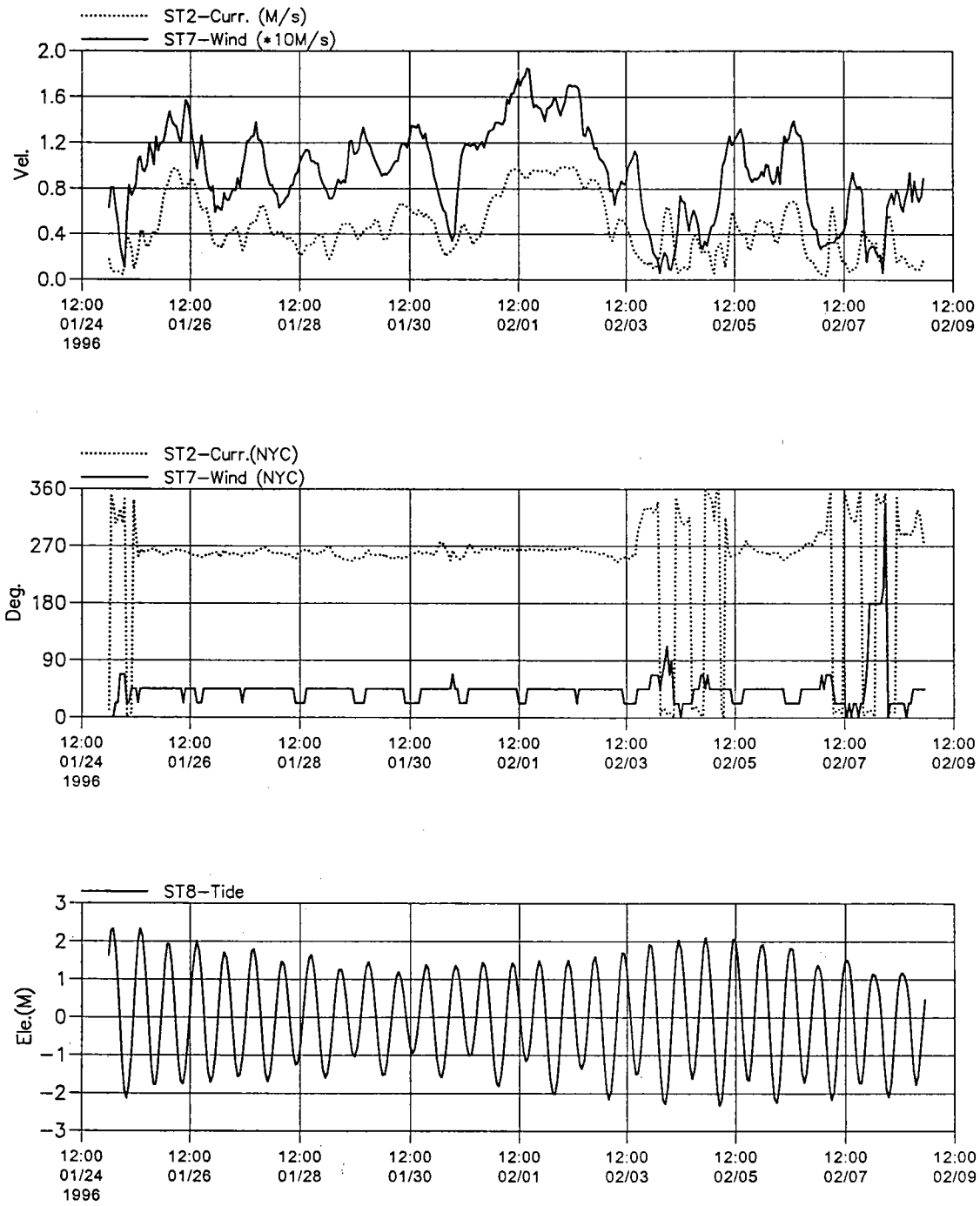


圖 2-25a 台中港域 ST-2 測站 1996 年一至二月之風、潮與海流

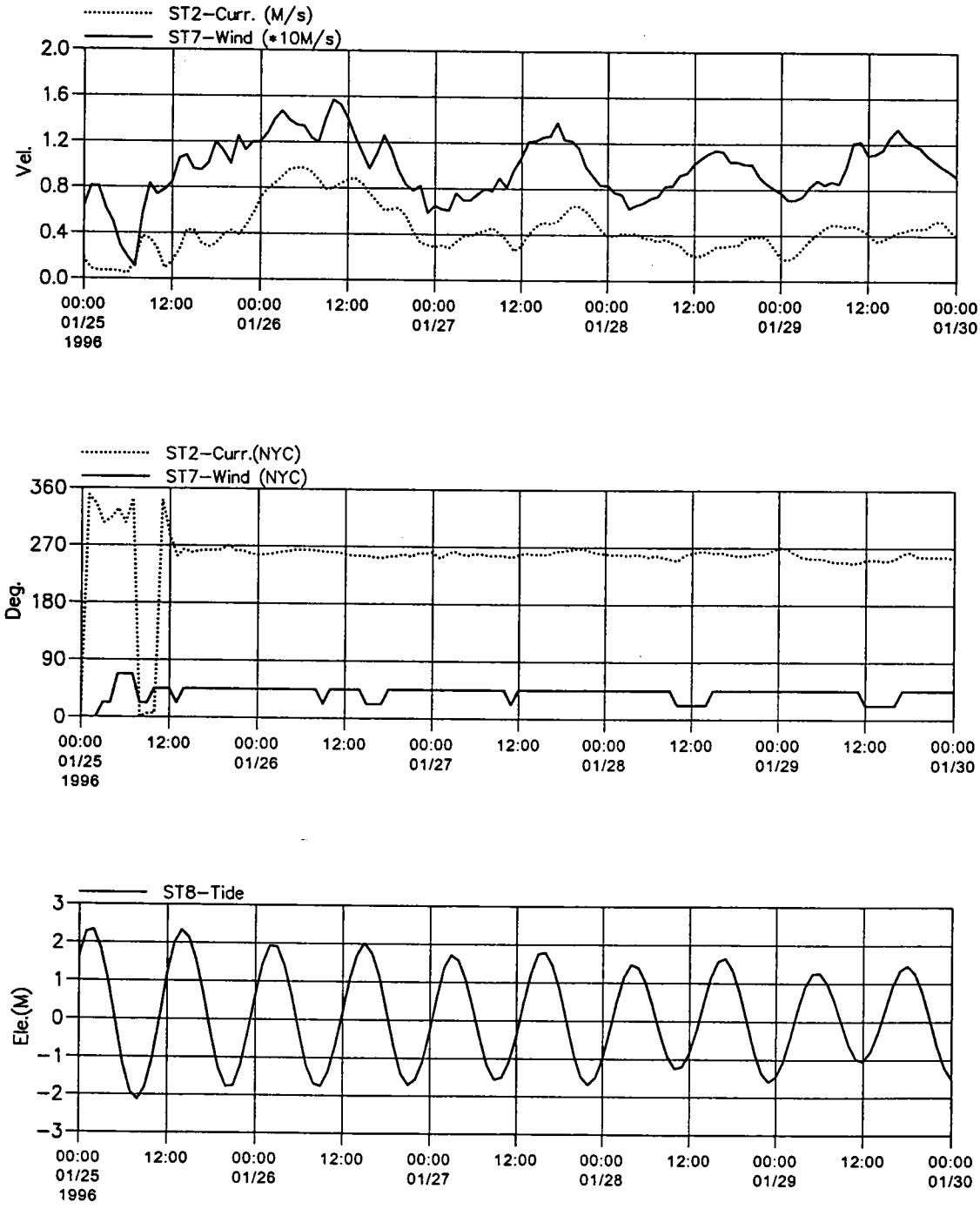


圖 2-25b 台中港域 ST-2 測站 1996 年一月風速較強期間之風、潮與海流

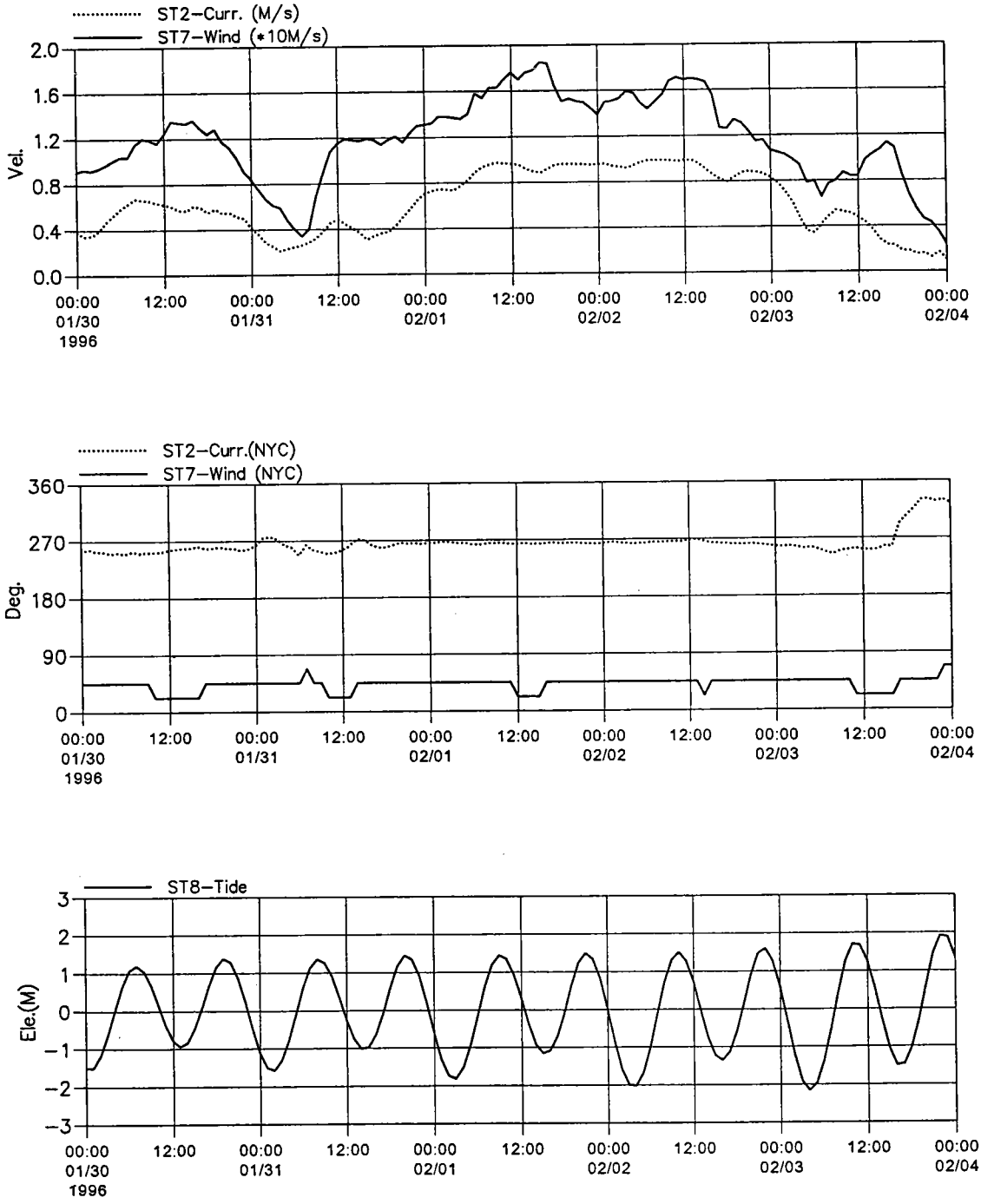


圖 2-25c 台中港域 ST-2 測站 1996 年二月風速較強期間之風、潮與海流

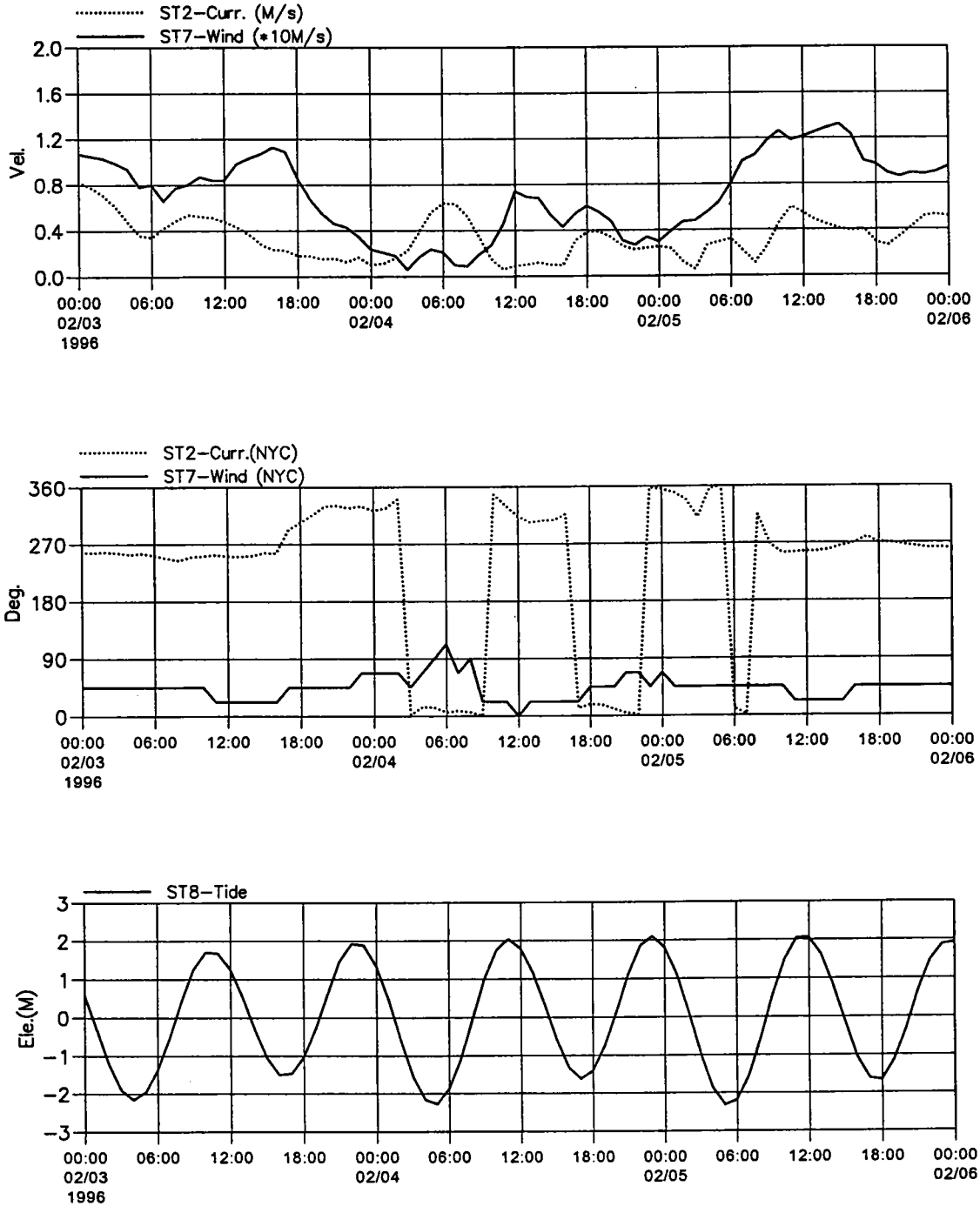


圖 2-25d 台中港域 ST-2 測站 1996 年二月風速較弱期間之風、潮與海流

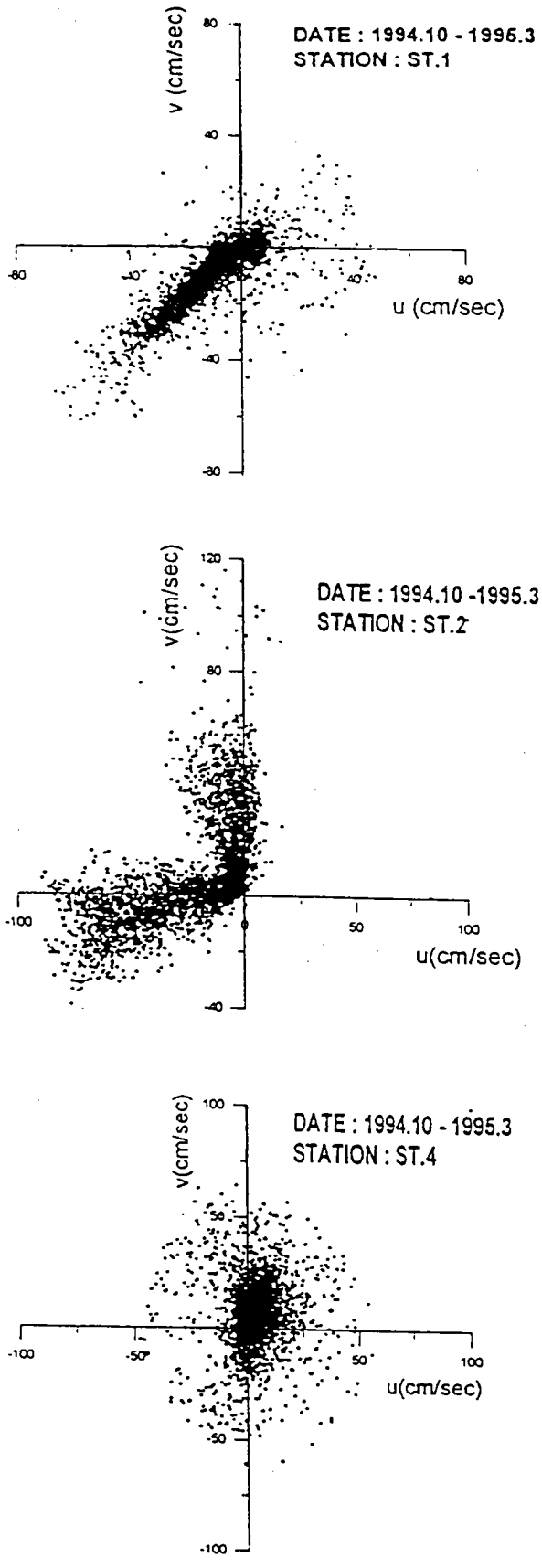


圖 2-26 台中港海象測站 1994.10～1995.3 冬季實測之流速分佈圖

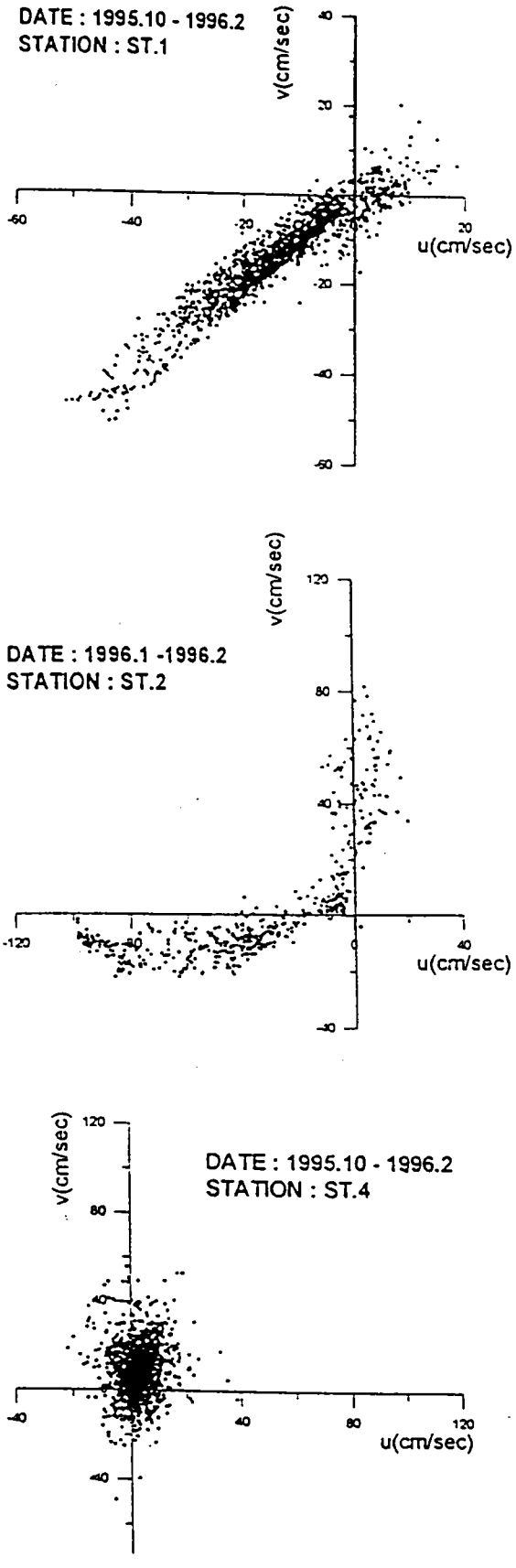
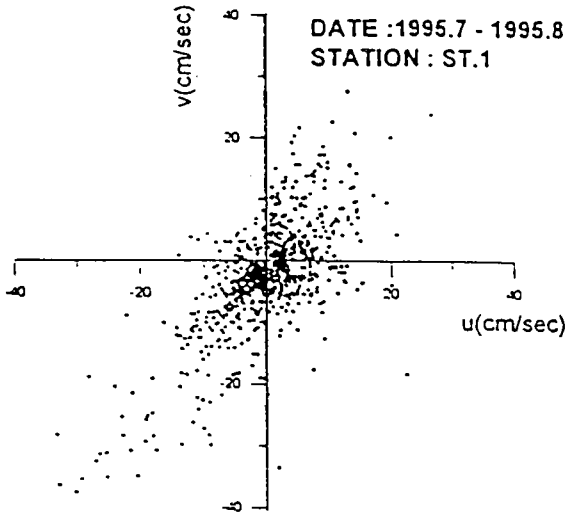
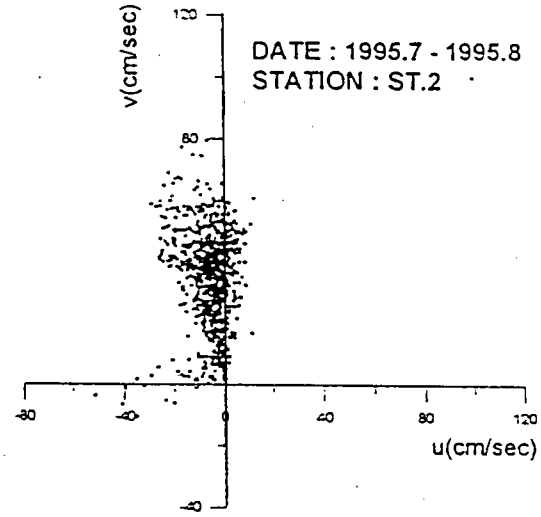


圖 2-27 台中港海象測站 1995.10～1996.2 冬季實測之流速分佈圖





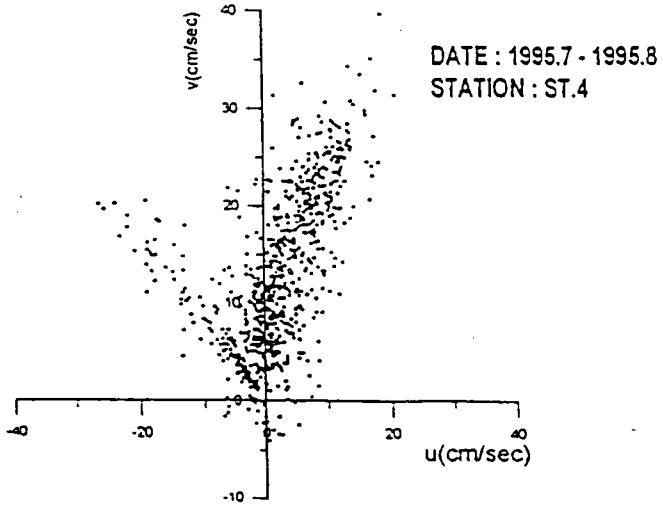


圖 2-28 台中港海象測站 1995.7～1995.8 夏季實測之流速分佈圖

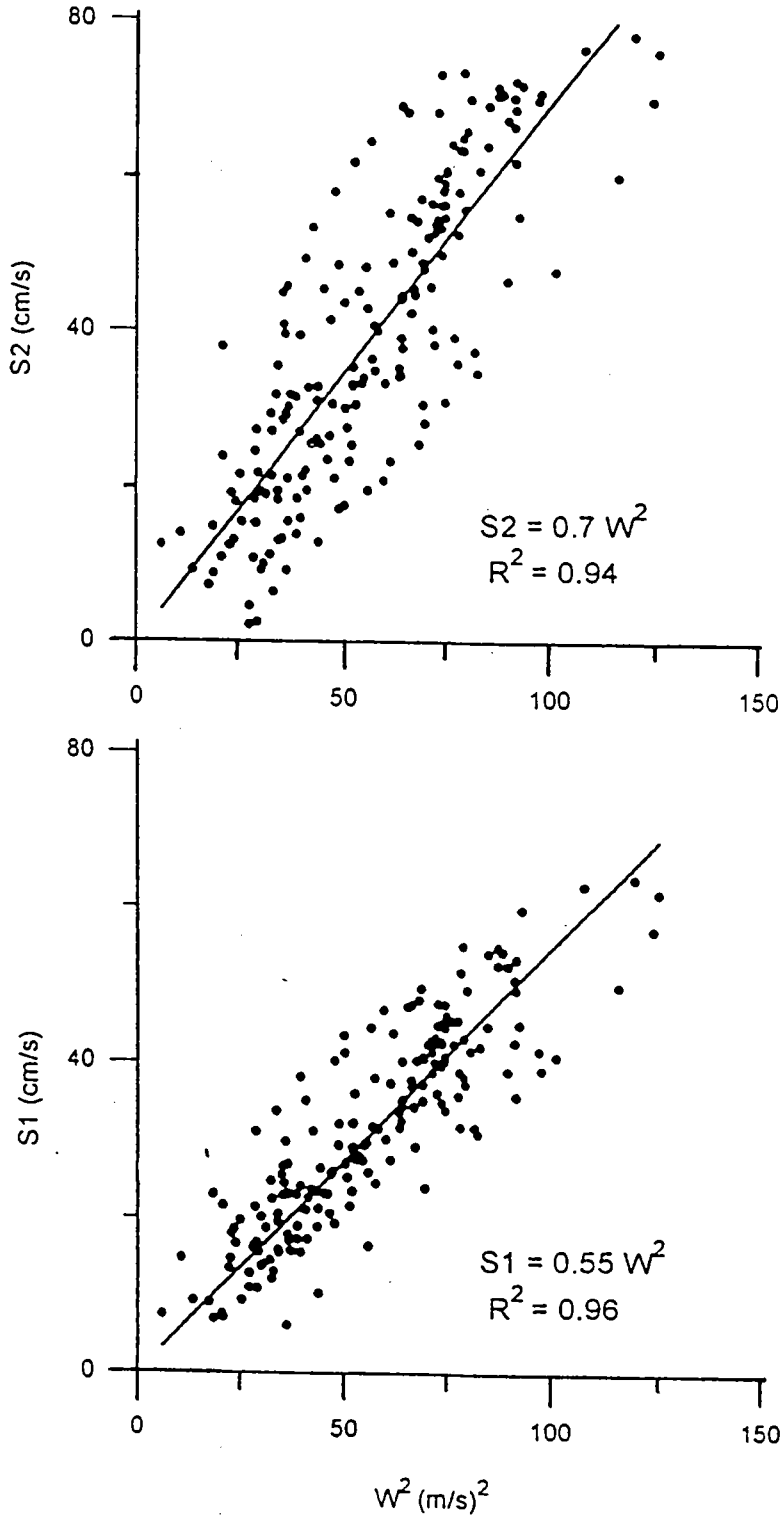
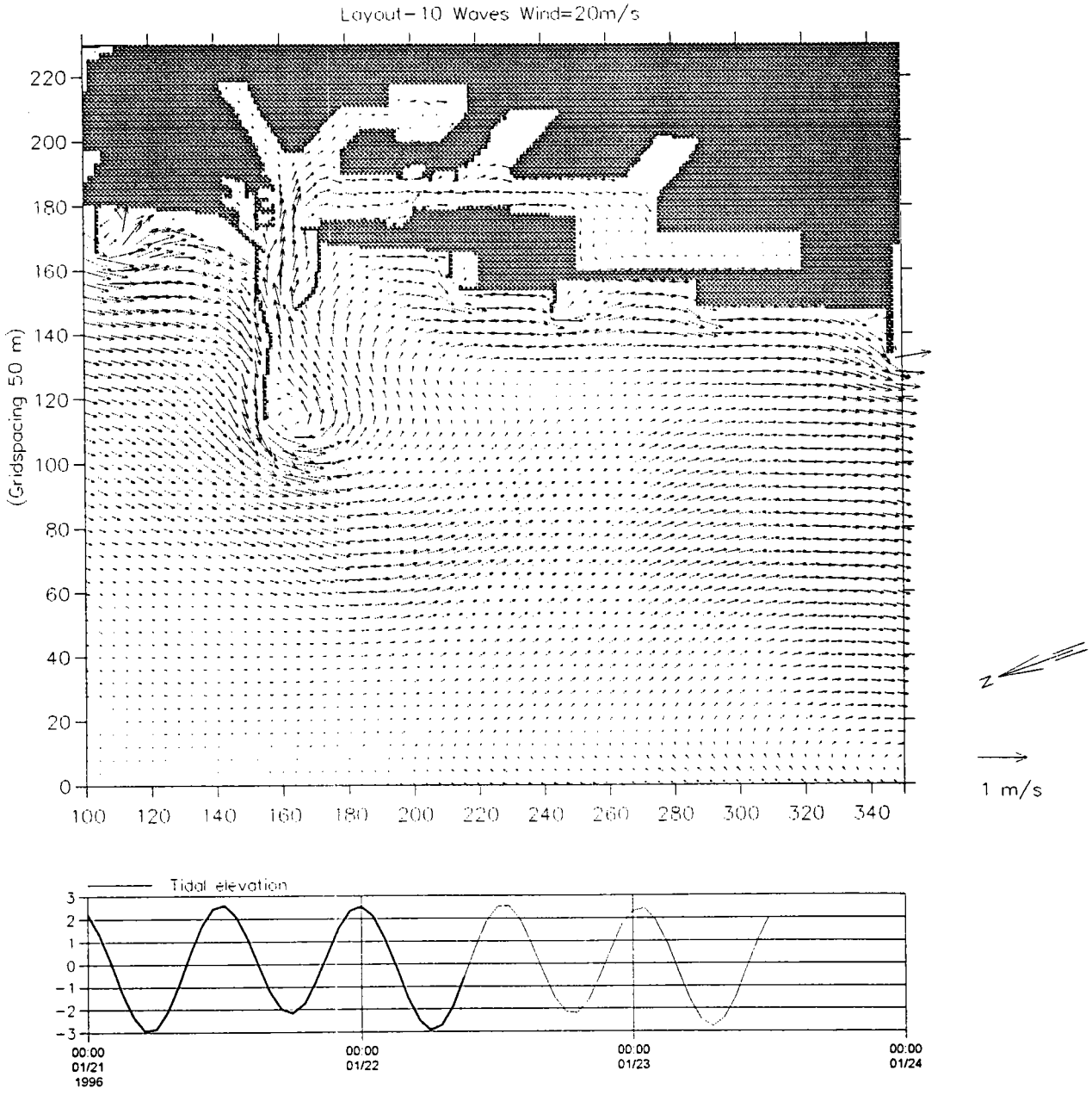


圖 2-29 台中港海域風驅流與風速之迴歸分析


Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

第參章 台中港港域海流數值模擬

3-1 海流模擬計算回顧

台中港在北外防波堤延伸 850 公尺前曾先後於民國 71 年及 77 年委託港灣技術研究所配合海象調查[6][7]進行港口海流數值模擬計算，民國 77 年中華顧問工程司爲進行「台中港港口擴建計畫評估研究」[1]亦曾委託荷蘭 PRC 工程顧問公司辦理港口相關之海流數值模擬計算，同時並進行 Fast Time 之操船模擬。當時 PRC 公司係採用 REFRAC 及 CURMO 二程式分別計算波浪及風與潮造成之海流。

PRC 公司之 REFRAC 程式係以折射理論計算波浪由外海入射至近岸之折射係數，在考慮波浪淺化、碎波及底床摩擦能量消散等作用下，估算近岸區波浪之波向及波高值，進而計算波浪引起之輻射剪應力，作爲 CURMO 程式波浪影響因子之輸入資料。

CURMO 程式則係以動量平衡及流體連續性觀念，藉差分法計算水面因外力作用或不同水面高程差造成之海水流動。外力因素除潮位因素外已導入波浪造成之輻射應力及風之剪應力，故波浪及風所產生海流之效應加上潮汐因水面高程差異所產生之潮流，可同時於計算中顯現。根據中華顧問工程司之研究報告[1]知道，當時之計算條件於參考實際海氣象調查資料分析結果後，曾研選三種風速及波浪條件進行數值模擬，其研選之條件摘列如下：

條件 A

風：$U_w : 15m/\sec,\quad Dir = NNE$

浪：$H_s = 2.5m,\quad T_z = 7.0\sec(T_p = 9.0\sec),\quad Dir = N,$

條件 B

風：$U_w : 20m/\sec,\quad Dir = NNE$

浪：$H_s = 3.5m,\quad T_z = 8.0\sec(T_p = 10.4\sec),\quad Dir = N,$

條件 C

風：$U_w : 25m/\sec,\quad Dir = NNE$

浪：$H_s = 4.0m,\quad T_z = 8.5\sec(T_p = 11.0\sec),\quad Dir = N,$

另爲配合不同計算目的(波浪及海流)及精度需要，共以四種網格分別處理計算海域。各網格涵蓋範圍如圖 3-1 所示。茲將各網格之範圍及分割方式摘述如下：

1.A 網格(Refraction Model)

主要供 REFRAC 程式計算波浪折射所需，因主要波浪爲 N 向約略平行海岸，計算範圍涵蓋台中港區及大安溪以北海岸，面積 9× 25km^2，網格間格 250m。

2.B 網格(Coarse Grid Model)

本網格主要計算恒流及潮流之流況變化，計算範圍 20× 30km^2，網格間距 1,000m。

3. C 網格(Fine Grid Model)

因 B 網格間距較寬，對於近岸較複雜地形之流況較難模擬，故另進行較精確之 C 網格計算，其範圍 7 × 10km^2，間距 250m。C 網格四週邊界條件，採 B 網格所計算之水位及流速作輸入資料，再加上風及浪產生之剪應力。所得成果並與實測資料驗證，憑以修正有關輸入資料及係數，以建立一較正確之模式。

4. D 網格(Detail Model)

D 網格主要供各擴建方案流況計算所採用。但其間距較小，精確度較高。計算範圍 5.5 × 4km^2， 網格間距 125m。其邊界條件處理及風、浪外力之輸入同 C 網格。

台中港附近海域之波浪，當時經 PRC 公司以 REFRAC 程式模擬計算， 結果如圖 3-2 所示。海流之計算，引用條件 B 並配合民國 70 年 12 月 1 日 22 時至 12 月 2 日 14 時之潮位以 CURMO 程式計算，所得部分之計算結果如

圖 3-3 所示。

台中港於民國 83 年底完成第一期第二階段擴建工程延伸北外防波堤 850 公尺後，爲因應船舶大型化之發展並爲確保第三代 3,000TEU 級以上貨櫃輪等大型船舶進泊台中港之安全性，隨即於民國 84 年委託港灣技術研究所辦理「台中港港口段航道設置減風設施可行性研究」[9]，於該研究中，爲研擬台中港港口段及航道設施配置之改善措施及爲進行即時(Real Time)操船海象環境設定之需要，因此，港灣技術研究所乃自丹麥水力研究所(DHI)引入 MIKE21-NSW 及 MIKE21-HD 等海象水理計算模組，同時並進行台中港現況之海流模擬計算。

MIKE21-NSW 模組係以波作用能譜密度守恒方程式爲主體之近岸波浪計算模式，該模式可有效地模擬短週期波浪在近岸海域之傳播過程，並可考慮季風作用與海岸地形變化所造成的波浪折射、淺化等效應以及因底床摩擦與波浪碎波所造成的能量減衰。在此，其最重要之功能爲模擬計算並提供 MIKE21-HD 所須之波浪場資料。MIKE21-HD 爲海流模擬計算之核心模組，該模式之建立主要以水深積分後之二維水動力系統方程式爲主，能考量波浪作用力、潮汐水位變化、風、大氣壓力、地球自轉柯氏力、海底底床摩擦及水流渦度特性等因素。配合計算區域適當之邊界條件設定及應用後，可模擬計算海域逐時之水位變化及海流流況。

台中港港域第一期第二階段擴建工程延伸北外防波堤 850 公尺後，應用 MIKE21-NSW 模式，設定外海入射波高 3.5 公尺；週期 8 秒；波向爲 NWN 之近岸計算波高與波向結果如圖 3-4 與圖 3-5 所示；圖 3-6a 至 g 爲上述波場在不同水位下所對應之純波浪引起之近岸流場。觀察各圖可知，在台中港海域北淤沙區上，近岸流最大流速約發生在三米等深線附近，且因波浪入射方向之關係，北防波堤以北淺灘區之近岸流流向大多偏東北流動，在北防沙堤以南海域並有離岸流產生，流向則偏爲西北方向。圖 3-7a 至 c 爲應用 MIKE 21-HD 模式計算海流之各型尺度地形範圍。引用新竹及芳苑潮測站之潮位爲邊界控制條件，於無風速影響下，台中港海域純潮位變動產生之海流模擬計算結果如圖 3-8a 至 d 所示。現況台中港海域 ST-1、ST-2 及 ST-3 等三海象測站點位對應之計算海流隨潮位變化之逐時結果如圖 3-9a 至 c 所示；於強風速影響下，假設強風風速爲 15m/s 並於計算期間持續不斷作用，則強風與潮

位變動綜合影響所得之計算流場如圖 3-10a 至 d 所示；圖 3-11a 至 c 分別爲 ST-1、ST-2 及 ST-3 三海象測站點位對應之計算海流隨潮位變化之逐時結果。由於該研究進行期間，台中港域三海象測站尚未有對應之實測海流記錄，因此在三海象測站上並未進行計算結果核驗，唯當時計算之海流結果，若引用現今實測之海流特性加以檢視、比較後，可發現當時模擬計算之準確度仍甚高，圖 3-12 即爲台中港區漁港口計算與實測之驗證結果。

3-2 台中港現況海域近岸波浪數值模擬

近岸波浪數值模擬之目的主要在建立近岸波浪場資料，俾提供港口外廓堤防規劃及相關改善方案之參考，除此之外，其結果尚可提供近岸地區計算海流所須考慮之波浪作用力，同時並可提供港口外廓堤防遮蔽及港口內港池靜穩度計算之波浪依據。

3-2-1 近岸波浪計算模式

本研究使用 MIKE21-NSW 近岸波浪計算模式，該模式主要爲模擬短週期波浪在近岸海域之傳播過程，其中可考慮在季風作用下，受海岸地形變化所造成的波浪折射、淺化等效應以及因底床摩擦與波浪碎波所造成的能量減衰，此外，波流交互作用之影響亦可加以模擬。

本模式之特性爲一定常性(Stationary)及具方向性的多變數波浪模式，模式中波動平衡方程式的變數包含零階及一階頻譜動差函數 m_0 及 m_1，模式中輸入示性波波高 Hs，平均週期 T_m，平均波向 θ_m 與方向分佈係數(Directional Spreading Factor)n 以表示入射波浪頻譜分佈。基本方程式根據波浪頻譜之能譜密度守恒推導而得，以零階 m_0 及一階 m_1 的頻譜動差函數爲變數，將守恒方程式(Holthuijsen et.al., 1989)表示如下：

$$\frac{\partial (C_{gx} m_0)}{\partial x} + \frac{\partial (C_{gy} m_0)}{\partial y} + \frac{\partial (C_\theta m_0)}{\partial \theta} = T_0 \quad \text{.....(3-1)}$$

$$\frac{\partial (C_{gx} m_1)}{\partial x} + \frac{\partial (C_{gy} m_1)}{\partial y} + \frac{\partial (C_\theta m_1)}{\partial \theta} = T_1 \quad \text{.....(3-2)}$$

式中:

x 及 y ：卡式直角座標

θ ：波浪進行方向

$m_0(x,y,\theta)$ ：零階頻譜動差函數

$m_1(x,y,\theta)$ ：一階頻譜動差函數

C_{gx} 及 C_{gy} ：群波波速在 x,y 方向之分量

C_θ ：波向線與群波波向線角度變化率

T_0 及 T_1 能量與外力項

其中第 n 階頻譜動差函數之定義如下：

$$m_n = \int \omega^n A(\omega,\theta)\, d\omega \quad \text{.....(3-3)}$$

式中 ω 爲角頻率， $A(\omega, \theta)$ 代表各方向頻譜之頻譜密度，群波波速可由線性波理論得之，方程式左邊各項考慮波浪之繞射及淺化作用，而方程式右邊 T_0 和 T_1 則包括底床摩擦與波浪碎波之能量減衰以及風吹供給波浪成長之能量。

有關風吹供給波浪成長之關係，其公式乃採用美國陸軍工程兵團海岸保護手冊(SPM)深水海域之有限風域波浪成長的經驗公式。底床摩擦採用速度二次方來表示底床摩擦力，其中摩擦係數 C_{fw} 根據 Jonssen(1966)及 Swart(1974)之經驗公式可以尼古拉(Nikuradse Roughness)係數 K_N 表示。波浪碎波時能量消耗則採用 Battjes & Jannsen(1988)之表示式。有關模式輸出之波浪參數包括示性波高 Hs, 平均週期 T_m ，平均波向 θ_m 等，同時尙可計算近岸之輻射應力(Sxx, Syy, Sxy)分布，其主要在搭配水理模式應用時，用以提供近岸流所須之波浪趨動力。

3-2-2 模式建立與計算限制

依據 MIKE21-NSW 之基本控制方程式可知，計算波浪必須滿足零階與一階動差頻譜之守恒，同時在模式計算時，利用歐拉(Eulerian)有限差分之方法，配合格網化地形，以求解各格網點的波浪頻譜變數(波高 H_s ，週期 T_m ，

波向角θ_m)等。由於數值解析過程係以 x 軸(波浪行進方向)爲差分行進方向(Once-Through March Procedure)，故模式建立時，必須考慮以西邊邊界(x=0)爲波浪入射方向，同時爲能獲得較精確之結果，邊界上入射波向之角度不宜太大(一般均在 60°以內)，以避免輸入非對稱性(Unsymmetric)之波浪頻譜條件。因此本研究波浪模式之建立，除必須依據不同波浪氣候條件(經常性與極端性)，建立不同波向入射之波浪模擬領域外，計算中尚必須考慮下列因素：

(1)模式計算範圍必須涵蓋研究區域(Interest Area)，且同時應考慮能提供水動力學模式計算所需之輻射應力分析與沿岸流計算之邊界條件。

(2)由於 MIKE21-NSW 可提供計算沿岸流流場之動力，而沿岸流流場主要係由於波浪碎波後所產生之水流(Longuet-Higgins, 1964)，因此模式格網之間距必須足以解析此現象(一般而言，破碎帶內至岸線至少必須有 5～6 個以上之格點)。

(3)網格間距及波向之分割必須滿足下列計算之穩定條件：

$$\frac{\Delta x}{\Delta \theta} \le \frac{1}{2}\frac{d}{\nabla d} \quad \text{.....(3-4)}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} \ge 2\tan\theta \ (\textit{Holthuijsen et.al}, 1989) \quad \text{.....(3-5)}$$

$$\frac{C_{gy}\Delta x}{C_{gx}\Delta y} + \frac{C_\theta \Delta x}{C_{gx}\Delta \theta} \le 1 \ (\textit{Abbott}, 1979) \quad \text{.....(3-6)}$$

其中Δx、Δy、$\Delta\theta$分別爲格網間距與波向角間隔，C_{gy}、C_{gx}、C_θ參見本章 3-2-1 節之定義，d、∇d爲水深與底床坡度。

(4)模式計算時間(CPU)與檔案存取空間

在解析度許可之情況下，電腦計算時間之久長與磁碟容量必須兼顧。

3-2-3 參數與邊界條件設定

MIKE21-NSW 模式計算結果之可靠性與準確性，除受模式解析方法與

控制方程式之假設所限制外，模式建立時，邊界條件之設定與模式相關經驗參數的正確性亦有著密切的關係。有關本模式之相關參數與邊界條件之設立如下：

(1)底床摩擦(Bottom Dissipation)

本模式可考慮淺水區中底床摩擦對波能消散之影響，依據底床摩擦力爲速度平方之關係，可將其消散波能表示如下式：

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-1}{8\pi^{1/2}} \frac{C_{fw}}{g} \left[\frac{\omega H_{rms}}{\sinh(kd)} \right]^3 \quad \text{.....(3-7)}$$

式中 $E = H_{rms}^2 / 8$

ω ：角頻率

k ：波數

d ：水深

H ：波高

C_{fw} ：底床摩擦係數

其中底床摩擦係數 C_{fw} 可利用 Jonssen (1966)及 Swart(1974)之經驗公式，以尼古拉糙率係數(Nikuradse Roughness Parameter) K_N 表示如下：

$$a_b / K_N < 2; \quad C_{fw} = 0.24$$

$$a_b / K_N \geq 2; \quad C_{fw} = \exp(-5.977 + 5.213(a_b / K_N)^{-0.194}) \quad \text{.....(3-8)}$$

式中 a_b 爲底床水粒子之運動振幅。

本研究中以 $K_N = 0.002m$ 爲模式區域內之糙率係數，但不考慮底床摩擦損耗對波浪週期之影響。

(2)碎波

本模式中考慮波浪碎波之能量損失主要乃根據 Battjes & Janssen(1978)之

經驗公式：

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-\alpha}{8\pi} Q_b \omega H_m^2$$

$$\frac{1-Q_b}{\ln(Q_b)} = -\left[\frac{H_{rms}}{H_m}\right]^2 \quad \text{.....(3-9)}$$

式中

E： 波能

ω：角頻率

H_{rms}：波高均方根值

Q_b：碎波量之大小

H_m：最大容許波高

其中最大容許波高

$$H_m = \gamma_1 k^{-1} \tanh(\gamma_2 kd/\gamma_1) \quad \text{.....(3-10)}$$

上式中 k 爲波數，d 爲水深，係數 $\alpha, \gamma_1, \gamma_2$ 在模式中分別爲 1.0、1.0、0.8，碎波對頻譜週期之影響忽略不計。

(3)吹風成長

本模式依據台中港北防波堤堤跟處風測站之實測風速記錄輸入，惡劣風速條件下，風速以平均風速 15m/s 及 20m/s 表示，風向以 NE 設定。

(4)波浪分散

本研究中控制方程係採用有限差分法求解，其中考慮波浪頻譜能量分佈將受水深淺化、折射以及底床摩擦、碎波等之影響，因而在計算時將波浪頻譜能量離散化(Discretization)；即根據波浪頻譜之能量分佈，在格網內藉數個波浪擴散方向以描述波浪進行時能量擴散之現象，其表示方式如下:

$$E(\theta_i) = E_t D(\theta_i) \quad \text{.....(3-11)}$$

式中 $E_t = H_s^2/16$ 表示波浪各方向之總能量，方向分散函數 $D(\theta_i)$ 可定義如下：

$$\left.\begin{aligned} D(\theta_i) &= \beta\cos^n(\theta_m - \theta_i);\quad |\theta_m - \theta_i| \le \theta_d \\ D(\theta_i) &= 0;\qquad |\theta_m - \theta_i| > \theta_d \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(3\text{-}12)$$

式中 β 爲頻譜正規化參數，n 爲方向分散係數，θ_m 平均波向，θ_d 爲最大波向角。

在本模式計算中，波向以平均波向角爲中心，並用波向角間距 $\Delta\theta = 10^o$，切割爲 13 個波浪分散方向來加以計算波浪能量擴散之現象，另外方向分散係數(Directional Spreading Factor)以 n=128 設定。

(5)邊界設定

本模式解析方法乃是設定 x 軸爲波浪前進方向，同時配合波浪分散角度與 Y 軸方向之有限差分，因而一般以模式西邊邊界(X=0)作爲外海入射波浪條件之輸入,即依據所需模擬之波浪氣候給定其波浪頻譜特性參數(示性波高 H_s、平均週期 T_m、平均波向角 θ_m、以及方向分散係數 n)，而模式區域南邊(y=0)、北邊(y=ymax)邊界則考慮爲對稱性(Symmetric)邊界條件，在東邊邊界(X=Xmax)上假設波浪傳出模擬區域之外，不使波浪反射回計算區域內部，即爲吸收邊界(Absorbing Boundary)；此外，對模式中所有陸地邊界之處理亦採取吸收邊界，即不考慮波浪在淺灘處之溯上與反射之效應。

3-2-4 計算範圍配置與條件

本研究中，近岸波浪計算之範圍及結構物配置係以台中港北外防波堤延伸 850 公尺後之現況爲依據，地形資料採用台中港務局提供之民國 83 年水深測量結果再結合海圖地形輸入。計算之波浪條件參考相關報告之統計特性及試驗條件後選定如下：

(1)大域計算條件

平均波向: NE; 示性波高: 3.0 公尺; 平均週期: 8 秒,

平均風速: 15m/s 及 20m/s; 平均風向: NE

(2)小域計算條件

自大域計算結果中截取小域計算邊界上所需之波浪條件。

3-2-5 近岸波浪計算結果及驗證

根據大域及局部區域近岸波浪之計算結果，台中港干潮及滿潮時近岸海域現況冬季經常性波浪波向與波高分佈可得如圖 3-13a 及 b 所示。在北外防波堤延伸 850 公尺前，中華顧問工程司亦曾對本區域波浪進行計算，結果如圖 3-2 所示，比較圖 3-13 及圖 3-2 可知，僅管台中港自民國七十七年來外廓設施已作若干改變，近岸水深亦多變化，但就波浪折射之總體結果而言，其間之差異仍甚有限。依據圖 3-13 之計算結果分析，現況北外防波堤堤頭，因其水深在 22 米左右， 對於 8 秒週期之季風波浪而言，波浪之行進尚未有水深明顯之影響，因折射淺化效應引起之波高變化亦不大，以外海入射波高 3.0 公尺估計，其淺化係數約爲 0.83。北外防波堤以北之岸灘區，因水深大部分皆在 10 米以內，因此波向變化較大，近岸地區波向甚至可約轉爲西北向入射。此計算結果可參考 1993/12/08 台中港區 SPOT 衛星之波場影像加以比對驗證。

至於台中港海域之碎波波高及水深，依 Munk(1949)之研究結果，其約可依下式估算，

$$\frac{H_b}{H_o'} \cong \frac{1}{3.3\,(H_0'/L_0)^{1/3}} \qquad (3\text{-}13)$$

$$\frac{d_b}{H_b} \cong 1.28 \qquad (3\text{-}14)$$

上列式中，H_b 表碎波波高，d_b 表碎波水深，H_0' 爲未受折射效應影響前之入射波高，L_0 爲深海波長。將本研究近岸之波浪條件代入估算可得，台中港週期 8 秒，波高 3.5 公尺之外海入射波浪其碎波波高可達約 2.78 公尺，

碎波水深約在 3.56 米左右，對照台中港現況水深圖知道，其碎波線當在 5 米水深等深線以內，離岸線約 1 公里左右，與現況北外防波堤堤頭之距離則在 1.5 公里以上。依美國工程兵團海岸保護手冊建議採用之沿岸流流速公式(參考本研究第二章 2-2-4 節)，使用底床坡度 m=1/200，$H_b = 3.0m$，$\alpha_b = 35^o$估算可得碎波帶內最大沿岸流速約爲 51cm/s，亦即台中港在冬季經常性波浪作用下，北外防波堤以北的岸灘區將存在有大小約一節左右之沿岸流，由於現況北外防波堤堤頭離碎波線距離在 1.5 公里以上，水深又達 22 米左右，依此估計，近岸流速應尚不致於會對港口流況造成影響。

3-3 台中港現況海域海流數值模擬

本研究中，海流數值模擬之主要目的乃在探討台中港北外防波堤延長 850 公尺後，現況港口附近之海流型態及特性，並提供台中港現況進泊大型船舶操船模擬所需之流場資料，同時並可配合作爲現況港口設施再改善之評估依據。

台中港近岸海流除受台灣海峽大尺度恒流及海潮流所控制外，甚且受風趨流、近岸流及防波堤等突出結構物與地形之影響，海流組成之複雜度甚高，詳見本研究第二章各節之說明，短期內欲通盤考量全部構成因素應非容易之事，但爲能有效掌握台中港港口附近海流之變化型態與特性，本研究因此將就各影響海流之因素中，配合台中港局部區域之特性後，擇其要者，考量波浪、潮汐與風之因子，進行台中港港口現況海流之數值模擬。

3-3-1 海流計算模式

理想的海流計算模式應可配合研究區域之局部需要，將局部區域會影響海流之構成因素儘量納入，經評估結果，本研究選用之計算模式爲丹麥水力研究所研發之水動力計算模式 MIKE21-HD。

丹麥水力研究所研發 MIKE21-HD 模式主要基於目前世界各國使用之同等模式均採用相同之學理，但該模式經丹麥水力研究所整合開發後，其可提供使用者極佳之操作環境、極快速之運算速度及良好之技術服務，使用紀錄

甚爲良好。並且該模式目前在國際上有爲數眾多之使用者，其中包括許多主要港埠單位如新加坡港等，在國內則有海洋大學河海工程系、成功學水工試驗所、中興工程顧問社及中華顧問工程公司等使用。

MIKE21-HD 模式能夠考量波浪作用力、潮汐水位變化、風、大氣壓力、地球自轉柯氏力及海底底床摩擦等因素，可模擬海水位變化及海潮流流況。河川流量型態之流源(Source)或如蒸發損失型態之流陷(Sink)，此模式亦皆可加以考慮。研究區域之海水位變化及海潮流流況係以時變性之二維方格網系統加以計算解析。

該模式計算主要在求解平面 X 及 Y 方向之水深平均連續方程式及動量守恒方程式，其計算輸出結果則包括每一計算時階及格網點上之水深 $(h+\zeta)$、X 方向通量 p 及 Y 方向通量 q，根據這三個基本物理量及地形資料，可推導出每一計算時階及格網點上相對應之海水位變化、X 方向流速、Y 方向流速、合成流速(純量)及流向。流場模式校正可藉調整底床摩擦係數(型態及大小)、消散係數(型態及大小)及風摩擦係數(常數或變數)等加以完成。主要之控制方程式如下：

連續方程式:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial q}{\partial y}=I-e \quad \text{.....(3-15)}$$

運動方程式:

X 方向：

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \zeta}{\partial x}+\frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}$$
$$-\frac{1}{\rho_w}\left[\frac{\partial}{\partial x}(h\tau_{xx})+\frac{\partial}{\partial y}(h\tau_{xy})\right]-\Omega q-fVV_x+\frac{h}{\rho_w}\frac{\partial}{\partial x}(P_a)=0 \quad \text{.....(3-16)}$$

Y 方向：

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{q^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \varsigma}{\partial y}+\frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}$$
$$-\frac{1}{\rho_w}\left[\frac{\partial}{\partial y}\left(h\tau_{yy}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(h\tau_{xy}\right)\right]-\Omega p-fVV_y+\frac{h}{\rho_w}\frac{\partial}{\partial y}(P_a)=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}17)$$

上列式中，各符號說明如后：

$\varsigma(x,y,t)$：水位變化(m)

$p,q(x,y,t)$：x 及 y 向之流量強度$(m^3/s/m)=(uh,vh)$；

$u,v(x,y,t)$：爲 x 及 y 方向之水深平均流速

$h(x,y,t)$：水深

I：單位平面源流之大小$(m^3/s/m^2)$

e：蒸發損失率(m/s)

$C(x,y)$：Chezy 阻力係數$m^{1/2}/s$

g：重力加速度(m/s^2)

$f(V)$：風摩擦係數

$V,V_x,V_y(x,y,t)$：風速及其 x 及 y 方向速度分量(m/s)

$\Omega(x,y)$：柯氏(Coriollis)參數，與緯度有關(S^{-1})

$P_a(x,y,t)$：大氣壓力$(kg/m/s^2)$

ρ_w：水密度(kg/m^3)

x,y：空間座標(m)

t：時間(s)

τ_{xx}、τ_{xy}、τ_{yy}：有效剪應力分量

3-3-2 模式建立與計算限制

本計算模式爲時變性水深方向積分之二維模式，使用變方向隱式有限差分法(ADI FDM)求解，模式之穩定條件依水動力學計算之一般準則，時間間距必須滿足 Courant Number：小於 1 之限制，故計算中，時距可依計算變數

之最大訊息傳遞速度C_{max}及空間格距大小Δx決定如下：

$$\Delta t_{max} = \frac{\Delta x \cdot C_r}{C_{max}} \quad \text{.....(3-18)}$$

在計算範圍確立上，由於其直接關係計算邊界條件之控制，邊界條件選取及設定之良窳將嚴重影響計算結果之精度，因此計算範圍一般依據現有水位站劃定，另爲檢核計算結果，計算之研究區域內尙應有水位及流速測站資料可供配合驗證。必要時，當進行水理資料之短期實際觀測。

3-3-3 參數設定

水動力計算模式必須設定之參數如下:

(一)底床摩擦係數

底床摩擦係數一般可選擇 Chezy Number (C)或使用 Manning Number (M)表示，兩者之關係爲$C = Mh^{1/6}$，h 爲計算區之水深，C 及 M 之單位分別爲$m^{1/2}/s$及$m^{1/3}/s$，且 M=1/n，n 爲一般文獻使用之 Manning Number。當計算區域水深變化較大時，建議使用 Manning Number，其選用範圍約在 20 至 40 間，一般可選用 M=32。而 Chezy Number 之值域介於 30 至 50 間，考量摩擦係數隨水深變化時可選用 Chezy Number。本研究計算選用 M=30。

(二)風摩擦係數

風摩擦係數主要用來計算風剪力之大小，其係數一般可依下式計算：

$$f(V) = \begin{cases} f_0 & for \quad V < V_0 \\ f_0 + \dfrac{V - V_0}{V_1 - V_0} \cdot (f_1 - f_0) & for \quad V_0 \le V \le V_1 \\ f_1 & for \quad V > V_1 \end{cases} \quad \text{.....(3-19)}$$

式中

$$\left.\begin{aligned} f_0 &= 0.00063, \quad V_0 = 0\ m/s \\ f_1 &= 0.0026, \quad V_1 = 30 m/s \end{aligned}\right\} \quad \text{..... (3-20)}$$

本研究計算選用 $f_0 = 0.0016; V_0 = 0\,m/s,\quad f_1 = 0.0026;\quad V_1 = 24.0\,m/s$

(三)渦度係數(Eddy Viscosity)

渦度係數(E)主要用來計算動量方程式中之紊流效應，藉以阻滯(Damping)短波之長向振盪及表現小網格之尺度影響，一般其大小必須滿足下列限制：

$$E \le \frac{\Delta x^2}{2\Delta t} \qquad (3\text{-}21)$$

並可依下式估算

$$E = 0.1 \times \Delta x \times V \qquad (3\text{-}22)$$

式中，Δt 爲時距，Δx 爲網格間距，V 爲流速。對於流場係隨時空而變化時，渦度係數尙可依 Smagorinski 觀念依下式估算，即

$$E = C_s^2 \Delta^2 \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 \right] \qquad (3\text{-}23)$$

U,V 表水深平均之 X 及 Y 向流速分量，Δ爲網格間距，C_s 可於 0.25 至 1.0 間選用。綜觀上述，E 之大小與時距及網格距皆有分不開之關係，本研究中依格距大小不同選用之 E 值分別如下:

$$E = 25;\quad \Delta x = 500m$$

$$E = 25;\quad \Delta x = 100m$$

$$E = 6.0;\quad \Delta x = 50m$$

3-3-4 計算範圍

理想上台中港區之海潮流模擬應包括台灣海峽總體流場模擬，但依據丹麥水力研究所曾對台灣海峽總體海潮流流場進行研究之結果顯示[10]，若研究海域在台中以南，模式範圍涵蓋台灣西海岸至澎湖群島則可正確地掌握該區海域海潮流特性，但台中以北海域，限於計算範圍及邊界條件之掌握， 仍

以局部區域考量爲宜。因此本研究不對台灣海峽總體流場進行模擬。計算範圍僅就研究海域邊界條件效應、模式校正及驗證所需資料之數量加以考量並決定。

由於海流數值模擬計算最困難之事即在計算區域上之邊界條件設定，正確且品質良好之邊界條件爲海流數值模擬計算準確成功之先決條件。根據資料收集結果[11]知道，台中港南北兩側具有充足潮汐水位資料之海氣象測站甚爲有限，南側最近測站僅有芳苑一站，北側則需遠至苗栗方有大安潮位站可供應用，因此大小之計算區域爲精度要求之考慮乃分別選定如圖 3-15a、b 及 c。網格間距分別爲 500 公尺、100 公尺及 50 公尺，各計算區域所涵蓋之計算範圍分別爲 60× 62.5 平方公里及 18.4× 12 平方公里，各計算區域位置、範圍及相關之地形如圖 3-15a、b 及 c 所示。海測之計算範圍或其邊界線依海圖恒流方向而劃定，亦即大域計算區域之海側邊界係取其平行於恒流方向，此考量主要在實際計算時可方便設定海側之邊界條件。至於小域計算區域之海側邊界條件將由大域計算結果中萃取。

3-3-5 邊界條件

依據台中港海流計算範圍之設定，在大域計算區域上，計算區域南側邊界將引用芳苑潮位站之驗潮結果做爲南側水位變化之控制，北側則引用大安漁港潮位站之驗潮結果做爲北側水位變化之控制，西側之控制邊界因其距海岸線已達約 60 公里，且其又取與恒流方向平行，因此在大域海流計算中， 計算之海流將僅有沿西側邊界運動之速度量，垂直西側邊界運動之速度量將不存在。完成大域海流計算後，小域海流計算區域之各側邊界條件，如流速或水位時變量將可自大域海流計算結果之相關位置上萃取，並據以進行小域之海流計算模擬，局部區域海流計算之邊界條件，依上述方法亦可自小域海流之計算結果中萃取其相對位置上之邊界條件。經過大域、小域及局部區域網格計算之變換，台中港區之海流及水位變化特性即可精細地計算求得。圖 3-16 所示即爲大安、台中及芳苑三潮站，依驗潮調合常數預報所得之潮位變化圖。

3-3-6 潮汐特性比較

台中港區海流數值計算，除邊界條件必須引用鄰近潮位站之潮位資料外，爲驗證之需要，台中港區本身之潮位資料亦是不可或缺的，以下將就本研究使用之潮位站潮汐資料特性做一簡要之比較：

(1)芳苑驗潮站 1994 年 1 月潮汐之實測資料如圖 3-17 中之實線所示，由圖可看出，芳苑驗潮站近年僅能記錄平均水位以上之資料，欲用其作爲潮汐分析及預報將甚困難，但爲邊界條件引用之需要，經向台灣省水利局洽取民國 78 年 6 月至民國 79 年 6 月之完整記錄後，經潮汐分析可得芳苑 60 個分潮振幅及遲角如表 3-1 所示，引用一般潮型之分類指標：

$$R = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad \text{.....(3-24)}$$

上式中，K_1、O_1、M_2及S_2爲其各別對應之分潮振幅大小

當 $R < 0.25$爲半日潮型

$0.25 < R < 1.5$爲混合潮型

$1.5 < R$爲全日潮型

將表 3-1 芳苑之分潮振幅代入上式計算，得芳苑潮型指標 R 值爲 0.217，因此芳苑之潮型屬半日潮型態。將芳苑 60 個分潮參數用於潮汐預報，結果如圖 3-17 中虛線所示，比較芳苑驗潮站之實測潮位後可知，預報與實測實際上頗爲吻合。

(2)台中港驗潮站設於北泊渠#4A 碼頭附近，其各分潮振幅參數[12]如表 2-11 所示，實測及預報潮位比較如圖 3-18 所示。台中港之潮型依潮型指標判定其亦屬半日潮型態，潮型指標 R=0.191，半日潮型態甚爲明顯。且每月大潮約有一至二次，實測與預報潮位吻合度亦甚佳。

(3)大安驗潮站各分潮振幅參數依據英國皇家海軍之潮位表[11]可查得，如表 3-2 所示，潮型指標 R=0.193，亦屬半日潮型，且與台中港潮測站之潮型指標 R=0.191 頗爲接近。但缺實測資料，故本測站預報之準確度尚待驗證。

(4)台中港、芳苑及大安漁港之潮汐型態，根據以上之分析可知其皆屬半日潮

型，但將三測站同時期之潮汐水位做一比較，結果如圖 3-19 所示，由圖觀察三潮位站 1996/02/04 第二次滿潮及 1996/02/05 第一次干潮之潮時可知，芳苑及大安分別位於台中港之南北兩側海岸，但台中港之滿潮及干潮潮時最早，大安次之，最慢者反而是芳苑。此現象配合台灣四周海岸之預報第一次滿潮時刻等時分布圖，圖 2-11，亦可得知，早期依潮時而推論潮波在台灣海峽中部海域匯聚或分離之觀念是有待再檢討地。而圖 3-19 中滿潮及干潮之特殊差異現象僅足說明，潮汐水位變化在台灣海峽內係以台中港海域爲振盪之對稱水域而已。

(5)由於潮波在台灣海峽中部海域之特殊振盪現象，由圖 3-19 尙可明顯判知，大安潮差最大，台中港次之，芳苑潮差最小。僅管如此，在大潮期間，芳苑之最大潮差亦約高達 3.5 公尺，同時間，台中港與大安之最大潮差則高達約 4.5 公尺。

(6)就漲退潮之潮位時變率而言，台中港與大安之潮型與潮差甚接近，最大時變率皆接近每小時 1.1 公尺，而芳苑漲退之時變率則僅有每小時約 80 公分左右。

3-3-7 計算條件

爲配合本研究計算與實測海流之驗證及操船模擬海流環境設定之需要，並爲充分瞭解潮汐與冬季季風所造成之海流對台中港港區之影響，海流數值模擬計算條件將以 1996 年 1 月冬季期間之潮汐變化爲主要計算依據，計算期間有 1996/01/21 00:00:00 至 1996/01/23 12:00:00 與 1996/01/25 06:00:00 至 1996/02/06 08:00:00 兩段，計算期間大安、芳苑及台中港真時潮位如圖 3-20 所示，其中芳苑站之潮位將用爲大域計算區域南側邊界之控制水位，大安漁港站之潮位將用爲北側邊界之控制水位，台中港站之潮位則保留做爲計算結果之檢證。

至於冬季季風期間之海潮流流況模擬，在驗證計算中，直接應用台中港北堤風速測站實測風速之逐時記錄，如圖 2-24 或圖 2-25 所示，強風爲上述風速之 1.3 倍，勁風則以 1.5 倍設定。操船海流模擬計算中，風速分別以平

均風速 15m/s 及 20m/s 應用，風向 NE，全計算期內以恒方向、恒大小作用模擬。

3-4 大域網格海流模擬結果與驗證

台中港海域大域計算區域如圖 3-15a 所示，最南邊爲芳苑，最北側爲大安，潮位邊界值如圖 3-20 所示，實測風速與海流如圖 2-24a 與圖 2-25a 所示。由圖 2-24a 中觀察台中港北堤風速測站(ST-7)實測之風速可知，在 1996/01/23 至 1996/02/06 期間，台中港風速一般皆甚強，風速平均在 10m/s 以上，且風速變強時，海流流速亦明顯增大，潮位高低之影響反而不明顯。在大域計算中爲模擬實測海流隨風強弱變化之特性，本研究曾嚐試以實測風速應用於模擬計算中，唯計算結果經與實測海流資料比對驗證後，發現計算所得之海流其受風強弱影響之特性雖可展現，但流速之大小普遍偏低，經不斷檢討改善後，發現在北堤風速測站之實測風速大小，在模擬計算應用中若能以 1.3 至 1.5 之比例調整，則台中港區之海流模擬計算結果將甚符合實測之特性。於本研究中因此定義“強風”條件係指應用風速爲實測風速之 1.3 倍，而“勁風”條件則指應用風速爲實測風速之 1.5 倍。圖 3-21a 至 n 即爲台中港海域大域計算範圍應用勁風條件所模擬計算之半日潮汐週期海流逐時分佈圖。圖 3-22 與圖 3-23 則分別爲 ST-1 及 ST-2 海象測站實測與計算海流之驗證比較結果。由圖 3-22 中，可明顯看出，在 ST-1 海象測站上，模擬計算與實測流速大小與方向皆甚吻合，尤其風速強盛時，其吻合度更爲良好，其他風速較弱期間，由於計算潮流強弱大小變化之影響，因此造成計算海流大小有於實測海流值上振盪變動之現象，此原因應係計算潮流大小太爲強盛所致。另在 ST-2 海象測站上，由圖 3-23 中亦可看出計算海流大小與方向之變化特性與實測結果亦甚一致，其中計算海流方向與實測值之些微偏差，應係在大域計算範圍中，台中港北外防波堤無法準確描述其位置與尺寸，因此、結構物導流之影響性無法展現所致。至於計算水位之準確性，由圖 3-22 中水位之比較圖可知，其與實測水位之一致性亦甚相符。

3-5 小域網格海流之模擬計算

小域網格潮流之模擬計算，主要在承繼大域網格之計算結果，並提供更細部計算區域所需之計算邊界條件。此外，因小域網格之格距大小已從大域網格中做適當之減縮，因此亦能輔助瞭解研究區域整體性較細緻區域之水理現象。

在進行小域網格模擬計算之前，爲能充分掌握計算區域內影響海流特性之主控要素，俾於計算中能有效納入，因此必須再對台中港海域不同海象測站實測所得之統計結果做進一步檢視。圖 2-26 及圖 2-27 分別皆爲台中港海域 ST-1，ST-2 及 ST-4 測站(測站配置位置如圖 2-10)實測所得之冬季海流流速方向分量分佈圖，比較圖 2-26 與圖 2-27 可知，台中港海域在冬季期間海流於不同期間相同測站上展現之特性其實甚爲一致。若以潮流橢圓圖之觀點及方式解讀圖 2-26 與圖 2-27 之實測結果，則由圖 2-26 中 ST-1 測站流速之分佈結果可輕易看出，在冬季期間，明顯地，強風風速將使風趨流轉變爲恒流方式，主方向爲西南，恒流平均大小約 20m/s。在風速較弱期間，海流之方向變異性較大，但大多分配在第一、四及第三象限上，此特性應係潮流在高低潮位之方向轉換所造成。而在 ST-2 測站上，由圖 2-26 亦可分辨海流方向明顯地集中於 NNW 及 WSW 方向，各方向亦皆有主恒流存在，大小各約 40cm/s 左右，仍依風速大小加以區別，則當冬季風速大時，ST-2 測站之海流因北外防波堤及其堤頭方向之牽引，原應向西南之風趨流改變爲西南西方向，潮流引起之方向改變亦可見於其中；當風速小時，由北北西向之流速分佈可判知，其應係台灣海峽之洋流在台中港區產生恒流所造成，當然，其中亦伴隨有潮流造成之流向改變特性，故而就 ST-2 之海流測站而言，不僅強風與潮流之影響因子須考量，風速小時，強弱約 30cm/s 至 40cm/s 之洋流形成之恒流亦值得重視。至於在 ST-4 測站之海流由圖 2-26 中分散於四象限之實測結果研判，其潮流之成分應甚大，且潮流高低水位造成之方向改變甚爲平均，但仍清楚可見其有 NNE 方向之恒流分量，而依現場實際觀測之位置推斷，其除受洋流支恒流影響外，冬季於台中港南外防堤西南側應尙有位置移動之環流流場存在。由於環流中心位置之移動，因此造成 ST-4 測站上海

流之大小甚平均，但方向則變動甚大。至於風速強弱之影響在 ST-4 測站上影響不明顯。圖 2-28 爲台中港區海域三海象測站夏季實測之海流統計分析結果，於圖中，觀察 ST-1 測站之結果可得，其海流主方向分布於東北及西南兩方向，此特性依夏季風統計結果得知，其應係夏季東北風及西南季風主控所形成，故而在 ST-1 測站上,夏季風速大小與方向仍是主導因子，而潮流之影響亦同時存在。在 ST-2 測站上，NNW 方向之恒流效應仍清晰可見，其強弱與方向分布特性與冬季時完全相似，但因季風之影響，在本站上，原有 WSW 方向之海流已減弱許多，成分甚微，但仍可清晰判知，本站之海流受西南季風影響甚大，因此實測之海流流向普遍在北北東方向，此應係漲退潮在本站區域形成之環流與西南季風之綜合影響結果，值得一提的是，在 ST-4 測站上，夏季尚有一西北方向之主要海流成分，大小約 13cm/s，此海流成分經對照 ST-2 測站之恒流方向與台中港外廓結構物之佈置綜合研判後，認爲在台中港海域，無論冬、夏季，皆有方向爲北至西北方向恒流存在，而此恒流流速大小在 13cm/s 以上，並隨海域之位置而變化，且對台中港區港口海域之海流特性有極重要之影響。

綜合以上之檢視、分析及討論後，應可確認台中港區之海流影響因子應不外乎風、潮流、恒流與結構物配置等項目。其中，波浪之影響因子由於海象測站之位置及水深一般皆在 10 米以上，故在檢視其成分時皆未將其列入，唯在近岸區，尤其水深在 5 米以內應亦有其貢獻。故而，小域海流模擬計算中，波浪之影響將納入考量，但北至西北方向之恒流模擬，由於其形成之原因及相關邊界條件設定尚有待進一步確認、探討，因此，恒流效應在本研究中並未含括。

3-5-1 無浪、勁風與潮影響之海流模擬計算

於無波浪效應及將台中港北堤風速測站逐時實測風速大小以 1.5 倍放大後，再考慮潮汐之影響，可得台中港港域之海流半日潮期間內逐時模擬計算結果，如圖 3-24a 至 m 所示。圖 2-25a 與 b 分別爲 ST-1 及 ST-2 海象測站上實測(以實線表示)與計算模擬(以點線表示)結果之驗證比較。由驗證圖比較

可知，自 1996/01/25 06:00 至 1996/02/06 06:00 共 12 天之模擬計算期間，ST-1 與 ST-2 之計算海流，其方向性與實測結果甚爲吻合，其大小之逐時變化，就整體性而言，一致性亦甚佳，只是計算海流之大小明顯會隨潮位高低而變化，流速變化之總幅度在 ST-1 測站約 40cm/s，在 ST-2 測站上則高達 80cm/s，但實測海流大小並未有明顯隨潮位漲落變化之情形，此不一致現象檢討其原因，應係實測海流時，儀器佈放係以單一水深代表全深度之流速分佈所致，另一原因則爲本研究之海流模擬計算模式係經水深積分平均後之二維水動力模式，基本上亦用單點位置之計算海流以表示全深度之流速分布。故對於實際海域各測點上之全深度海流之深度縱剖面變化，無論實測與計算皆無法精確表現。解決上述之問題，除實測上，深度縱剖面應多佈放流速儀觀測外，數值模式亦應配合還原爲三維模式，如此，實測與計算流速之變化特性應可更有效地加以掌握。

3-5-2 波浪、勁風與潮影響之海流模擬計算

將台中港北堤風速測站逐時實測風速大小放大 1.5 倍，同時加入深海波向 NE；週期 8 秒；波高 3 公尺之近岸波浪(圖 3-13a 及 b)與潮汐之影響，可得台中港港域海流半日潮期間內逐時之模擬計算結果，如圖 3-26a 至 n 所示，圖 3-27a 及 b 分別爲 ST-1 及 ST-2 海象測站上實測(以點線表示)與計算(以實線表示)結果之驗證比較。由驗證圖比較可知，自 1996/01/25 08:00 至 1996/01/27 18:00 共 2 日又 10 小時之模擬計算期間，ST-1 與 ST-2 之計算海流，其方向性與實測結果亦甚吻合，唯海流大小之逐時變化與波浪影響未計入時之計算結果一樣，計算海流之大小隨潮位高低漲落變化之影響仍甚明顯，相關之檢討原因與上一節相同，其應係實測所得之海流，以風趨流爲主要成分，而計算之海流，則爲風與潮綜合影響所致。

僅管實測與計算海流之大小有所差異，但因其方向之一致性甚爲良好，因此，可確認本研究針對台中港海域海流之模擬計算結果仍有其可靠之準確性。另爲檢視波浪對台中港域海流之影響性，仍於 ST-1 及 ST-2 海象測點上，選取圖 3-24 及圖 3-26 相對應海流模擬計算期間之計算結果進行比較，比較

結果分別如圖 3-28a 及 b 所示，由圖觀察可知，波浪之作用，其在 ST-1 及 ST-2 測站上並未展現其影響性，亦即在計算上，不論波浪之影響因素是否考慮，波浪對海流之影響在 ST-1 及 ST-2 測站上是不易察覺地。但在近岸區，如圖 3-28e 所示，於北淤沙區中點，水深約 2.5 米處，取點進行比較，結果如圖 3-28c 所示，由圖可明顯看出，在近岸區，波浪造成之海流，在波高 3.5 公尺，週期 8 秒，波向爲 NE 之入射波浪影響下，加入波浪之效應將促使近岸海流流速大小加強約 20cm/s。波浪在近岸區之影響可以想見，尤其，在碎波帶附近（依本研究第 4-2-5 節之估算，碎波水深約在 3.5 米左右），預計波浪造成之近岸海流應比 20cm/s 更強大。至於波浪形成之近岸海流，其對台中港現況內外防波堤口流速之影響，由圖 3-28d 及 3-28b 觀察可知，波浪之效應在冬季應無須作太多顧慮。

台中港海域考慮風、浪及潮影響之計算海流流場以箭矢向量圖可表示如圖 3-26a 至 n，但若以浮粒追蹤之方式展現，則自 1996/01/21 20:00 滿潮前 2 小時至 1996/01/21 22:00 正滿潮之計算海流流場每隔半小時瞬間之計算流場浮粒分布分別可用圖 3-29a 至 i 之型式表示。由於浮粒追跡之計算展現方式實際即代表流體顆粒運動之跡線(Pathline)及煙線(Streakline)，倘若流體顆粒可以水體內懸浮之固體微粒表示，則浮粒之濃疏分布結果將可類比爲計算海域之懸浮固體微粒之濃度分布，經由濃度分布圖亦可判別整體流場之運動型態。爲驗證以上之說明，並進一步檢視台中港海域計算海流整體之規模與準確性，經收集台中港海域冬季 SPOT 衛星影照片，分別如圖 3-30a 至 c 所示，觀察各衛星影像可清楚看出，台中港港區冬季海域水色具明顯之差異，目前，此水色差異所代表之特性雖尚有待判釋，但若將圖 3-30a 至 c 與圖 3-29a 至 i 相對照，可發現 SPOT 衛星影像之水色差異，實際即與用浮粒追蹤展現之計算海流流場相近似，尤其圖 3-30a 與圖 3-29a 或 b 相似；圖 3-30b 與圖 3-29f 或 g 相彷；圖 3-30c 則可用圖 3-29c 表示。可見在衛星影像上之水色差異，在未量化前，其特性與規模實際可應用於海流流場之計算驗證上。而經由以上衛星影像之配合驗證，亦可間接地檢視出本研究所計算之海流流場，雖實測與計算上，海流大小尚無法完全一致，但整體海流流場之規模與特性應有其準確性與可信度。

3-5-3 勁風影響之海流模擬計算

本項模擬研究主要在計算台中港海域純受勁風作用之海流流場。於計算中，忽略波浪與潮汐之影響，全計算海域內，計算水位如潮汐般變化但無空間之梯度存在，風速仍以台中港北堤風速測站逐時實測風速大小放大爲 1.5 倍考量。則自 1996/01/25 12:00 至 1996/02/06 00:00 共 11 日又 12 小時計算所得之部分半日潮期間之海流流場如圖 3-31a 至 n 所示，全計算期間在 ST-1 及 ST-2 測站與實測之驗證比較結果分別如圖 3-32a 及 b 所示。由驗證圖觀察，單純考量勁風影響計算台中港域之海流，其流速大小與方向性即與實測值甚爲接近，雖然在圖 3-32a 中，於 ST-1 測站上，海流方向有些微不準確，流速在強風期間亦有偏差，但在圖 3-32b 中，於 ST-2 測站上，海流流速與方向皆與實測值頗爲一致。由此可見台中港區冬季海流受季風影響之重要性。

關於本項計算結果另一值得一提的現象是，由於實際潮汐漲退之影響並未含括於本項計算中，因此，原出現於圖 3-25a 及 b 中在 ST-1 及 ST-2 測站上流速之振盪結果已不復見。圖 3-33a 及 b 即爲在 ST-1 及 ST-2 測站上，僅模擬計算水位如潮汐般變化與真實考量潮汐影響之計算比較結果，由圖 3-33a 及 b 觀察比較後可知，在本計算模式中，若考量真實之潮汐變化，則計算海流將反映潮流流速之往復振盪現象，但純水位之變化將使海流之模擬結果更爲平順，且於風速爲海流之主要影響因素時，更與實際海流特性契合。但在台中港北淤沙區中點之近岸海域及內防波堤口中央位置上，僅模擬計算水位如潮汐般變化與真時考量潮汐影響之計算比較結果，如圖 3-33c 及圖 3-33d 所示，首先觀察圖 3-33c 台中港北淤沙區中點之計算海流，由圖可知，僅管潮汐影響因素造成之流速大小振盪現象於 ST-1 及 ST-2 測站上甚明顯，但在近岸海域其效應則不顯著，亦即在近岸區域，由於計算水深不大，以二維模式模擬海流之流場其實已甚貼切，尤其在近岸海域，因水深已淺，全水深縱剖面之海流特性受風與潮之影響已可用單一水深之海流特展現，但在水深較大海域(如 ST-2 測站上，其水深達 25 米)，因海流受風作用之影響水深及受潮汐漲落影響之水深不一致，故而在同一水深縱剖面內，以單一水深測點實測或以二維模式計算海流將會有驗證上之不一致性產生。經由以上之驗證討論，亦可推斷，ST-1 及 ST-2 之海象測站，其海流實測值風趨流成分應居大

部分，至於潮流之往復振盪變化效果尚有待進一步以同測點另一測量水深之海流資料加以檢視。瞭解近岸區域海流受風及潮之影響結果後，再觀察圖 3-33d 台中港內防波堤口中點之海流計算比較，由圖可知，在結構物適當保護之水域測點上，不論計算水位設定如潮汐般變化或以真實潮汐變化模擬計算，兩者之間的差異是極其限的。

3-5-4 勁風與波浪影響之海流模擬計算

本項模擬研究主要在計算台中港海域受勁風及波浪作用之海流流場。於計算中，潮汐漲落之影響忽略不計，全計算海域內，設定計算水位如潮汐般變化但無空間之梯度存在。風速仍以台中港北堤風速測站逐時實測風速大小放大爲 1.5 倍考量。自 1996/01/25 12:00 至 1996/01/27 18:00 共一日又 10 小時計算所得之部分半日潮期間之海流流場如圖 3-34a 至 n 所示。全計算期間在 ST-1 及 ST-2 測站與實測之驗證比較結果分別如圖 3-35a 及 b 所示。在ST-1 測站上，觀察圖 3-35a 可得，計算海流之方向性，其與實測之差異甚微，而計算與實測海流之大小其差異則較大，尤其在風速較強勁期間，其最大差值可達 20cm/s，探究其原因應係計算中底床摩擦係數設定太高所致。另在 ST-2 測站上，觀察圖 3-35b 可得，不論流速大小與方向，計算與實測結果皆甚一致。至於波浪影響之比較，可參考圖 3-36a 至 d 台中港區不同點位(如圖 3-28e)之計算海流比較圖。首先觀圖 3-36a，可得台中港海域在 ST-1 測點上，波浪在流速大小上確有些微之影響，但對流向則幾乎無作用。再觀察圖 3-36b，可得台中港海域在 ST-2 測點上，由於水深甚大，雖然其位置位在台中港港口北防波堤堤頭附近，但 NE 方向波浪之影響性並不存在，亦即波浪引起之近岸流並無法因北外防波堤之導引而及於水深約 25 米之堤頭水域，當然對台中港港口海流之影響更無須顧慮。但觀察圖 3-36c，可得台中港海域在北淤沙區中點水深約 2.5 米之近岸水域上，波浪引起之近岸流速將比忽略其存在之情況約大 20cm/s，但海流方向不受影響。另台中港區內防波堤口中央水域，由於波浪引起之近岸流無法及於港口水域，因此對受結構物完全保護之內防波堤口中央水域而言，如圖 3-36d，其流速大小與方向受波浪之影響亦幾乎可忽略。但若台中港近岸海域除勁風與波浪影響因素外，尚包含潮流之

影響，則因潮汐漲落所形成潮流對海流之影響性可用圖 3-37a 及 b 加以評估比較，由圖 3-37a 及 b 觀察可得，潮流對近岸區域海流之影響將使台中港北淤沙區中點水域之海流流速大小減小最大幅度約 10cm/s 左右，但在台中港內防波堤口中央水域上，潮流反有增大流速之效果，最大增強幅度亦約 10cm/s 左右，尤其潮流將導致流向之部分改變。此結果說明，在台中港海域內，潮汐之影響對台中港港口外水域或許可用計算水位如潮汐般變化模擬，但港口內水域之海流，仍須以真實潮汐模擬較適當。

3-5-5 無浪、強風與潮汐影響之海流模擬計算

爲比較強風與勁風對海流之影響，於無波浪效應及將台中港北堤風速測站逐時實測風速大小以 1.3 倍放大後，再考慮潮汐之影響可得台中港域之海流半日潮期間內逐時模擬計算結果，如圖 3-38a 至 n 所示。圖 3-39a 與 b 分別爲 ST-1 及 ST-2 海象測站實測(以虛點線表示)與計算模擬(以實線表示)結果之驗證比較。由驗證圖比較可知，自 1996/01/25 06:00 至 1996/02/06 06:00 共 12 日之模擬期間，ST-1 與 ST-2 之計算海流，其方向性與實測值甚一致，唯計算海流之逐時大小明顯會隨潮位高低而起伏變化，但實測值則無此特性。若就計算海流一潮汐週期之平均大小而言，其與實測值仍是甚一致的。可見對台中港域之海流計算而言，採用強風條件仍可達成接近實測海流流速大小之應有準確性。

圖 3-40a 至 d 分別爲台中港域 ST-1、ST-2、北淤沙區中點及南內防波堤口中央採用強風(以實線表示)與勁風(以點虛線表示)之計算海流強弱比較。由圖 3-40a 至 3-40c 比較可明顯看出，使用勁風條件計算之海流大小將比使用強風條件計算所得者強約 5cm/s 左右，但在圖 3-40d 中，台中港內防波堤口中點上，兩計算結果差異則甚爲有限。儘管如此，針對台中港域風爲主控素之海流模擬計算而言，依本章第 3-5-3 節之模擬計算結果，本研究建議風速仍以 1.5 爲放大倍率之勁風條件應用於模擬計算中較佳。

3-5-6 潮流之模擬計算

本項模擬研究主要在計算台中港海域於無風且無浪情形下，純因潮汐漲退所形成之潮流流場。依圖 2-22a、圖 2-23a、圖 2-24a 與圖 2-25a 等 ST-1 及 ST-2 實測所得之海流特性得知，台中港區海域無論冬夏季，只要風速高於 5m/s，則風速將對海流流速大小與方向產生影響，而由表 2-3 可明顯查得，台中港區全年之風速約有 40%小於 5m/s。純潮流之模擬計算亦應有其必要性，且可用以輔助釐清台中港區各項組成海流之複雜成分。

台中港海域在無風與無浪作用下，純因潮汐漲退形成之計算潮流逐時流場如圖 3-41a 至 o 所示。圖 3-42a、圖 3-42b 及圖 3-42c 中之細實線分別表示台中港海域 ST-1 與 ST-2 測站及台中港北淤沙區中點與內防波堤口中央之逐時潮流流速流向變化。由圖 3-42a 觀察得，在 ST-1 測站上，純潮流之大小在滿潮時附近最大流速約在 30cm/s 上下，潮流流向爲西南，在干潮時附近最大流速約 20cm/s 至 25cm/s 左右，潮流流向平均爲東北，干潮至滿潮段，流向以順時針方向由東北漸漸轉向西南。在台中港港口北外防波堤堤頭附近之 ST-2 測站上，由圖 3-42b 觀察得，潮流最大流速約發生在滿潮及干潮時刻後約兩小時左右，滿潮時附近潮流最大流速約 45cm/s 上下，潮流爲偏西流向，干潮時附近潮流最大流速約 30cm/s 左右，流向爲北北東向，一潮汐漲落期間，流向即在西與北北東間變換，漸漸轉向之期間甚短暫。而在台中港北淤沙區中點上，由圖 3-42c 中之虛點線觀察可得，潮流在近岸海域之流速甚小，平均約僅 5cm/s 左右。不過在台中港內防波堤口中點上，由圖 3-42c 中之實線觀察可得，潮流流速在內防波堤口中央之流速甚強，且隨潮汐漲落而有變化，一般而言，滿潮與干潮時刻前二小時，內防波堤口中央之流速最大，漲潮時可高達 55cm/s，退潮時平均亦約爲 40cm/s 左右，至於潮流之方向，於干潮至滿潮之漲潮期間，內防堤口中央之流向一般爲東南東方向，即順主航道方向直接流向港內，於滿潮至干潮之退潮期間，內防波堤口中央之流向轉變爲西北西方向，即由港內沿主航道方向流出。

有關內防波堤口中央之平均最大流速驗證，若依台中港潮差最大時變率每小時一公尺估算，假設現況港區水域面積爲 500 公頃，堤口流量係數爲 0.5，內防波堤口寬 350 公尺，深 15 米，可得估計流速[9]約爲 53cm/s，其大小

與實際引用模式計算所得之潮汐漲落最大流速平均值 48cm/s 甚爲相近。至於台中港港口北外防波堤堤頭在干潮附近潮流流向北北東向之特性，由圖 3-43 台中港域 1995/09/02 夏季 SPOT 衛星影像顯示之水色差異結果亦可得到充分地證實。

3-5-7 近岸流之模擬計算

本項模擬研究主要在無風、無潮之情況下，針對台中港域之不同水位以計算波浪引起之近岸流流場。使用深海入射波高 H_o 爲 3 公尺，週期 T_o 爲 8 秒，入射波向 θ_o 爲東北方向，則台中港海域在不同水位之計算波場可得如圖 3-13a 及 b 所示。相對應之近岸流計算流場則如圖 3-44a 至 n 所示。圖 3-45 中實線與點虛線分別爲台中港北淤沙區中點與內防波堤口中央之近岸流隨水位高低之逐時變化圖。由圖中實線觀察，在東北方向入射波浪作用下，台中港北淤沙區在水深約 2.5 米之近岸海域上，波浪引起之近岸流流速平均約爲 30cm/s 左右，流向平均爲西南向，而依本研究第 3-2-5 節之估算，週期 8 秒、波高 3.0 公尺之入射波其碎波水深約在 3.56 米附近，最大近岸流速可達 51cm/s。由此研判，本模式計算所得之近岸流大小應尚與理論之預估值符合。至於波浪對內防波堤口中央流速應不具影響性，圖 3-45 中點虛線之流速值應純係台中港港域因水位高低變化所自然形成之堤口流速變化而已。

在本項近岸流之模擬計算中，若同時再加上勁風之影響，則風與浪同時作用下之近岸流可參考圖 3-34a 至 n 之計算結果，或參考本研究第 3-5-4 節之討論。圖 3-46 爲台中港北淤沙區中點之近岸流受勁風(以點虛線表示)作用與無風(以實線表示)之計算結果比較，由圖比較可知，勁風作用下，近岸流流速在近岸區約比無風作用之強度大約 5cm/s 至 10cm/s 左右。而近岸區之近岸流流向仍爲西南向，即順北淤沙區之灘線向北外防波堤堤身方向流動。當台中港域深海入射波高 H_o 爲 3.5 公尺，週期 T_0 爲 8 秒，入射波向 θ_o 爲 NWN 時，則台中港域在近岸區不同水位下之計算近岸流場將如圖 3-6a 至 3-6g 所示。倘若再加入潮汐之潮流作用，則台中港域計算之近岸流場將如圖 3-47a 至 ℓ 所示。將其與圖 3-44a 至 n 之近岸流場作一概略之比較，可由圖明顯看

出，因波浪入射方向之差異致使近岸流之流向與型態有甚大之改變。故而，在探討台中港海域近岸區之近岸流場時，外海之入射波浪特性與條件將具有極重要之影響性。

3-5-8 結構物配置變更之海流模擬計算

依據以上各節有關風速之影響研究知道，台中港域海流之模擬計算，只要實測風速超過 10m/s，則風對海流之特性將有極顯著之支配影響。本項研究於潮流已先形成下，假設台中港海域再受東北風作用，且風速固定爲 15m/s，則台中港海域在外防波堤尚未延伸 850 公尺前之海流流場將如圖 3-48a 至 j 所示，逐時觀察圖 3-48 可知，台中港在風速固定爲 15m/s，風向 NE 之風速作用下，在干潮位附近，台中港港口堤頭之海流明顯仍受潮流影響而向北流動，外加近岸風趨流之影響，造成原北外防波堤北側海域將有環流流場產生。另北向運動之海流，受港口結構物與風速作用，原南外防波堤南側亦有環流流場存在。台中港在滿潮位附近，原因漲潮而向南運動之潮流，受風與原北外防波堤導引後，促使原北外防波堤堤頭及港口附近有流速高達 1m/s 之海流發生，且正橫向港口而過。與現況台中港港口在滿潮位附近流場比較，其較大之差異爲，在南外防波堤口南側，現況應會形成強弱不等，且位置會移動之逆時針方向環流，但北外防波堤未延伸 850 公尺前，此環流流場在滿潮位附近是不存在的。由此可見，台中港域外廓防波堤之配置亦是影響海流特性變化之重要因素。圖 3-49 爲台中港域北外防波堤未延伸 850 公尺前之 SPOT 衛星影像，由衛星影像上港口附近之水色差異應可用以輔助說明本研究流場真實性之驗證。

台中港域在現況港口配置下，若再開闢第二港口，則潮流與風趨流綜合作用之逐時流場將如圖 3-50a 至 l 所示，圖中，風速仍以 15m/s，風向爲 NE 恒常作用於既存之潮流上。由逐時流場觀察，若台中港現有港口保持現狀，同時再開闢第二港口後，現有之港口除在台中港港域潮位在滿潮時刻附近海流特性變化較少外，其他潮位時刻之流場，將因台中港外廓結構物之增減更動而產生更複雜之變化。因此，在進行港口外廓結構物配置改善擴建前，先

藉助數值模擬計算方式以進行海流流場變化之評估是有其必要性的。

3-6 結 語

台中港海域海流之影響因素甚爲多樣化，本研究經引入並應用丹麥水力研究所之 MIKE21-NSW 波浪模式與 MIKE21-HD 水動力模式，配合台中港域海象實際調查資料檢核計算參數與條件後，對於台中港海域單一或多項海流之綜合影響因素已可於計算中準確且有效地加以模擬。目前唯一尚待後續研究加強驗證的僅有洋流造成之恒流一項。僅管如此，對於台中港海域之海流模擬，只要風速、潮汐與波浪等實測資料能更充分完整地提供分析與檢證需要，則台中港海域海流之計算模擬精度可再大幅地提昇。

對於台中港海流之模擬計算，於包含風速效應時，若直接使用台中港北堤風速測站逐時實測風速，將使海流逐時之計算結果普遍不準確且偏小，經本研究測試及驗證結果，將實測逐時風速放大 1.5 倍可使計算之海流流速大小更切合實際。

依據實測資料分析及數值計算結果研判，潮流於海流中之影響性將隨水深由大變小而遞減，亦即水深較大水域，潮流強度較強，水深較淺水域，潮流相對亦較弱。同樣地，風趨流亦具有以上相似之特性。可見，在水深較大且海流較強之水域，實測上使用單一測點或計算上以單一水深代表全水深縱剖面之海流特性皆尚有再改進之空間。

從事海流數值模擬計算最重要目的之一爲重現或預測計算海域全平面之逐時流場。台中港海域之海流，由本研究模擬計算結果可知，當經常風速普遍皆小於 5m/s 時，純潮流之流場(參考圖 3-41)於干潮至平潮之漲潮段，有順時鐘方向之環流於北外防波堤堤頭以北水域形成，但內防波堤口之海流流速方向隨潮位之增高將由原流向港外轉向港內流動；自平潮至滿潮之漲潮段上，港口外潮流將整體轉向南流動，內防波堤口向港內之流速於平潮後約一小時最大，最大向港內流速約 50cm/s 左右，在台中港滿潮位附近向南流動之潮流受北外防波堤堤身之阻隔影響將於北外防波堤 850 公尺延段南側海域

開始形成逆時針方向之環流，堤頭流速亦約於此時達到最大，流速約 30cm/s。在滿潮至平潮之退潮段上，原於北外防波堤南側海域形成之逆時針方向環流逐潮擴大範圍並減弱強度，同時逐漸向南移動。此時期內防波堤口之海流也逐漸轉向而向港口外流出。在平潮至干潮之退潮段，港口外潮流將整體再轉向北流動。內防波堤口向港外之流速於平潮後逐漸增加，約一小時後最大流速亦可約達 50cm/s。

台中港海域之海流，當風速普遍大大於 5m/s 時，潮流與風速共同作用之海流與純潮流之流場將有較大差異。以風速普遍大於 10m/s 之冬季海流(參考圖 3-26)爲例，台中港在干潮至平潮之漲潮段，由於風速造成風趨流之影響，原純潮流於北外防波堤堤頭以北水域形成之順時針方向環流已不復存在，原於港口外於此時期應向北流動之潮流也已整體轉向南流動，並於北外防波堤堤頭形成流向接近西向之海流，此海流流速隨潮位之漲升而增大，於漲潮段平潮時刻上，北外防波堤南側之港口外圍水域已有逆時針方向環流產生，環流之規模隨潮位由平潮漲至滿潮而逐漸增大，環流外圍流速亦不斷地增強，且環流中心位置亦會往南逐漸移動，當台中港滿潮時，北外防波堤堤頭流速增至最大，計算流速可高達 1.3m/s，方向仍保持爲西向，從滿潮至干潮之退潮段上，港口外流速將逐漸減弱，環流強度隨其中心向南移動而逐漸消失，及至潮位回復至干潮時刻，此時港口或堤頭之流速一般而言將會最弱，但流向仍維持於向西方向。至於內防波堤口之海流，其流向與流速之變化大抵與純潮流相似，在台中港由干潮至滿潮之漲潮段上，海流流向港內，最大計算流速可高達 60cm/s，發生於平潮後約一小時左右。由滿潮至干潮之退潮段上，海流流向港外，最大計算流速仍可約達 50cm/s，亦約發生於平潮後一小時。

表 3-1 芳苑驗潮站 60 個分潮之調和常數表

(依據民國 78 年 6 月至民國 79 年 6 月之潮汐資料)

分潮編號	分潮名稱	振幅(m)	遲角(度)	分潮編號	分潮名稱	振幅(m)	遲角(度)
1	ZO	0.0383	0.00	31	M2	1.4341	338.41
2	SSA	0.0540	248.49	32	MKS2	0.0168	208.45
3	MSM	0.0139	25.30	33	LDA2	0.0725	359.70
4	MM	0.0231	351.26	34	L2	0.0764	4.09
5	MSF	0.0339	23.18	35	S2	0.3812	29.40
6	MF	0.0138	347.94	36	K2	0.1018	17.81
7	ALP1	0.0040	202.00	37	MSN2	0.0058	229.71
8	2Q1	0.0042	210.16	38	ETA2	0.0037	41.44
9	SIG1	0.0076	203.78	39	MO3	0.0237	171.45
10	Q1	0.0356	219.45	40	M3	0.0052	241.02
11	RHO1	0.0082	192.59	41	SO3	0.0109	196.63
12	O1	0.1806	242.75	42	MK3	0.0232	195.12
13	TAU1	0.0091	359.96	43	SK3	0.0100	256.26
14	BET1	0.0035	345.00	44	MN4	0.0408	215.91
15	NO1	0.0114	272.90	45	M4	0.1111	239.13
16	CHI1	0.0040	206.71	46	SN4	0.0017	337.37
17	P1	0.0649	279.37	47	MS4	0.0727	287.53
18	K1	0.2144	282.44	48	MK4	0.0223	277.61
19	PHI1	0.0057	234.68	49	S4	0.0093	327.81
20	THE1	0.0035	202.75	50	SK4	0.0050	308.81
21	J1	0.0108	328.37	51	2MK5	0.0050	190.11
22	SO1	0.0104	88.94	52	2SK5	0.0012	33.91
23	OO1	0.0070	351.66	53	2MN6	0.0159	191.60
24	UPS1	0.0023	19.23	54	M6	0.0376	218.44
25	OQ2	0.0067	202.97	55	2MS6	0.0322	279.15
26	EPS2	0.0261	47.62	56	2MK6	0.0081	235.34
27	2N2	0.0349	252.35	57	2SM6	0.0046	316.64
28	MU2	0.0684	89.14	58	MSK6	0.0033	310.70
29	N2	0.2417	309.25	59	3MK7	0.0021	106.22
30	NU2	0.0922	314.86	60	M8	0.0117	83.31

表 3-2　大安驗潮站 4 個分潮之調和常數表

(資料來源:英國皇家海軍潮汐表, 1997)

大　安　港			
No.	分 潮 名 稱	振 幅 (m)	相 角 (°)
1	Z_0	2.66	0.00
2	O_1	0.21	226.00
3	K_1	0.22	261.00
4	M_2	1.72	323.00
5	S_2	0.51	6.00

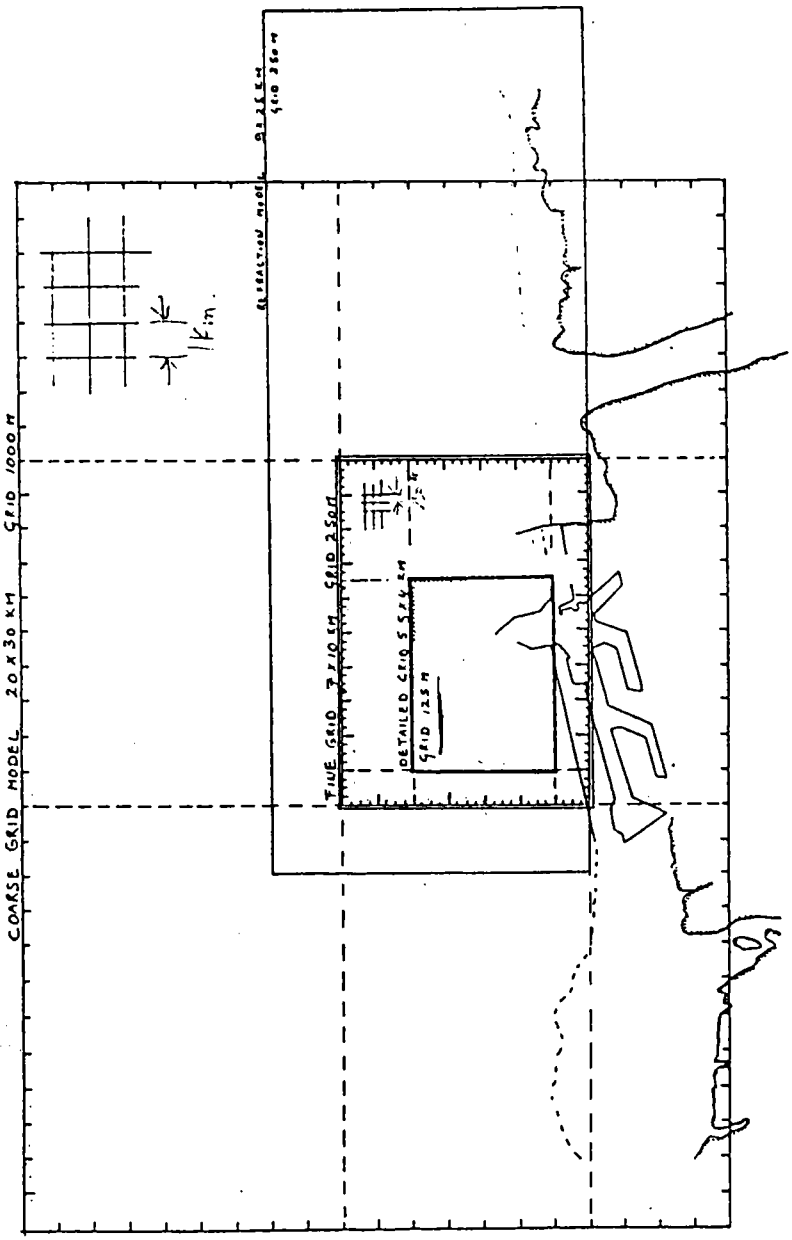
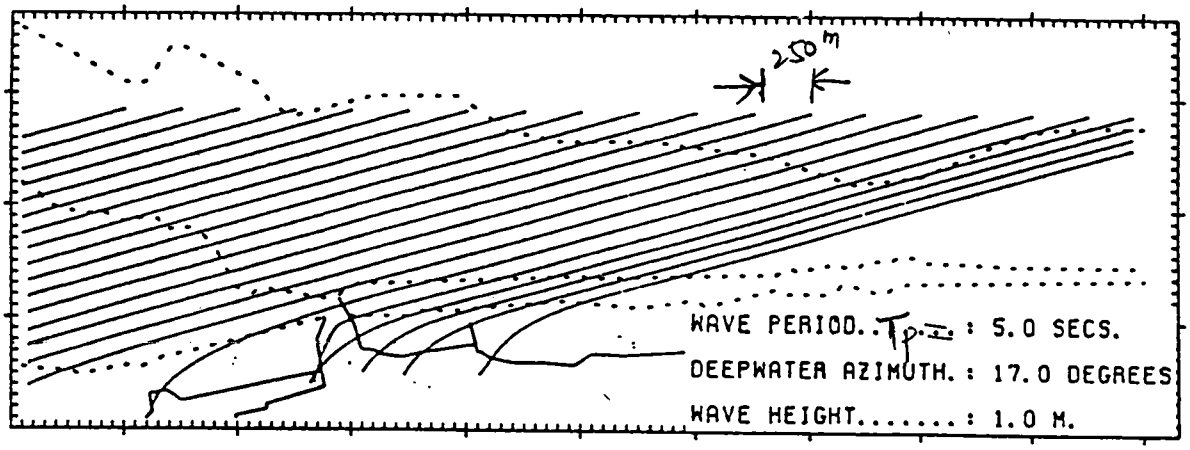
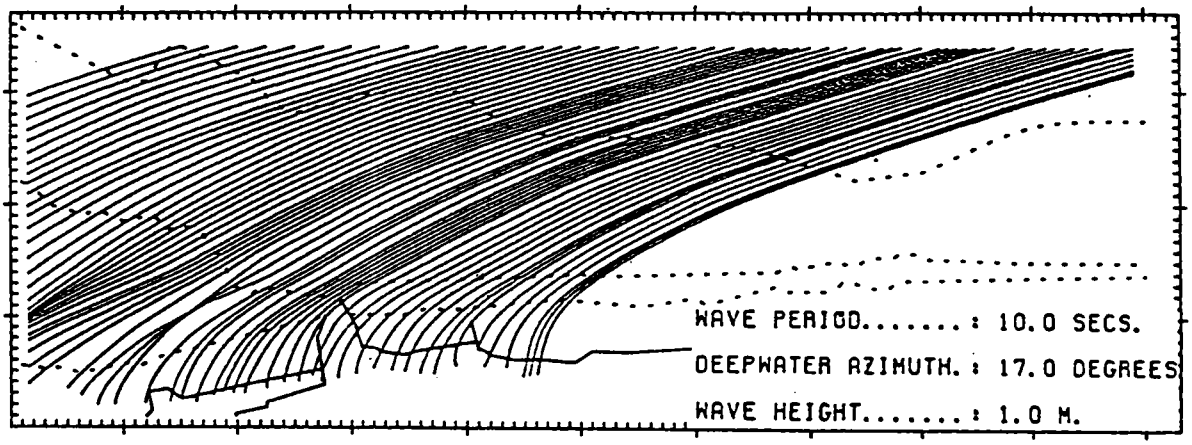


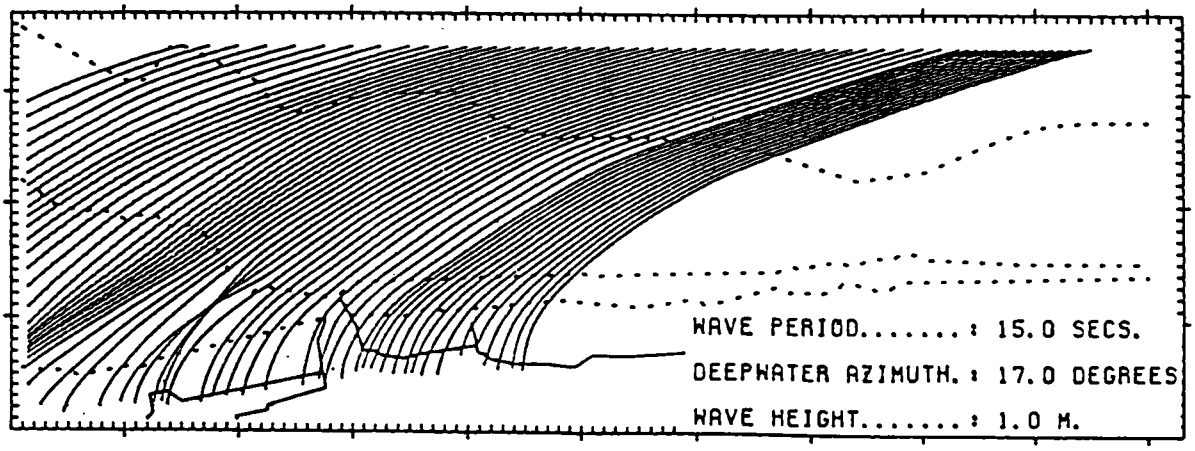
圖 3-1 荷蘭 PRC 工程顧問公司對台中港海域海流與波浪計算之網格範圍及配置 (資料來源：中華顧問工程司，民國 77 年)



(a)



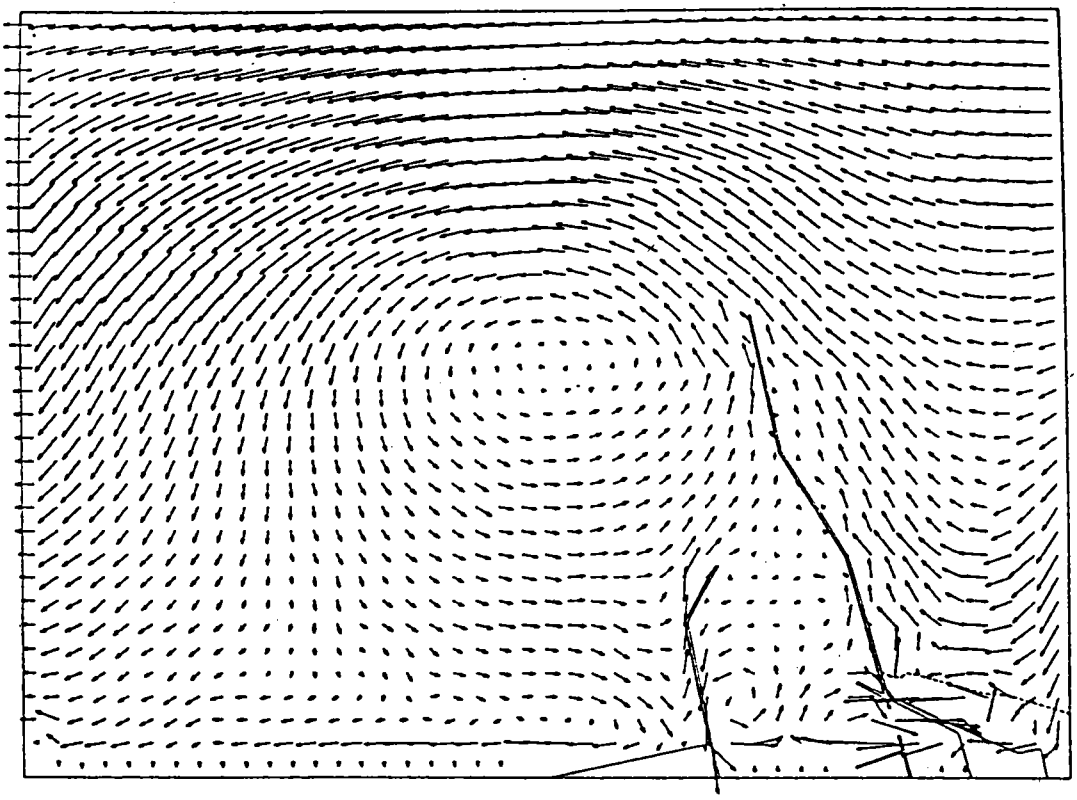
(b)



(c)

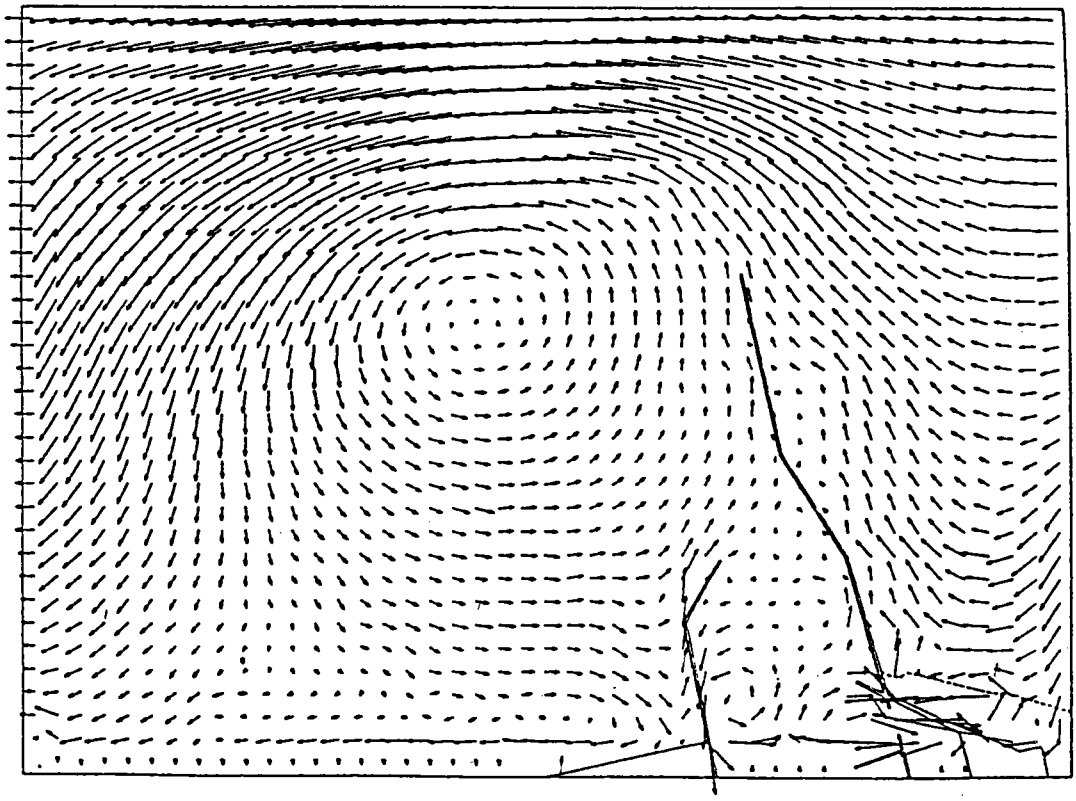
圖 3-2 台中港第一期第二階段擴建之波浪計算折射圖

(資料來源：中華顧問工程司，民國 77 年)



(i)

TAI-CHUNG HARBOUR - SCHEME IV	T = 1.00	1.50 m/sec
ENVIRONMENTAL CONDITION -B-	SCALE 1 : 20000	
PAC ENGINEERING INC.		



(j)

TAI-CHUNG HARBOUR - SCHEME V	T = 1.00	1.50 m/sec
ENVIRONMENTAL CONDITION -B-	SCALE 1 : 20000	
PAC ENGINEERING INC.		

圖 3-3 台中港第一期第二階段擴建方案流況計算結果

(資料來源：中華顧問工程司，民國 77 年)

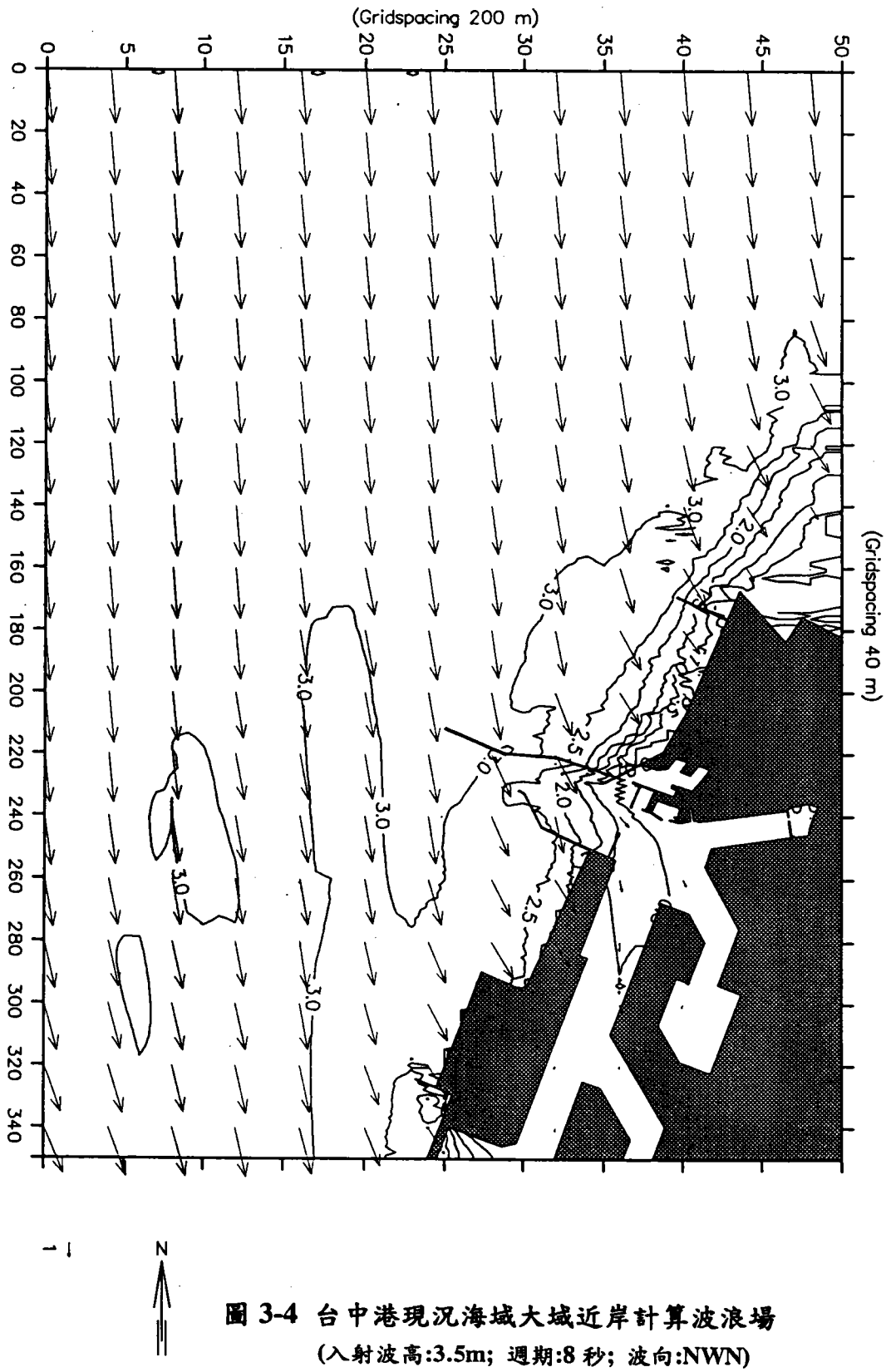


圖 3-4 台中港現況海域大域近岸計算波浪場
(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

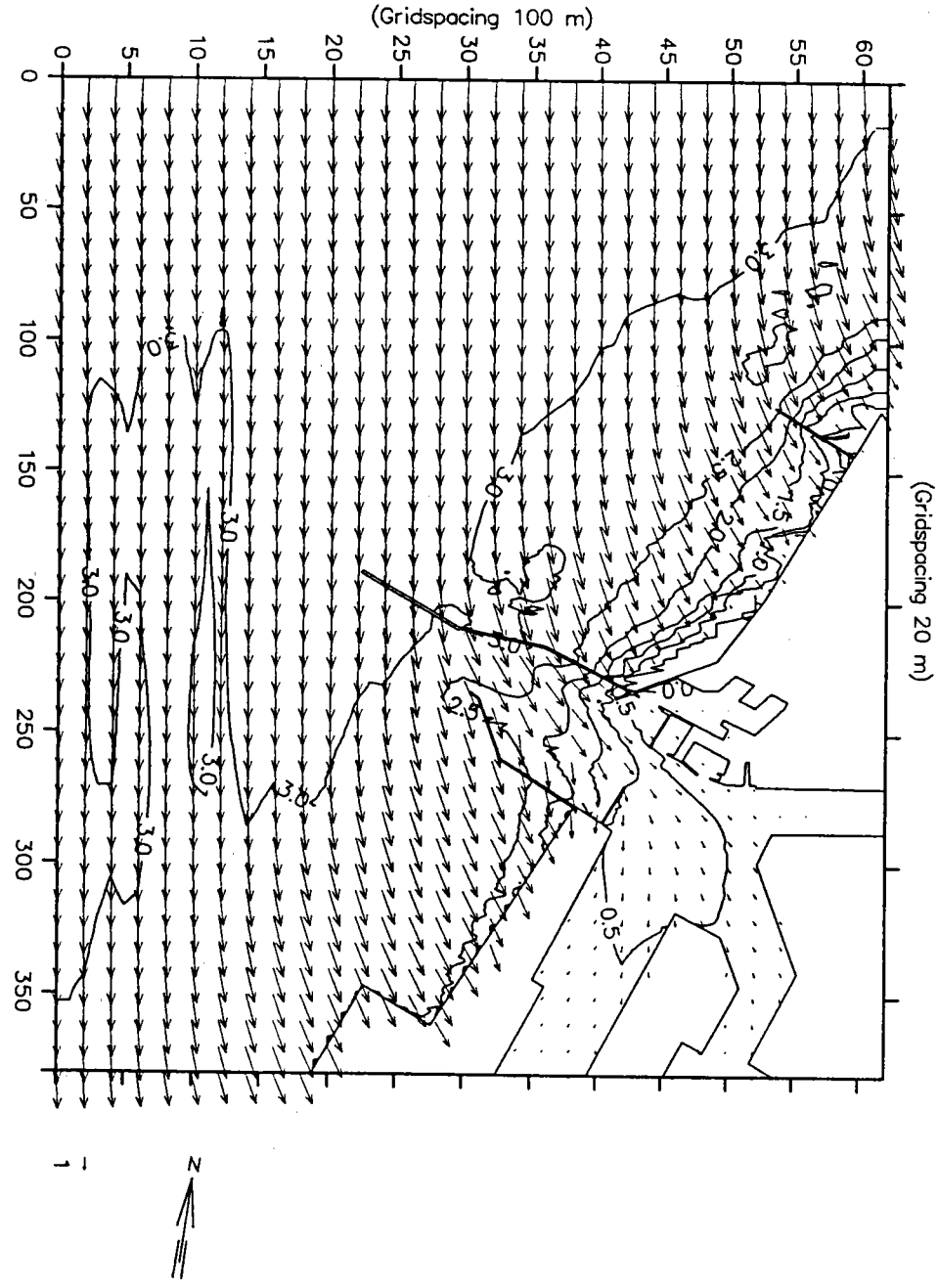


圖 3-5 台中港現況海域局部區域近岸計算波浪場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

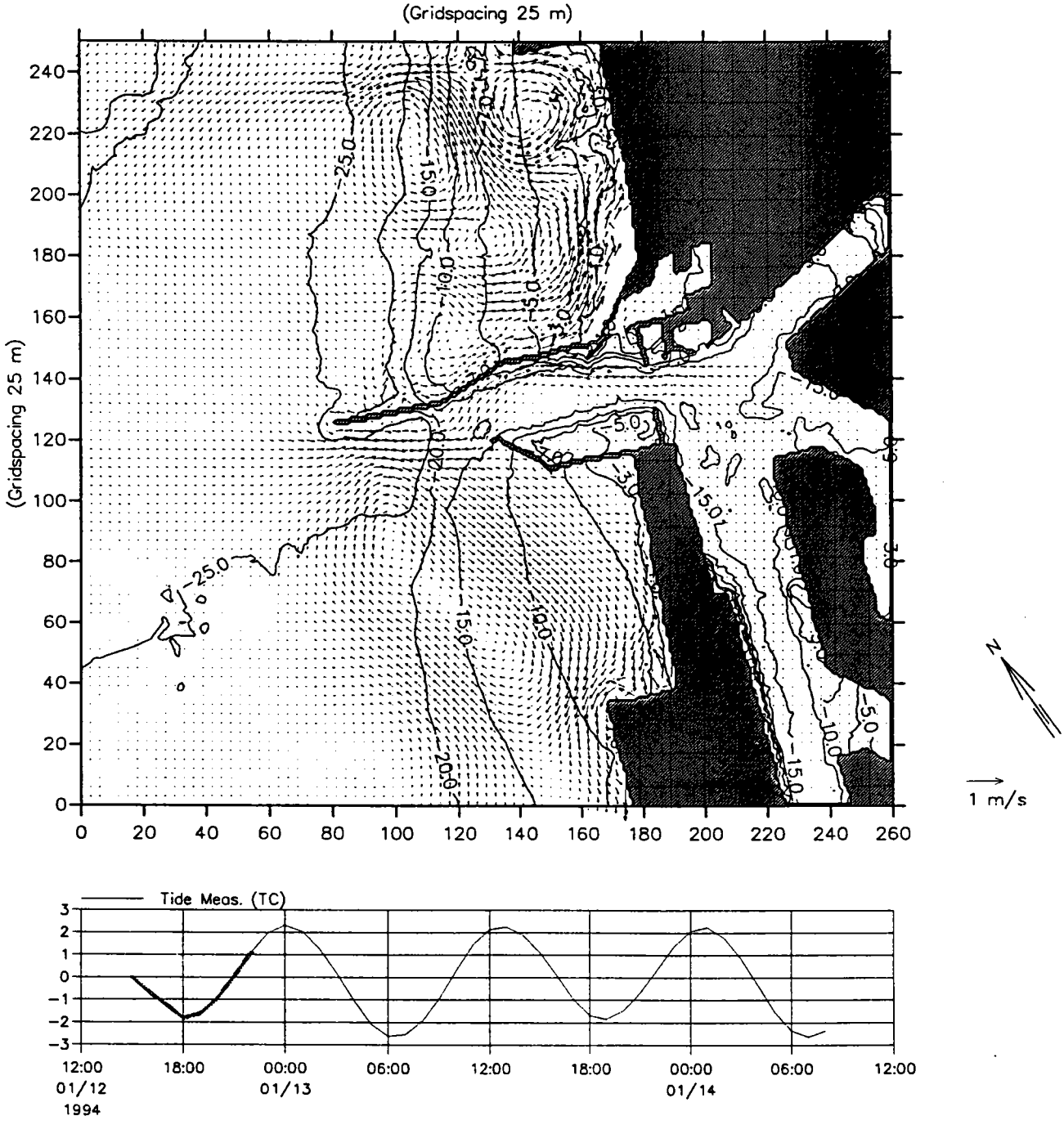


圖 3-6a 台中港海域 1994/01/12 21:00 漲潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

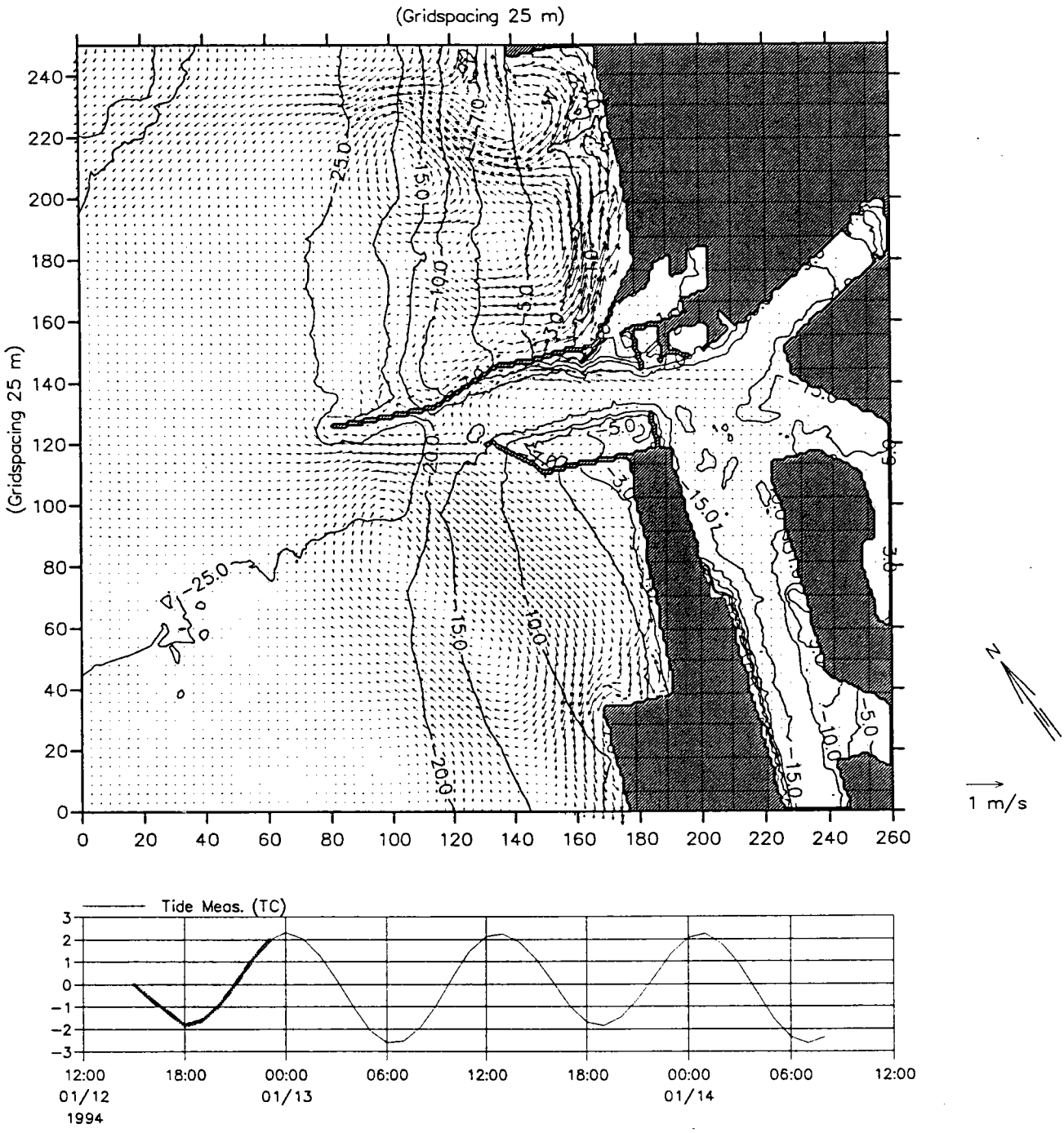


圖 3-6b 台中港海域 1994/01/12 23:00 漲潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

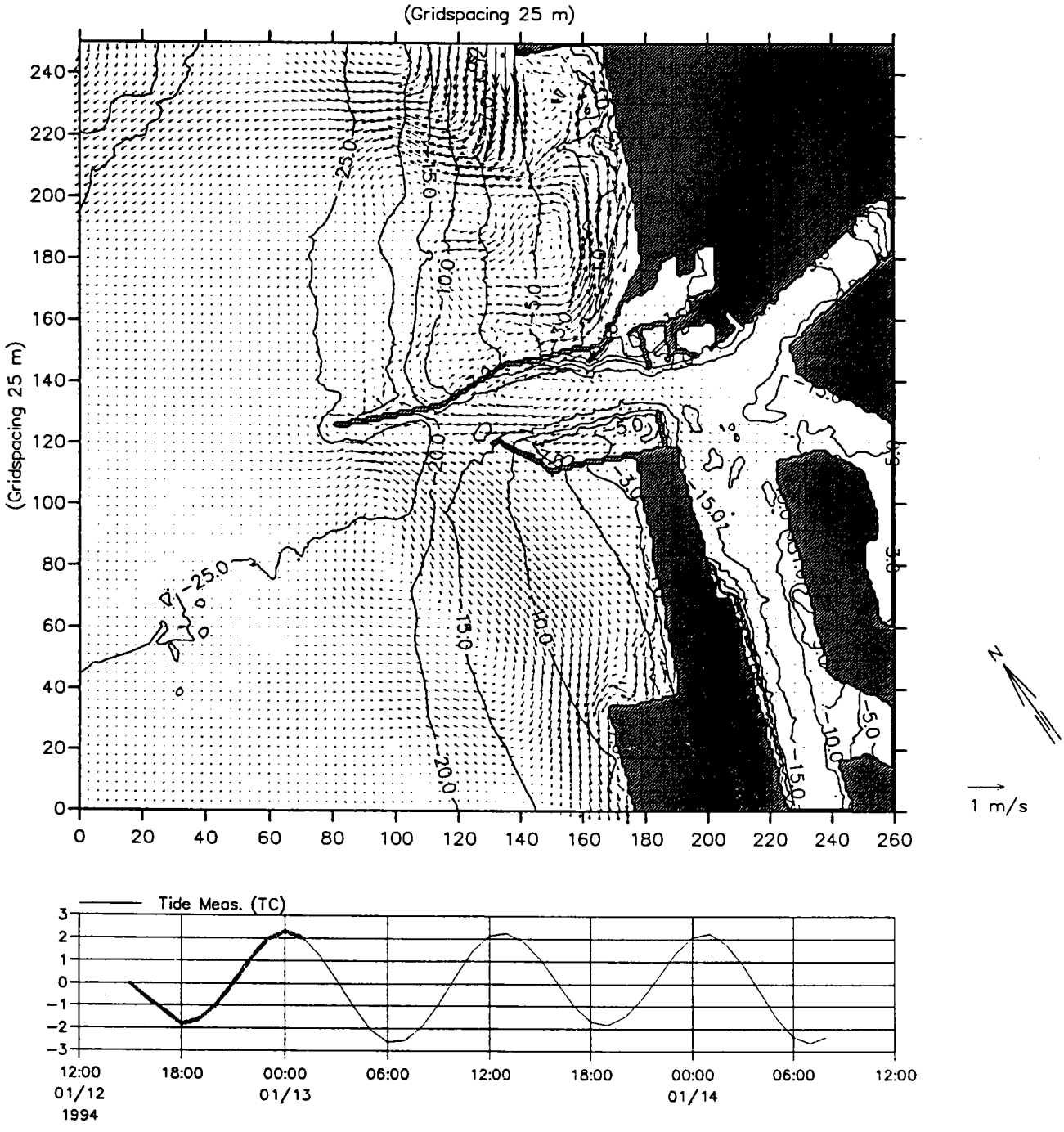


圖 3-6c 台中港海域 1994/01/13 01:00 退潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

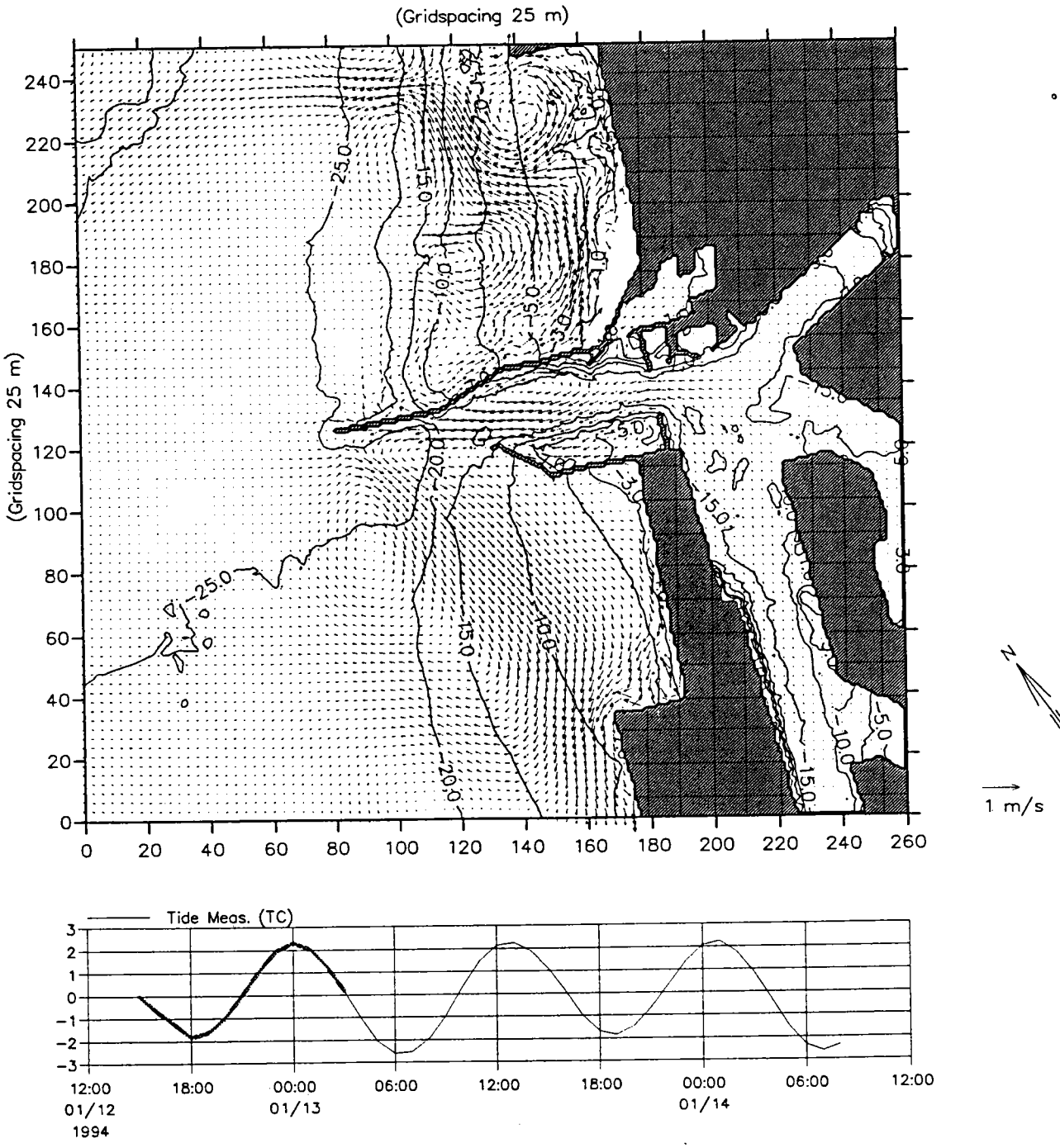


圖 3-6d 台中港海域 1994/01/13 03:00 退潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

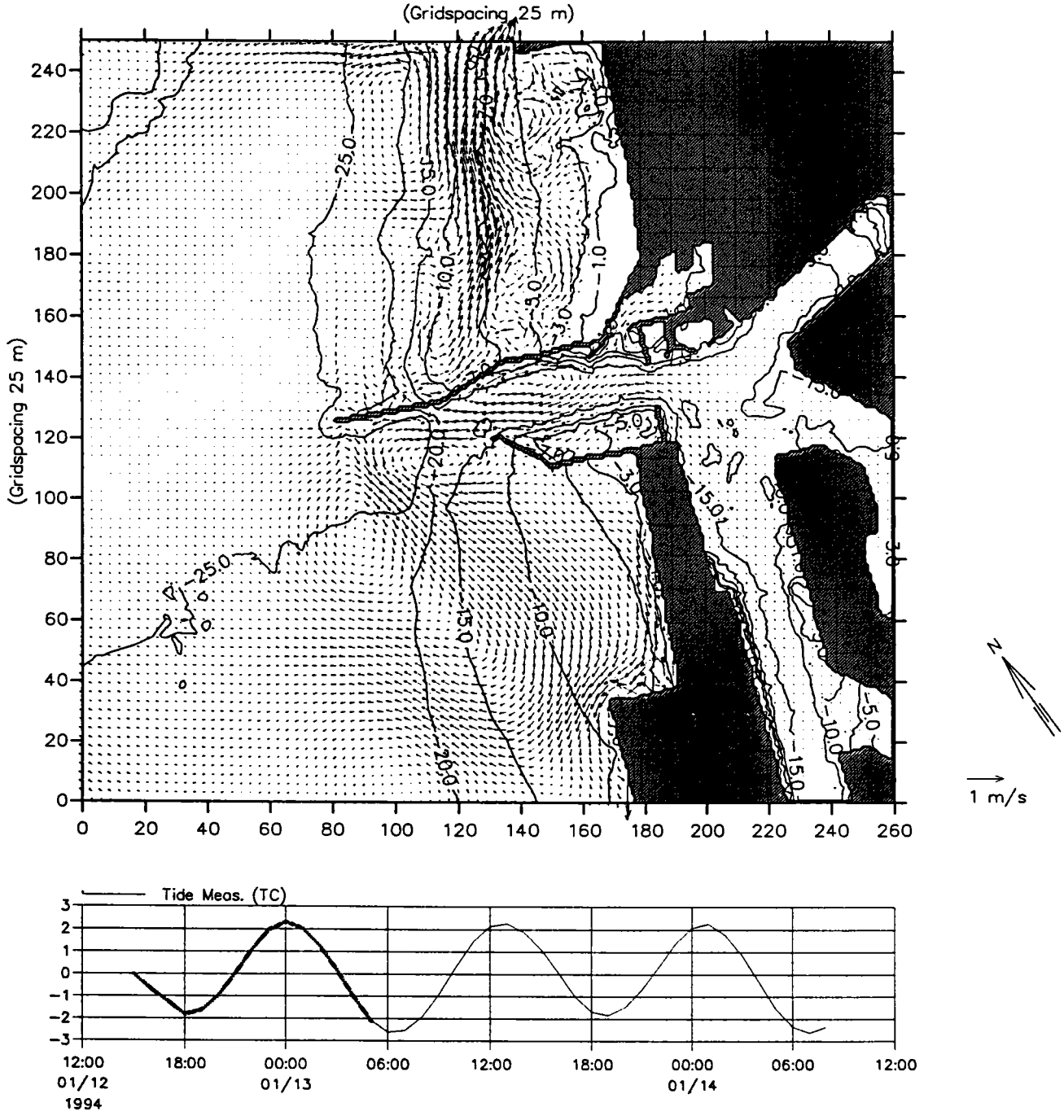


圖 3-6e 台中港海域 1994/01/13 05:00 退潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

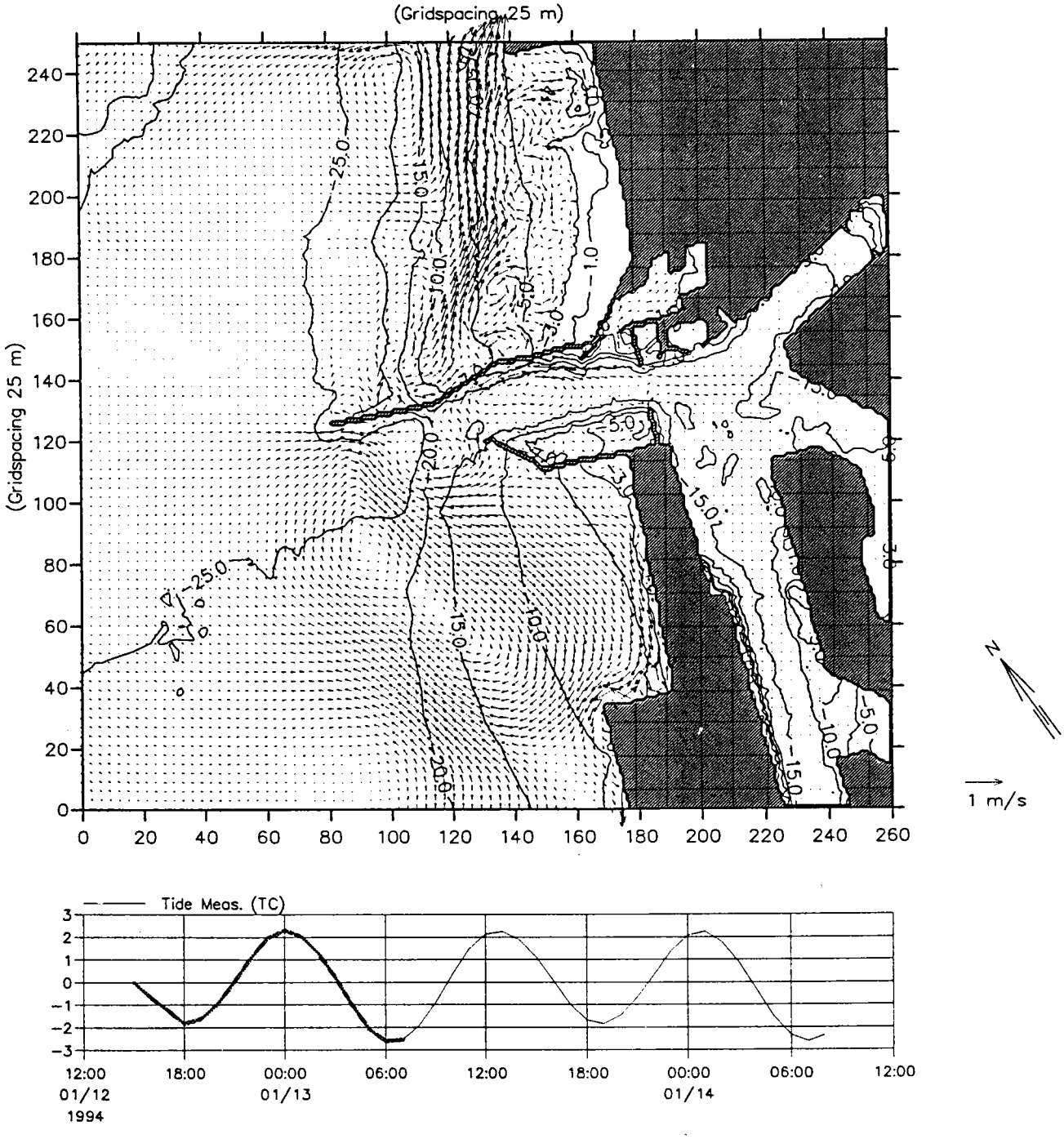


圖 3-6f 台中港海域 1994/01/13 07:00 漲潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

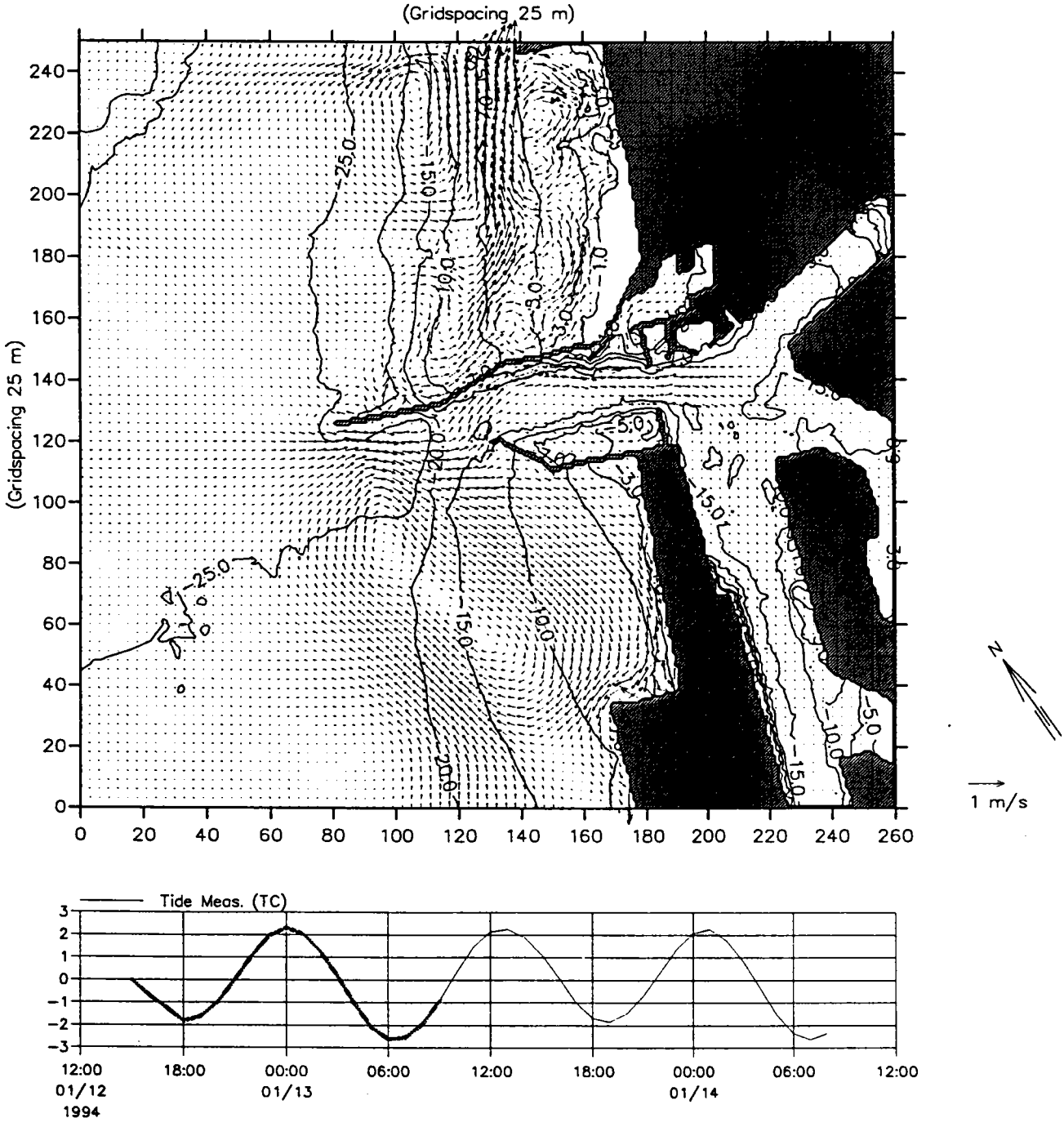


圖 3-6g 台中港海域 1994/01/13 09:00 漲潮段之近岸流場

(入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN)

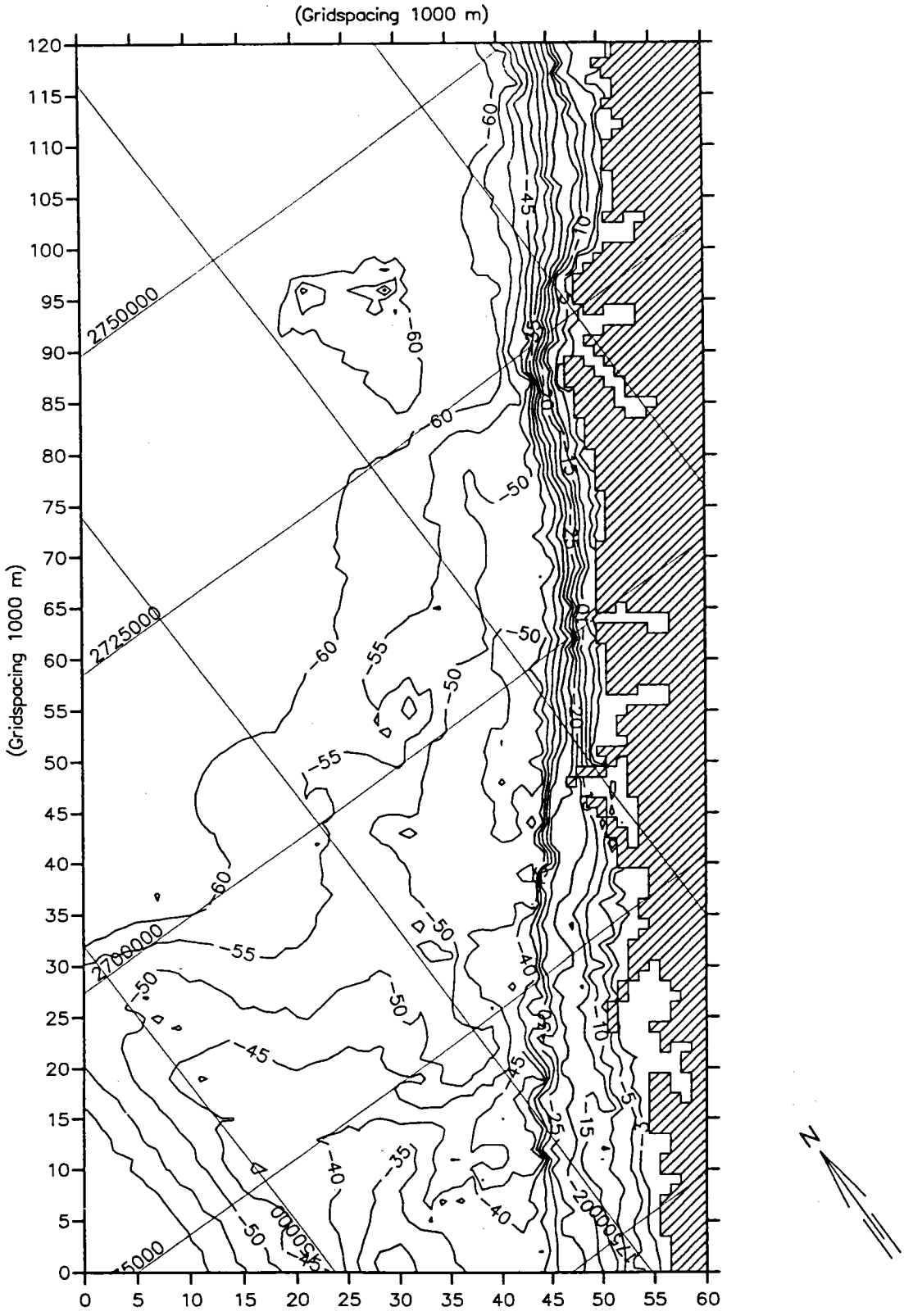


圖 3-7a 台中港海域海流大域計算範圍、網格及水深

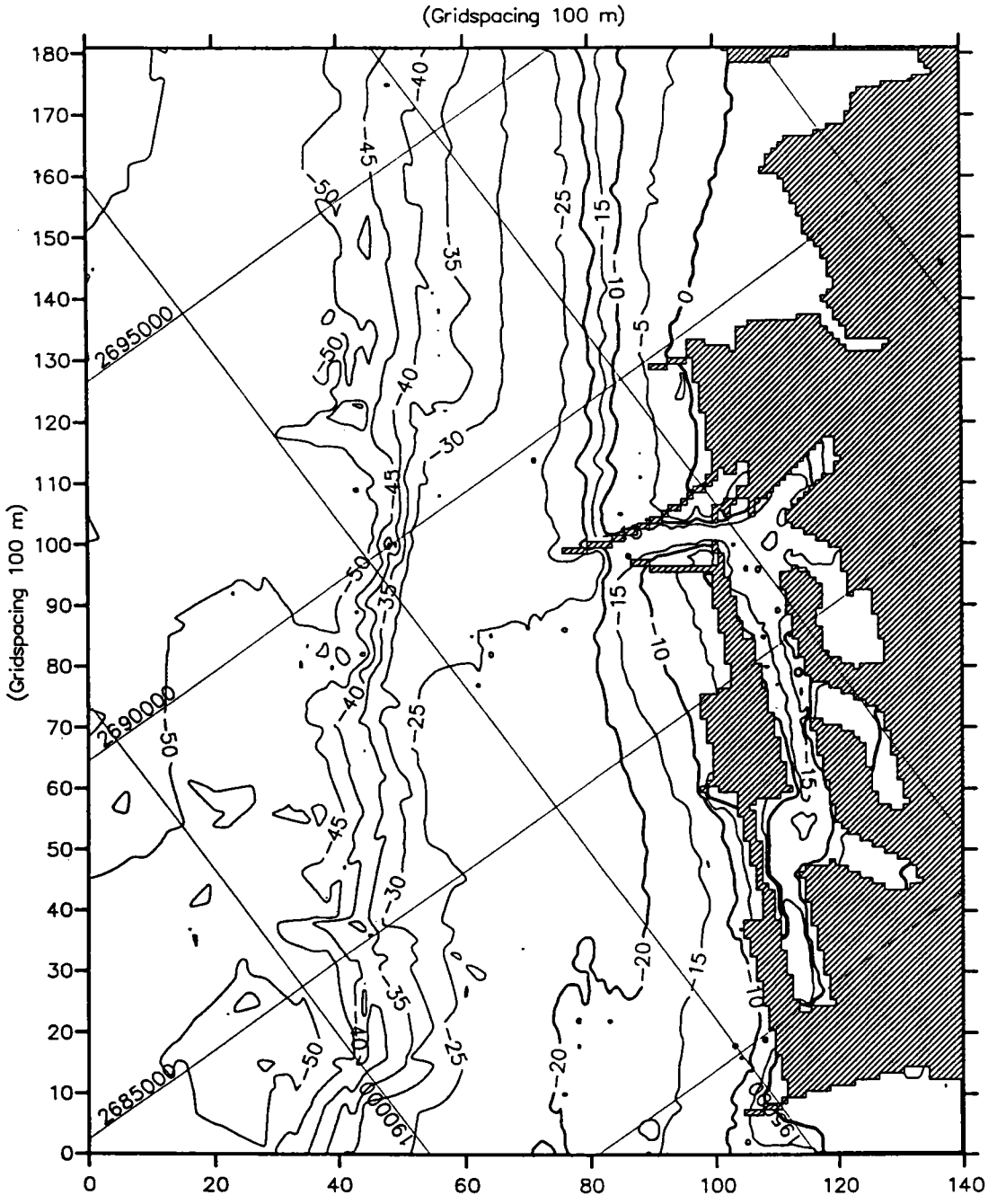


圖 3-7b 台中港海域海流小域計算範圍、網格及水深

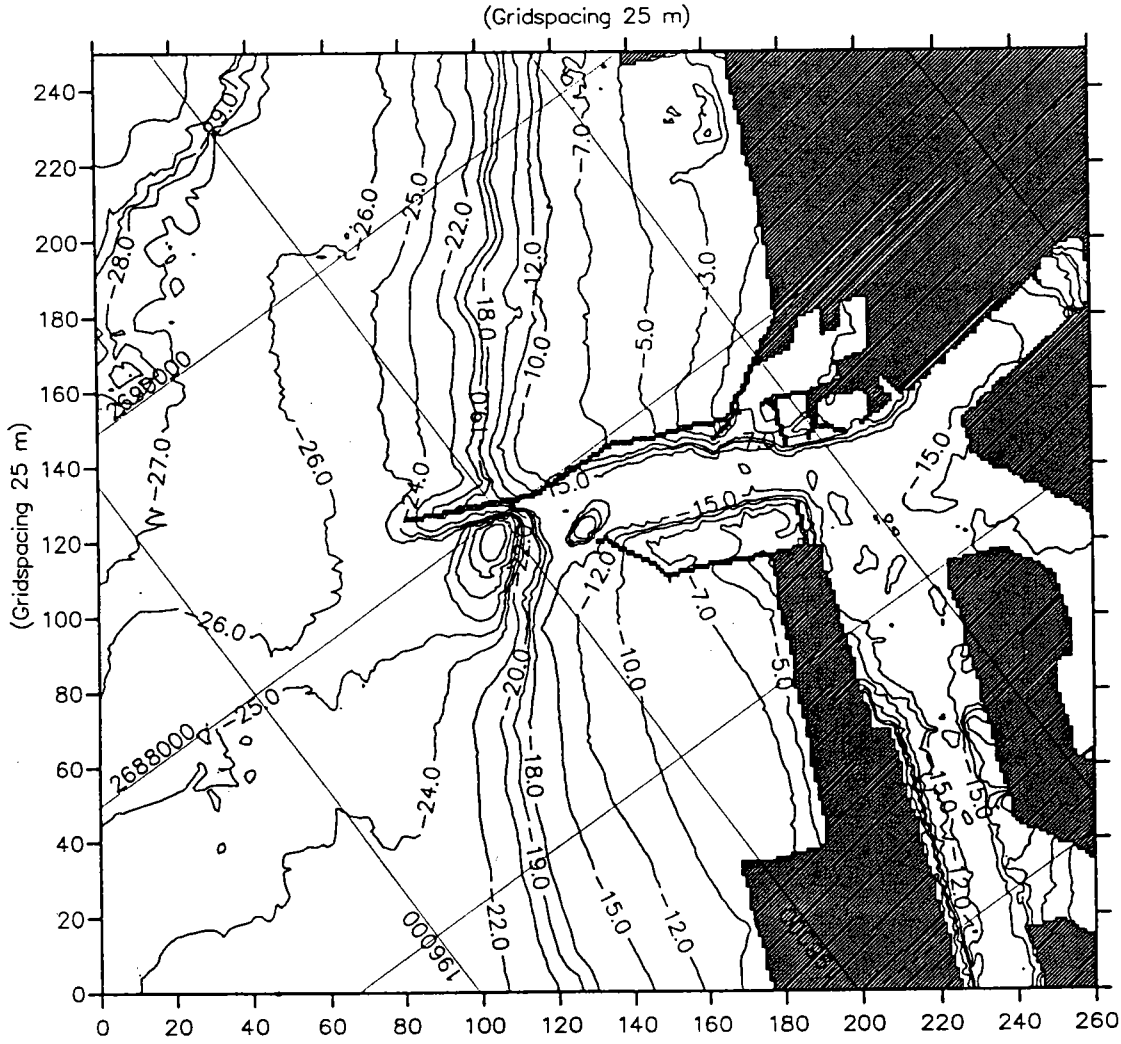


圖 3-7c 台中港海域海流局部區域計算範圍、網格及水深

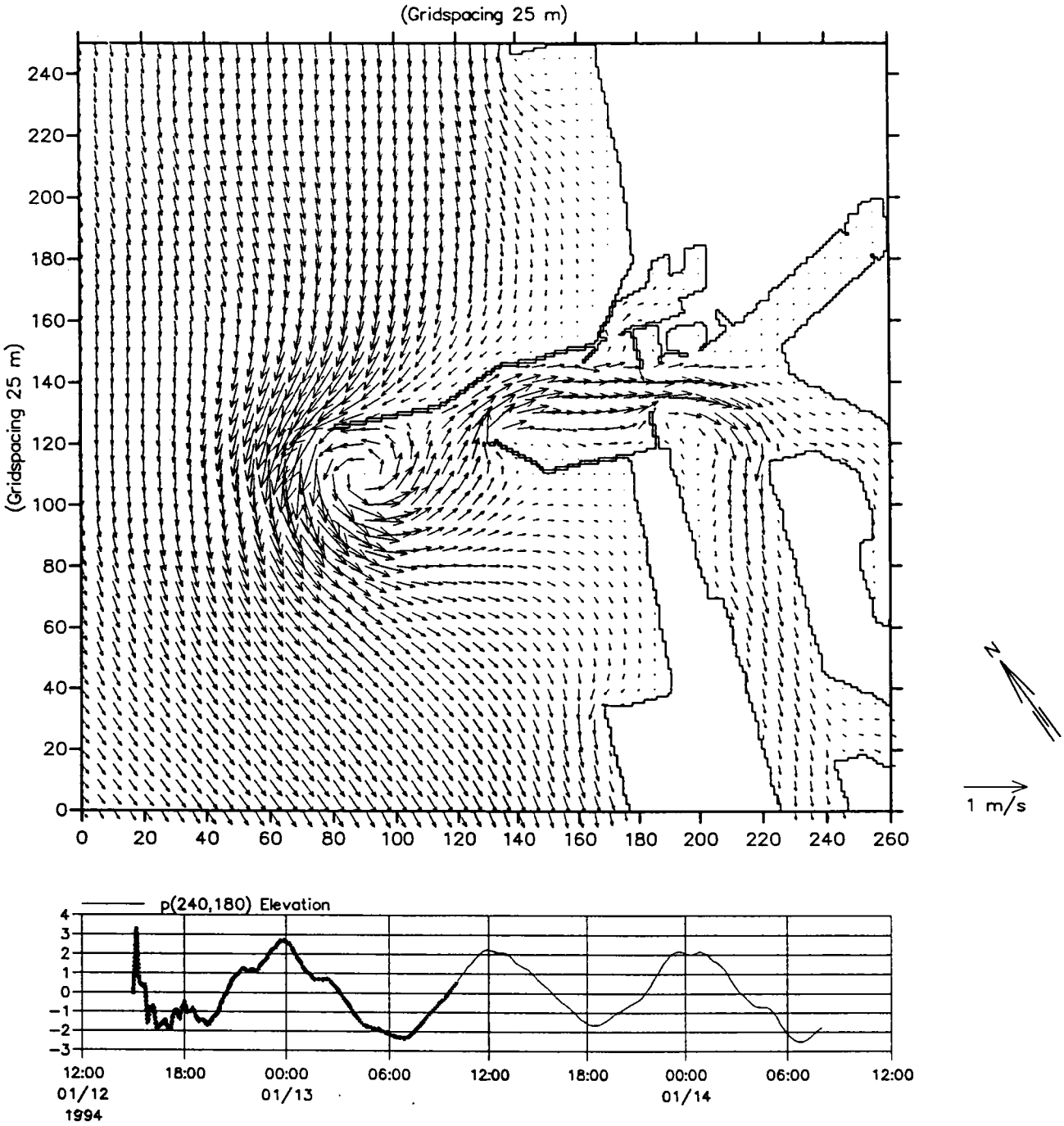


圖 3-8a 台中港海域局部計算區域潮流之模擬結果
(1994/01/13 10:00:00)

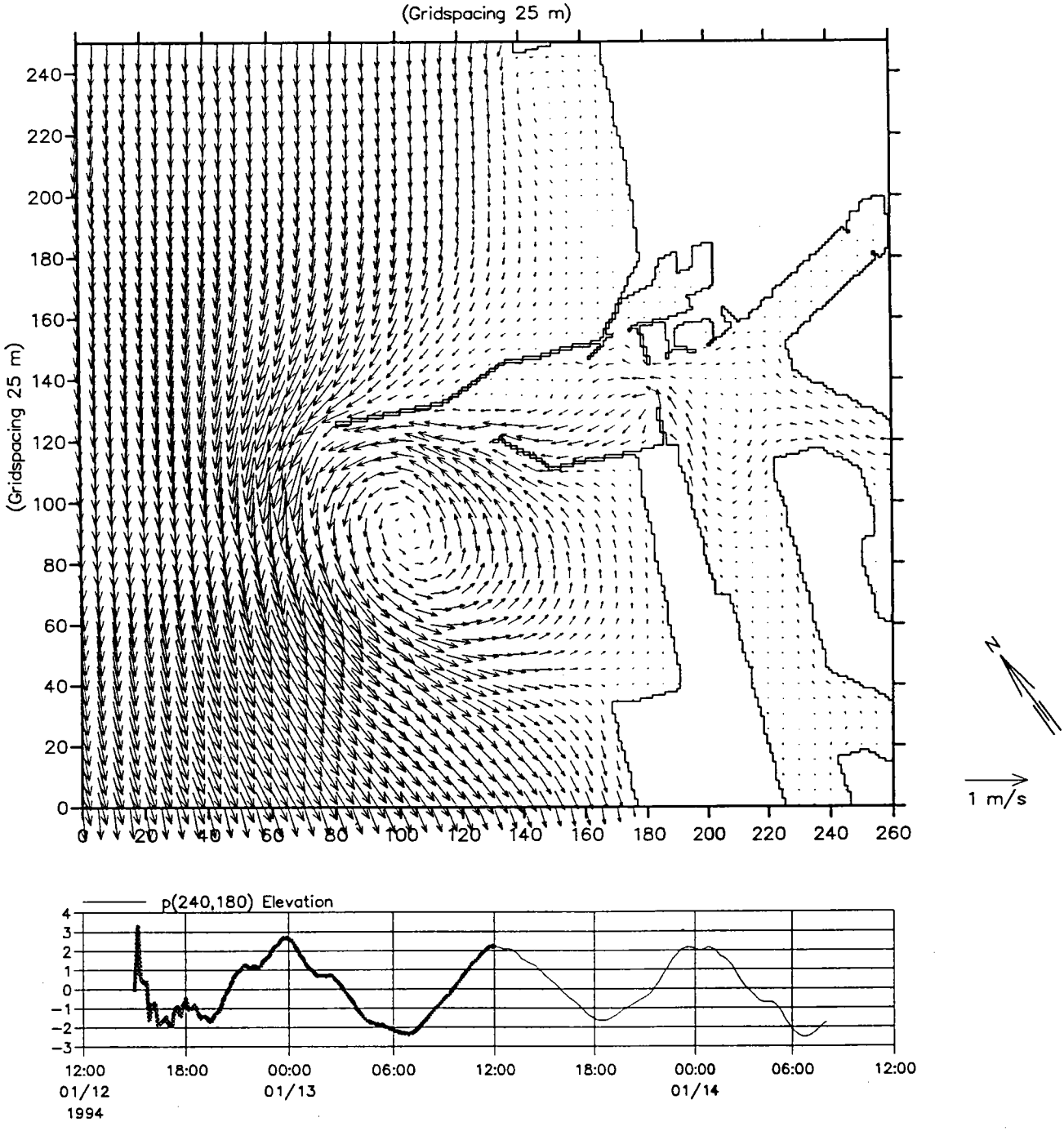


圖 3-8b 台中港海域局部計算區域潮流之模擬結果
(1994/01/13 12:00:00)

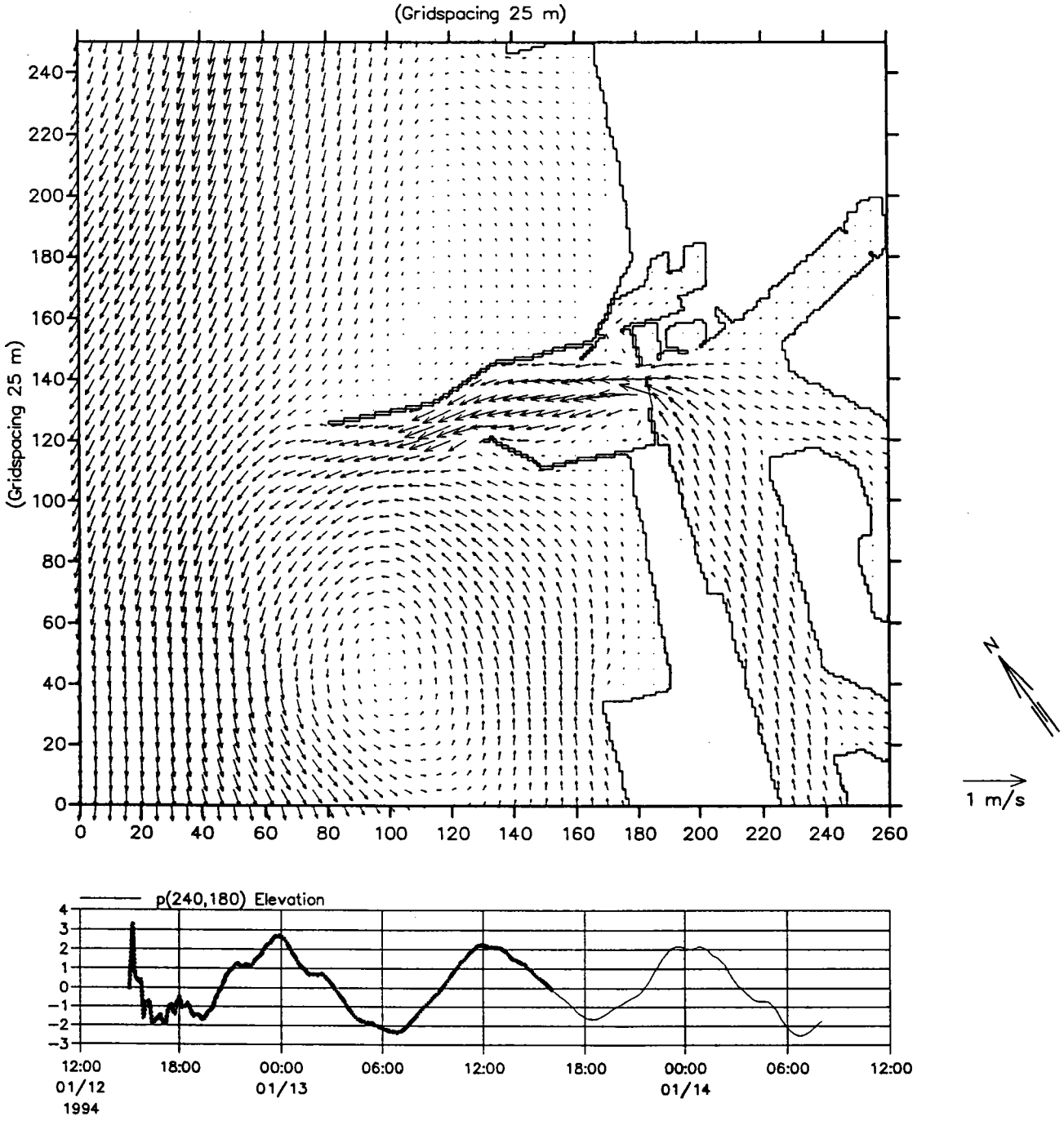


圖 3-8c 台中港海域局部計算區域潮流之模擬結果
(1994/01/13 16:00:00)

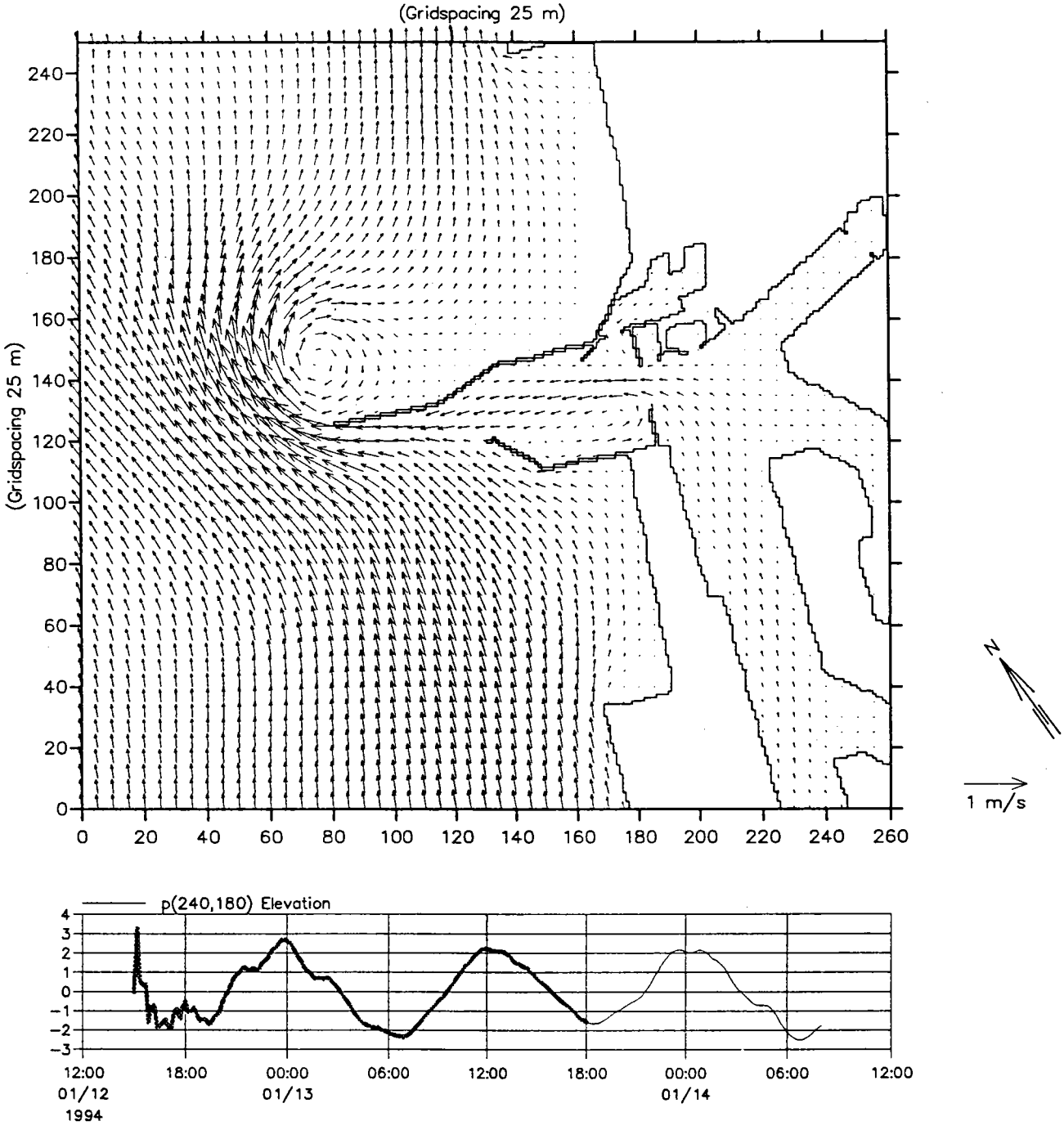


圖 3-8d 台中港海域局部計算區域潮流之模擬結果
(1994/01/13 18:00:00)

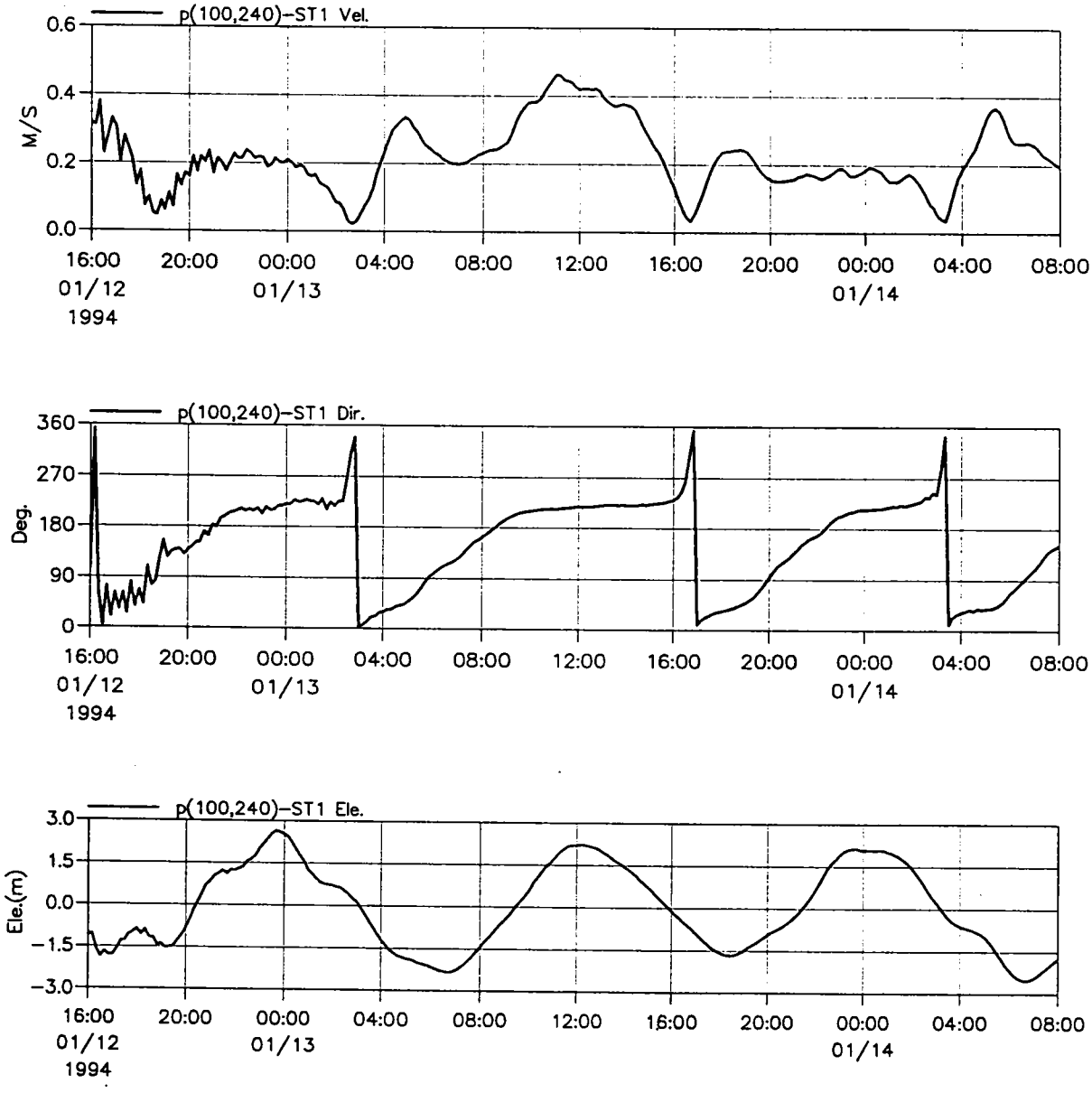


圖 3-9a 台中港夏季 ST-1 計算測站水流及水位模擬結果

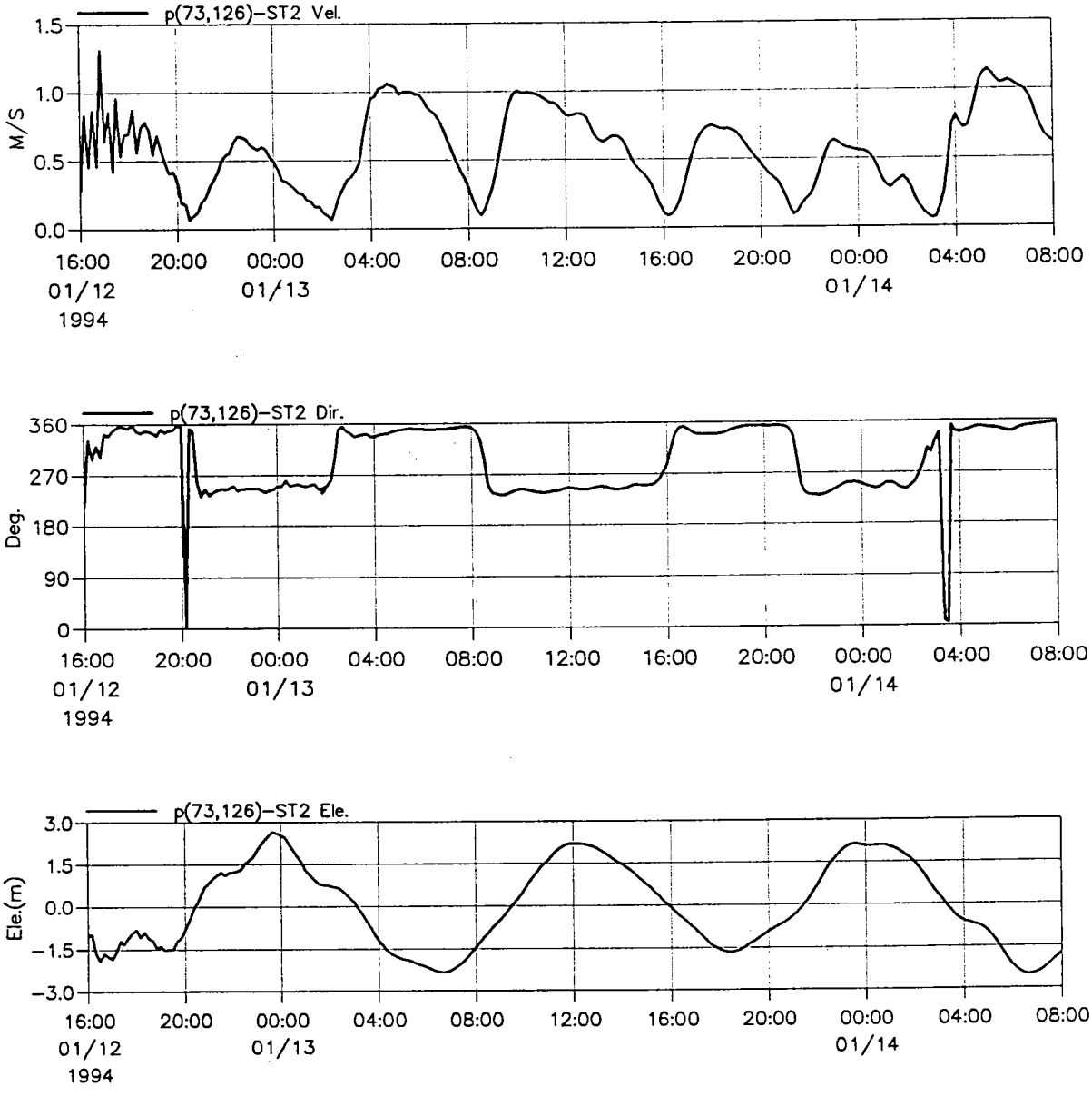


圖 3-9b 台中港夏季 ST-2 計算測站水流及水位模擬結果

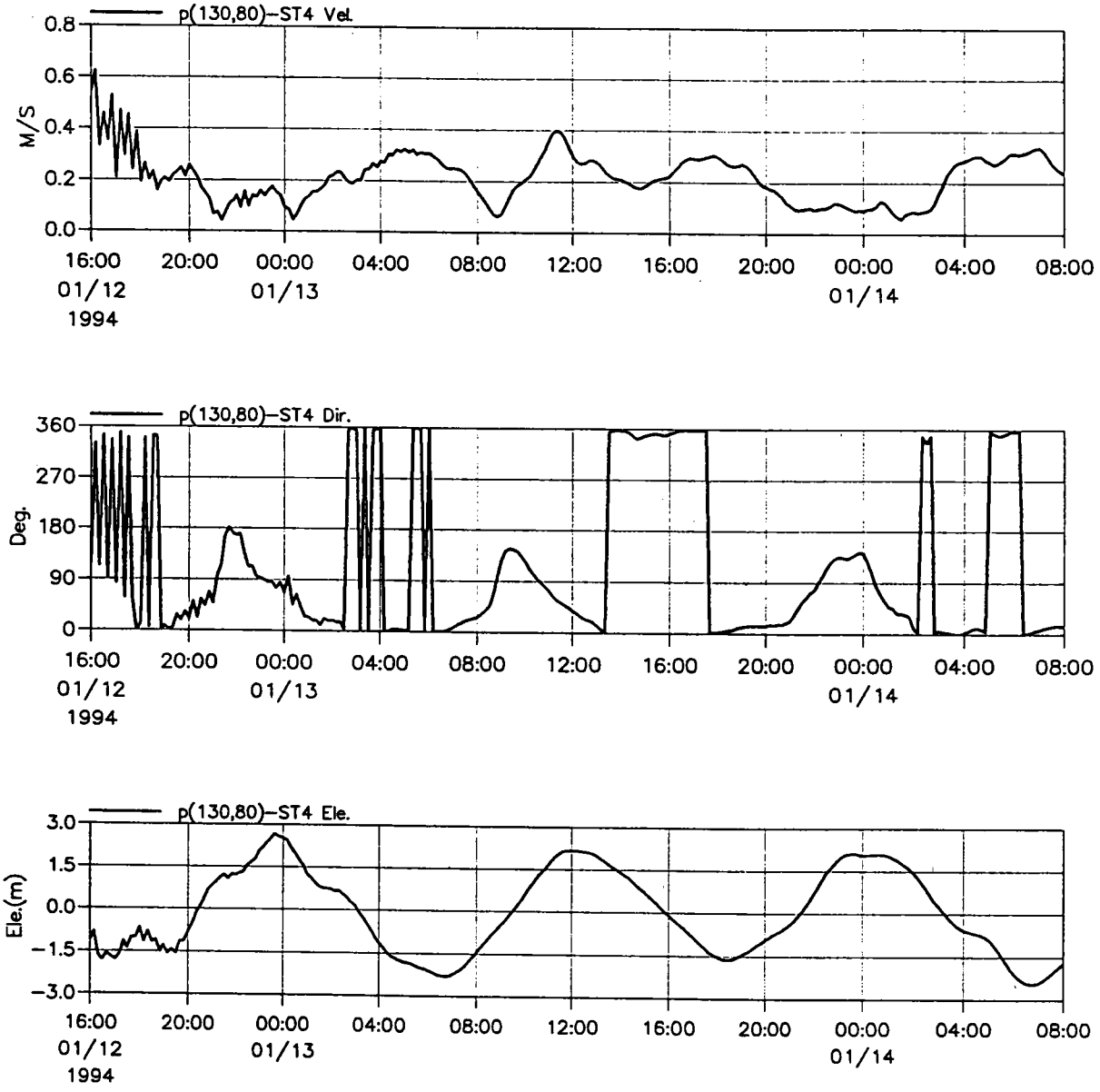


圖 3-9c 台中港夏季 ST-4 計算測站水流及水位模擬結果

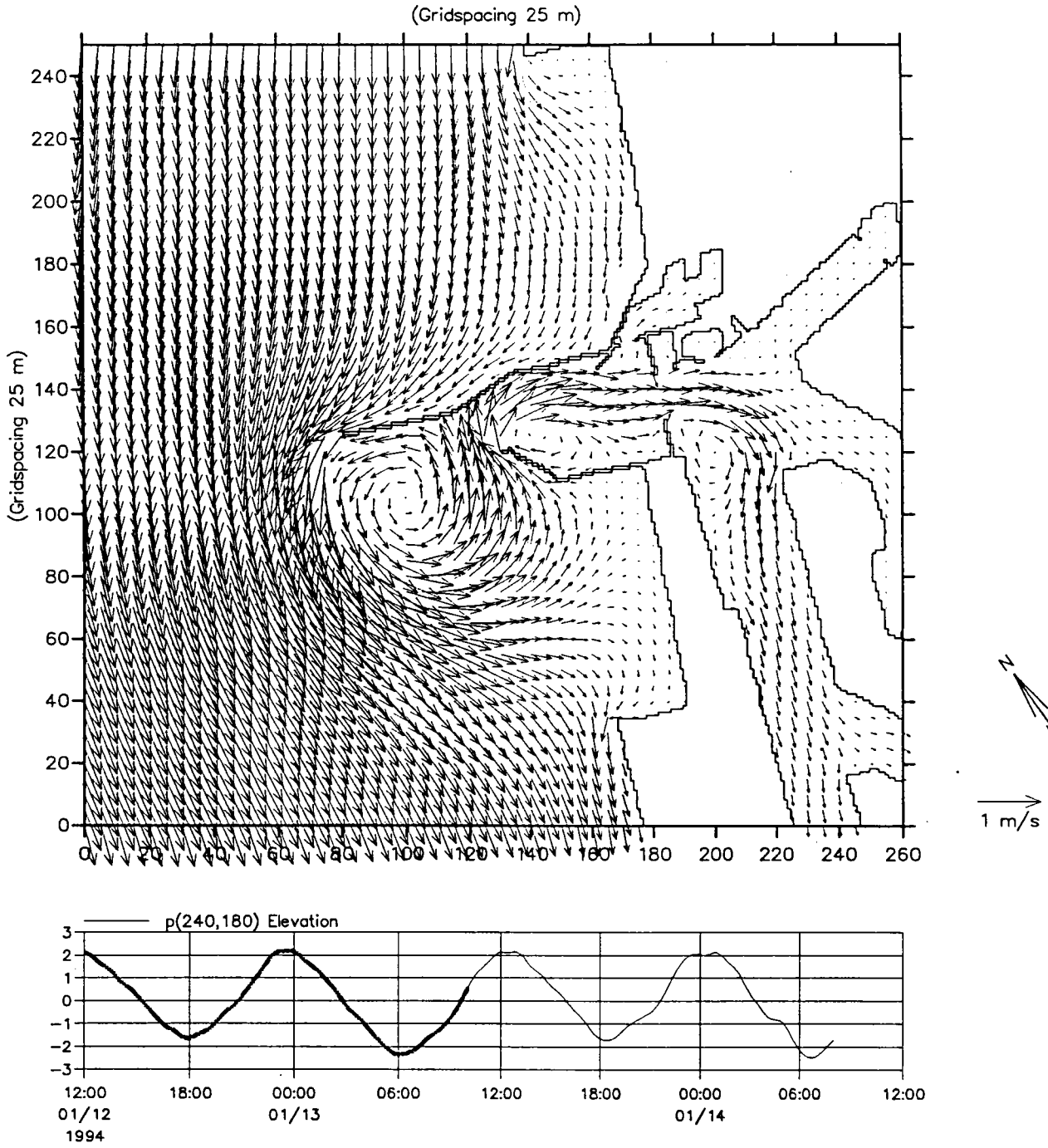


圖 3-10a 台中港冬季大潮期間季風及潮汐影響之水流模擬
(1994/01/13 10:00:00)

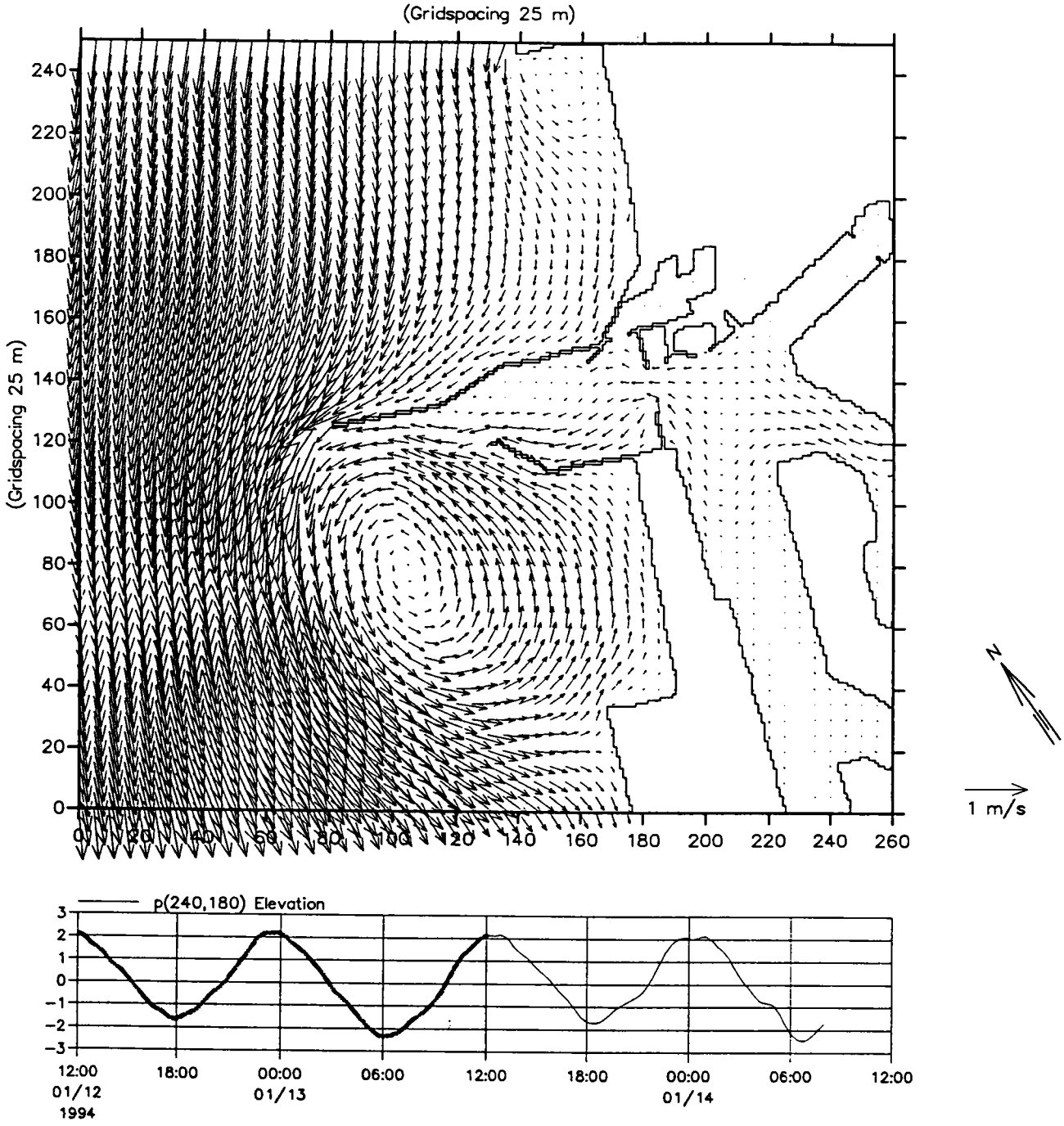


圖 3-10b 台中港冬季大潮期間季風及潮汐影響之水流模擬 (1994/01/13 12:00:00)

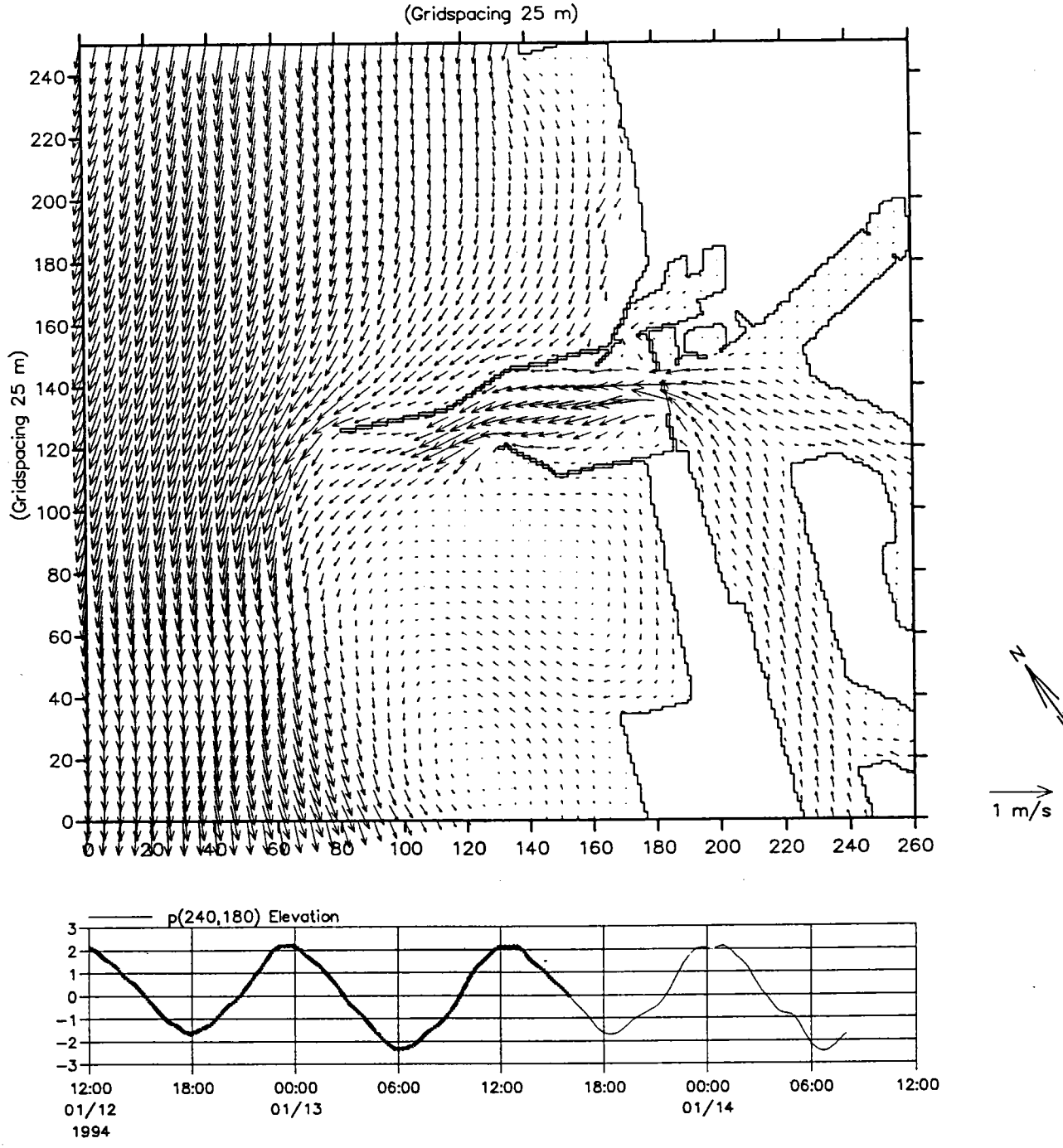


圖 3-10c 台中港冬季大潮期間季風及潮汐影響之水流模擬
(1994/01/13 16:00:00)

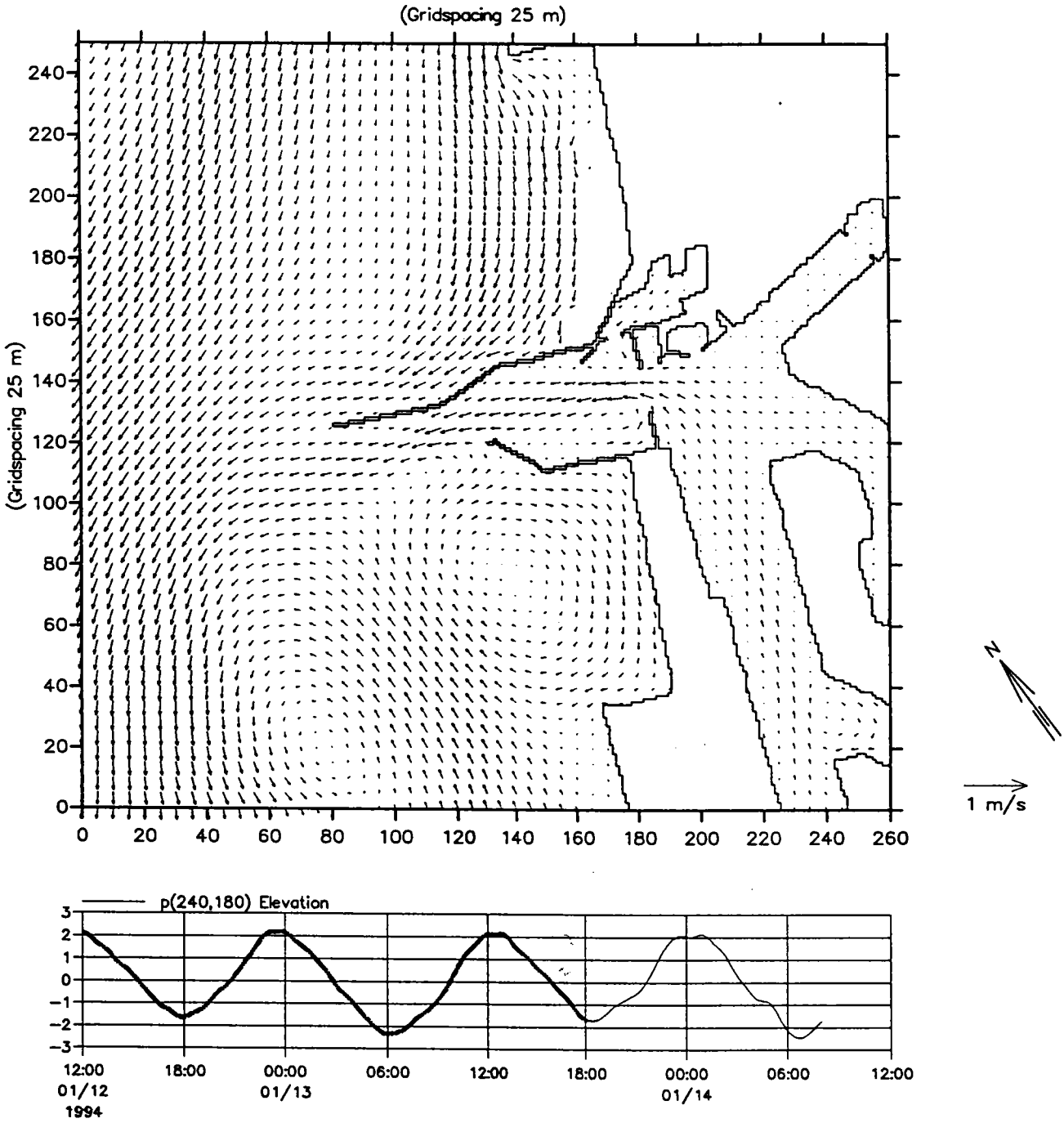


圖 3-10d 台中港冬季大潮期間季風及潮汐影響之水流模擬
(1994/01/13 18:00:00)

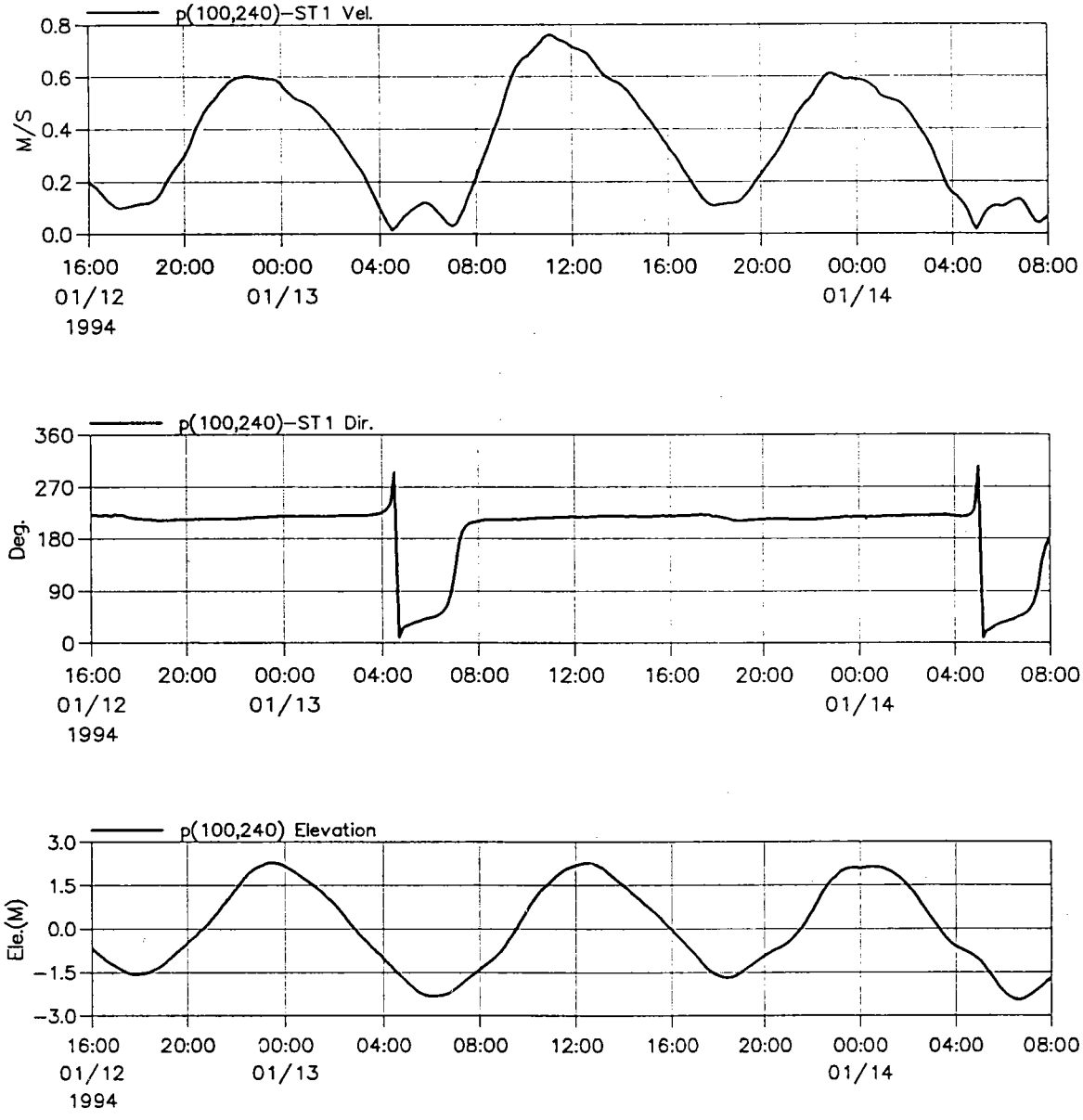


圖 3-11a 台中港冬季 ST-1 計算測站水流及水位模擬結果

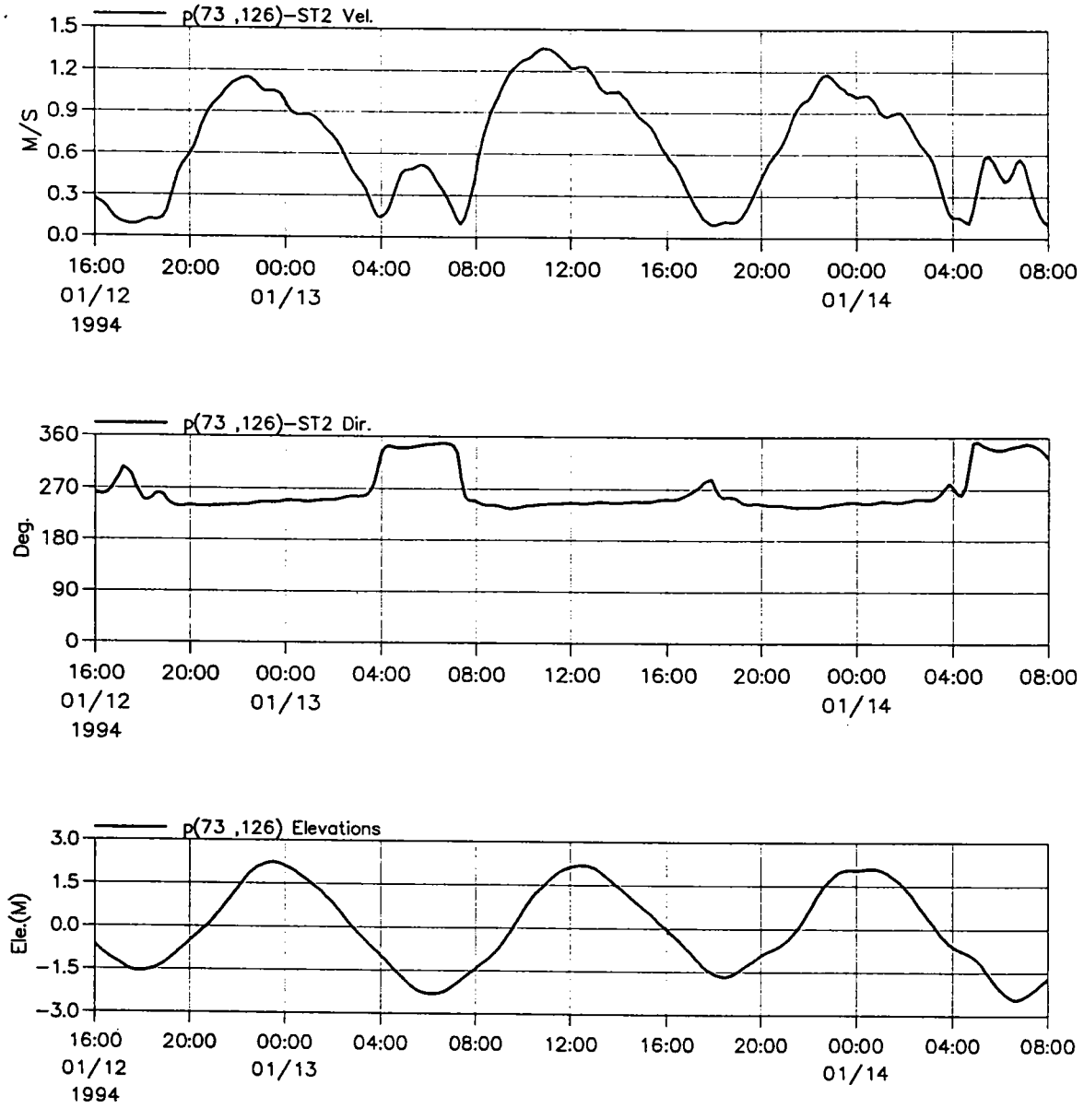


圖 3-11b 台中港冬季 ST-2 計算測站水流及水位模擬結果

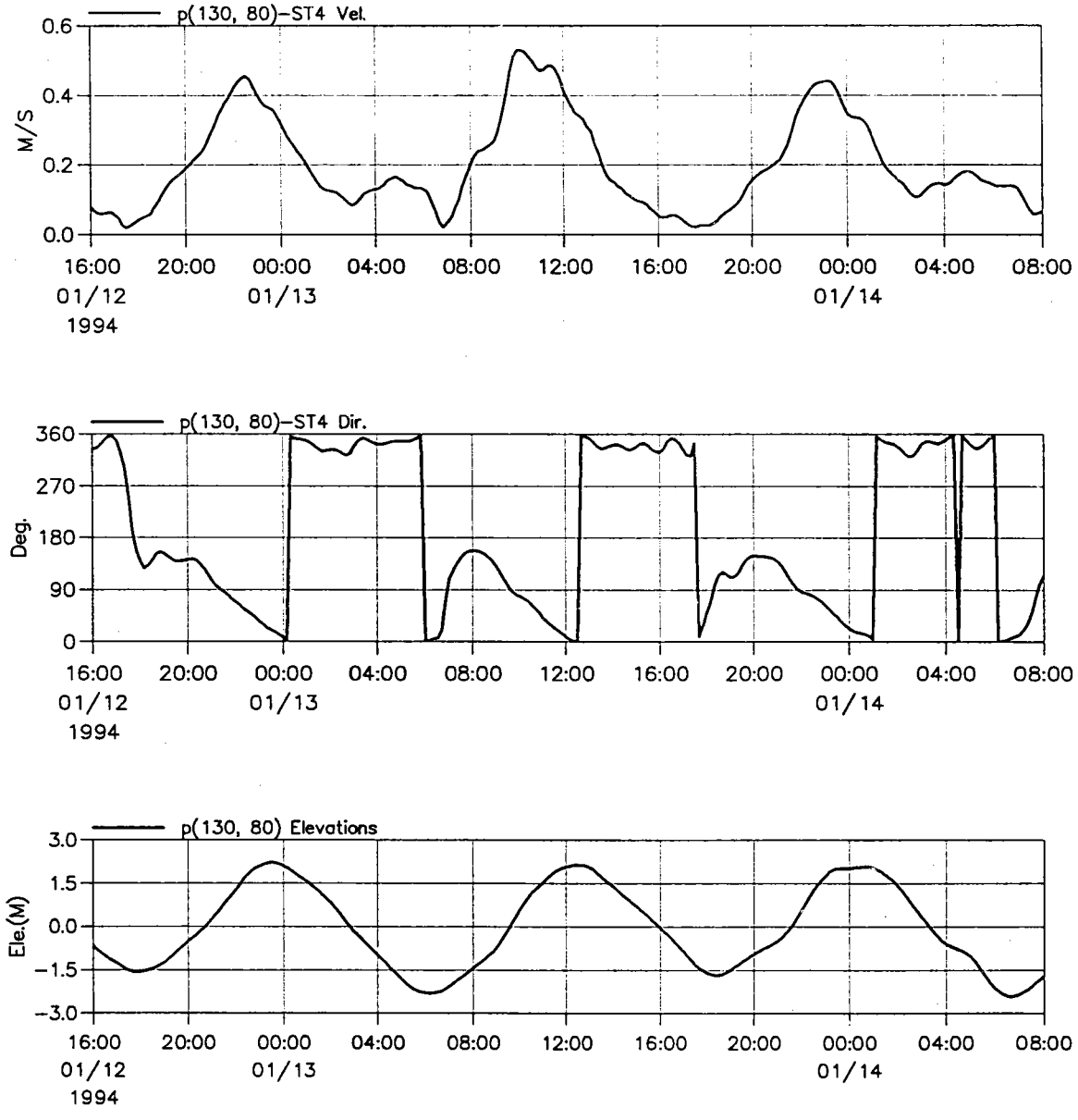


圖 3-11c 台中港冬季 ST-4 計算測站水流及水位模擬結果

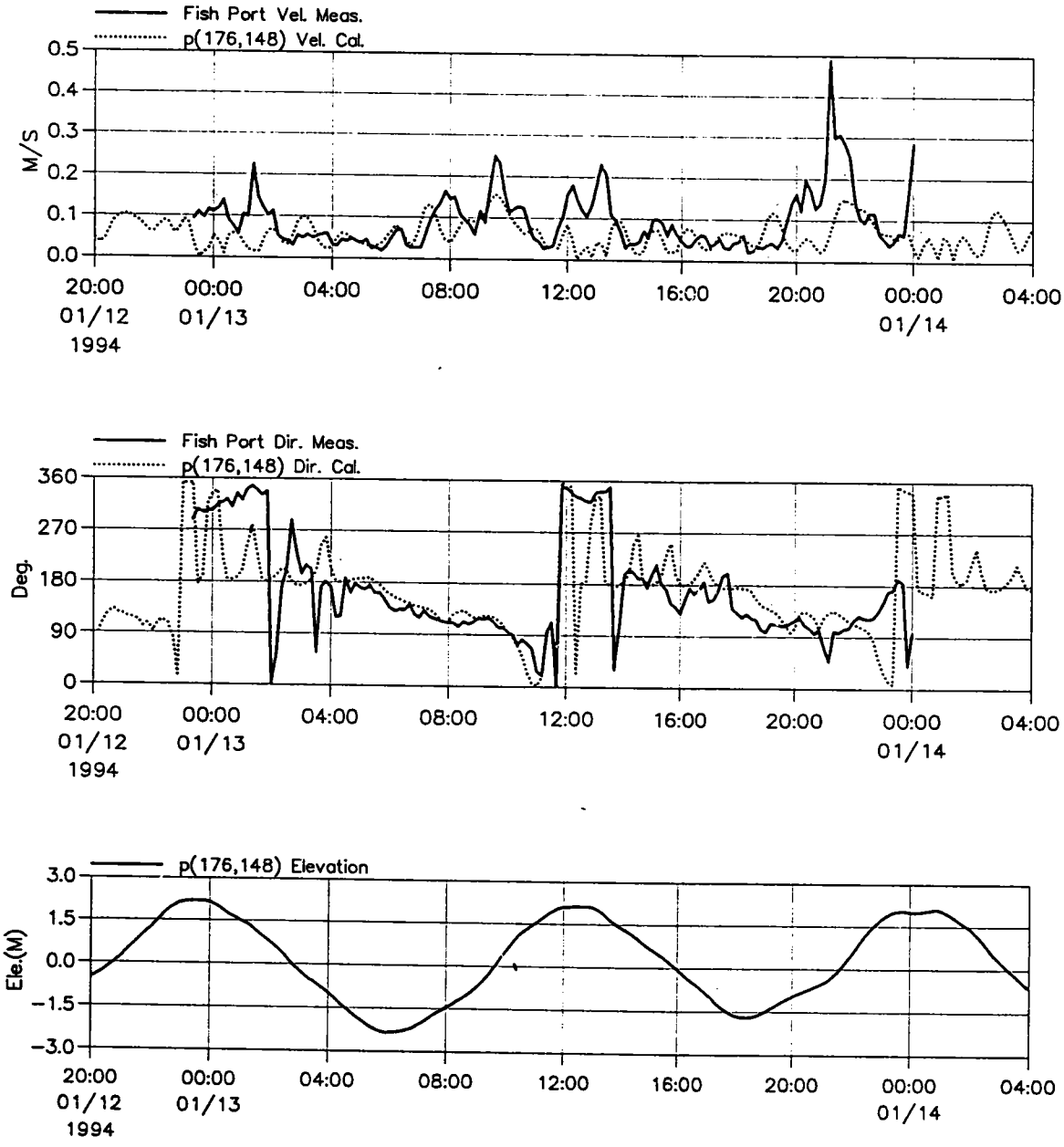


圖 3-12 台中港冬季漁港港口計算與 1996 年 1 月 7 日實測流速流向之比較

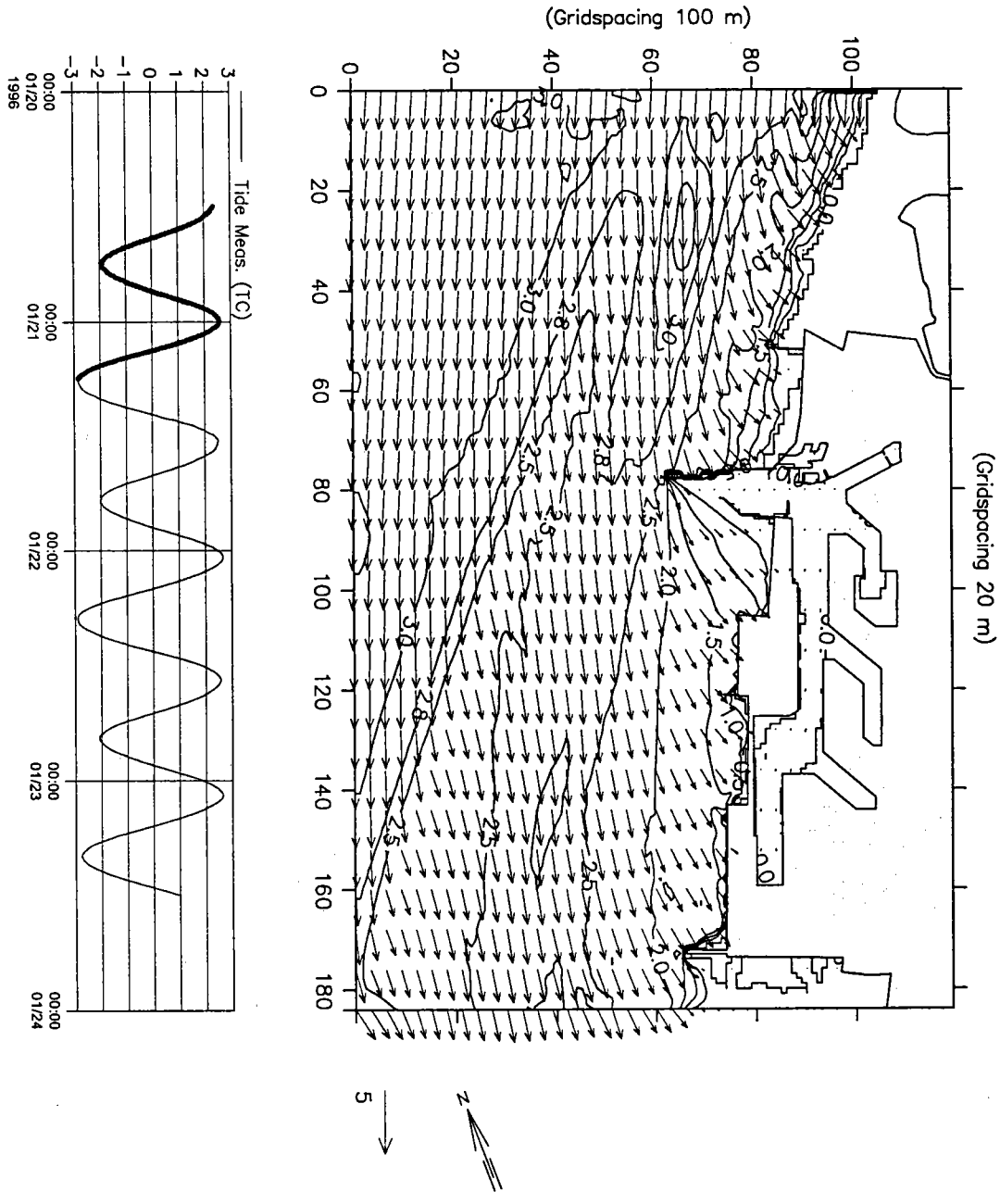


圖 3-13a 台中港區干潮位風速 15m/s 之計算風浪波向與波高分佈
(入射波高:3.0m; 週期:8 秒; 波向:NE)

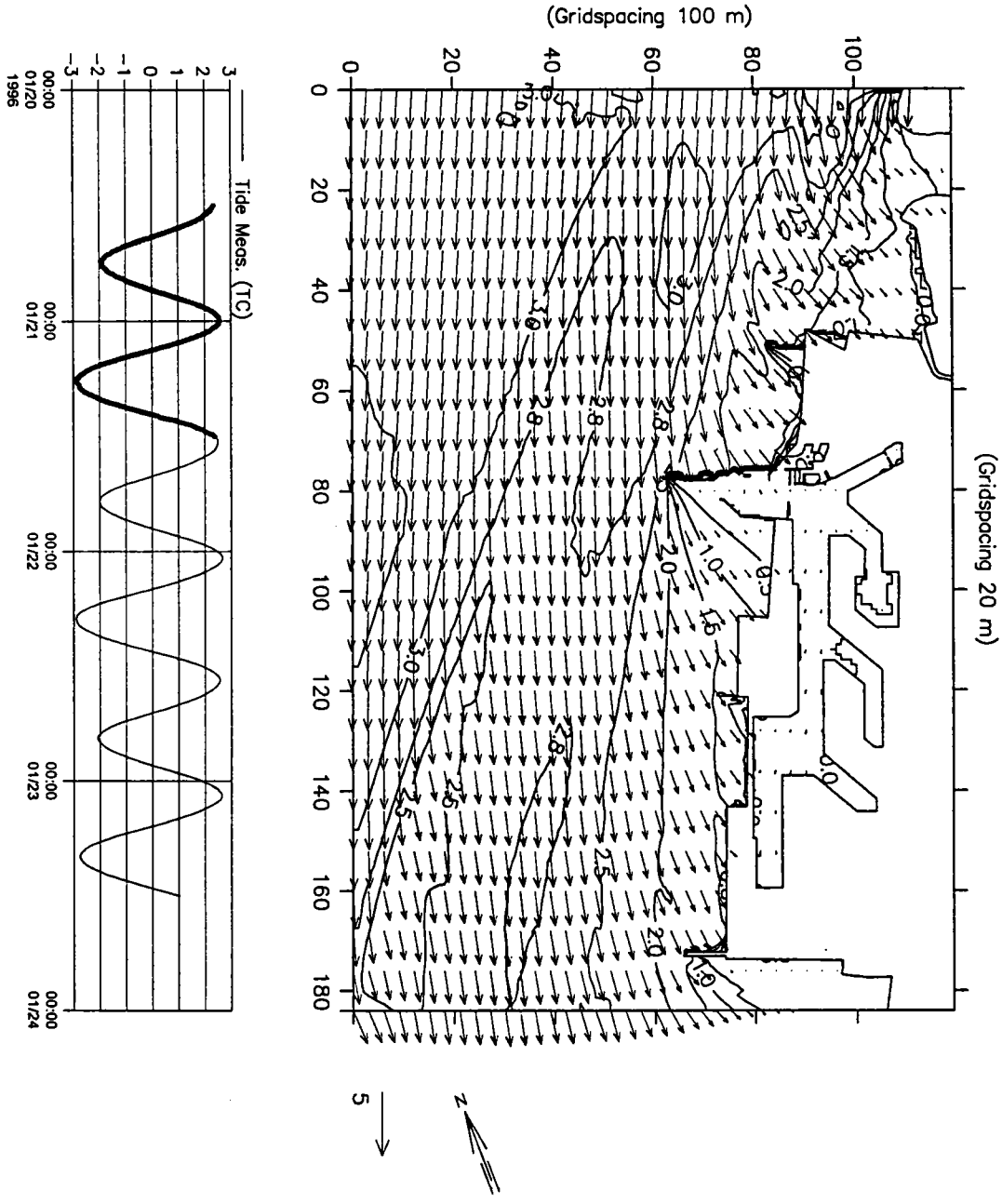


圖 3-13b 台中港區滿潮位風速 15m/s 之計算風浪波向與波高分佈

(入射波高:3.0m; 週期:8 秒; 波向:NE)



圖 3-14 台中港海域波場 1993/12/08 SPOT 衛星影像

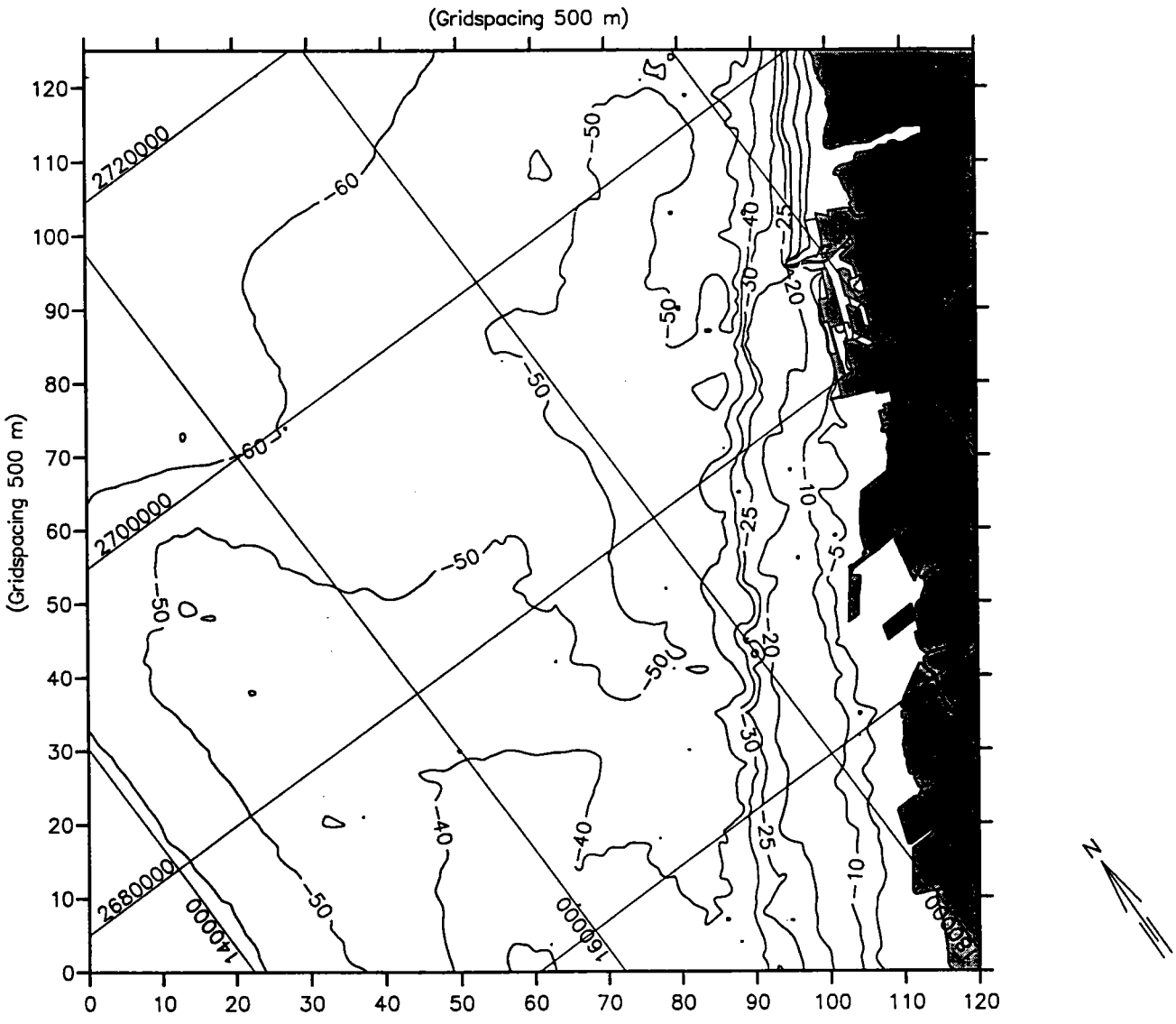


圖 3-15a 台中港區現況海域海流大域計算範圍

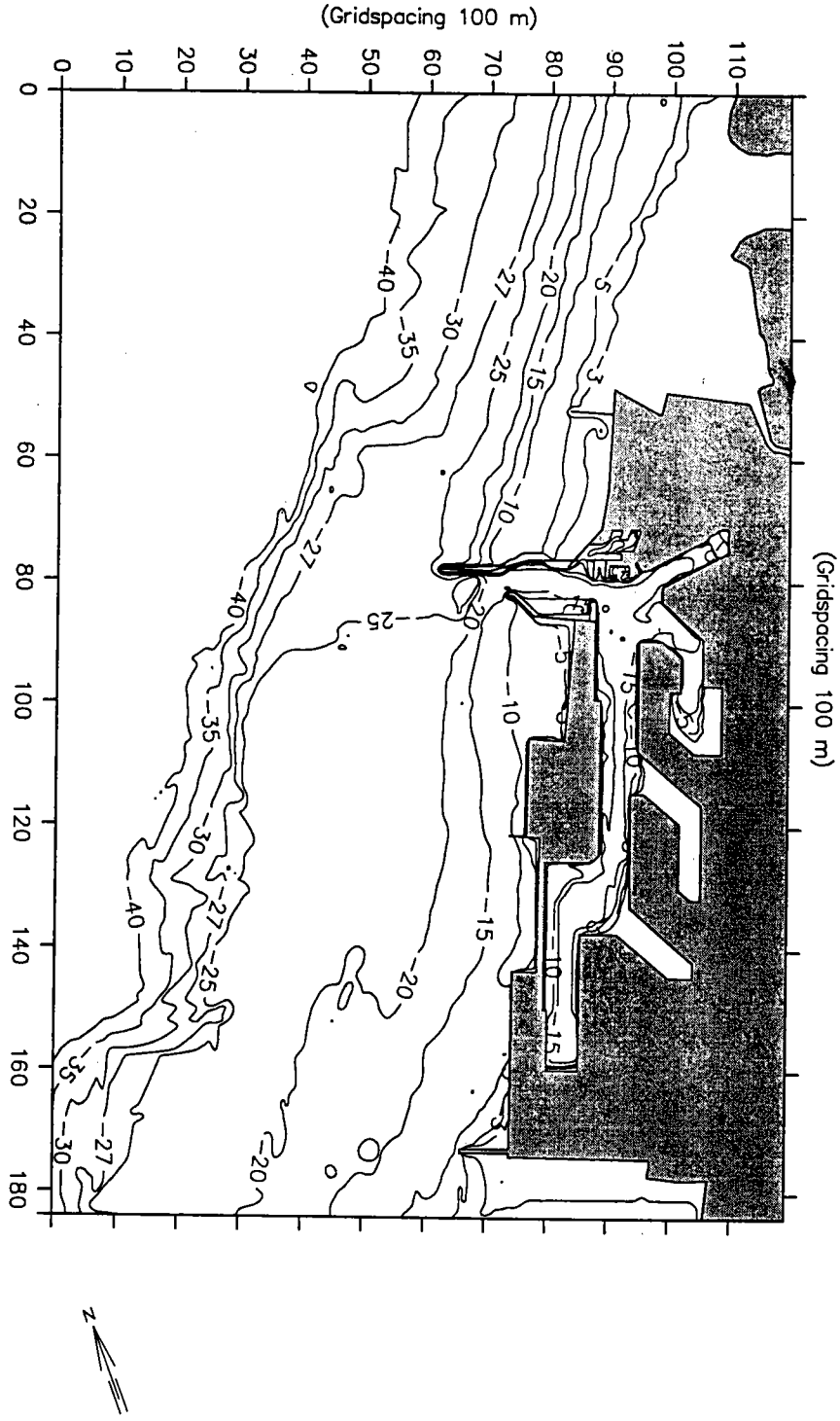


圖 3-15b 台中港區現況海域海流小域計算範圍

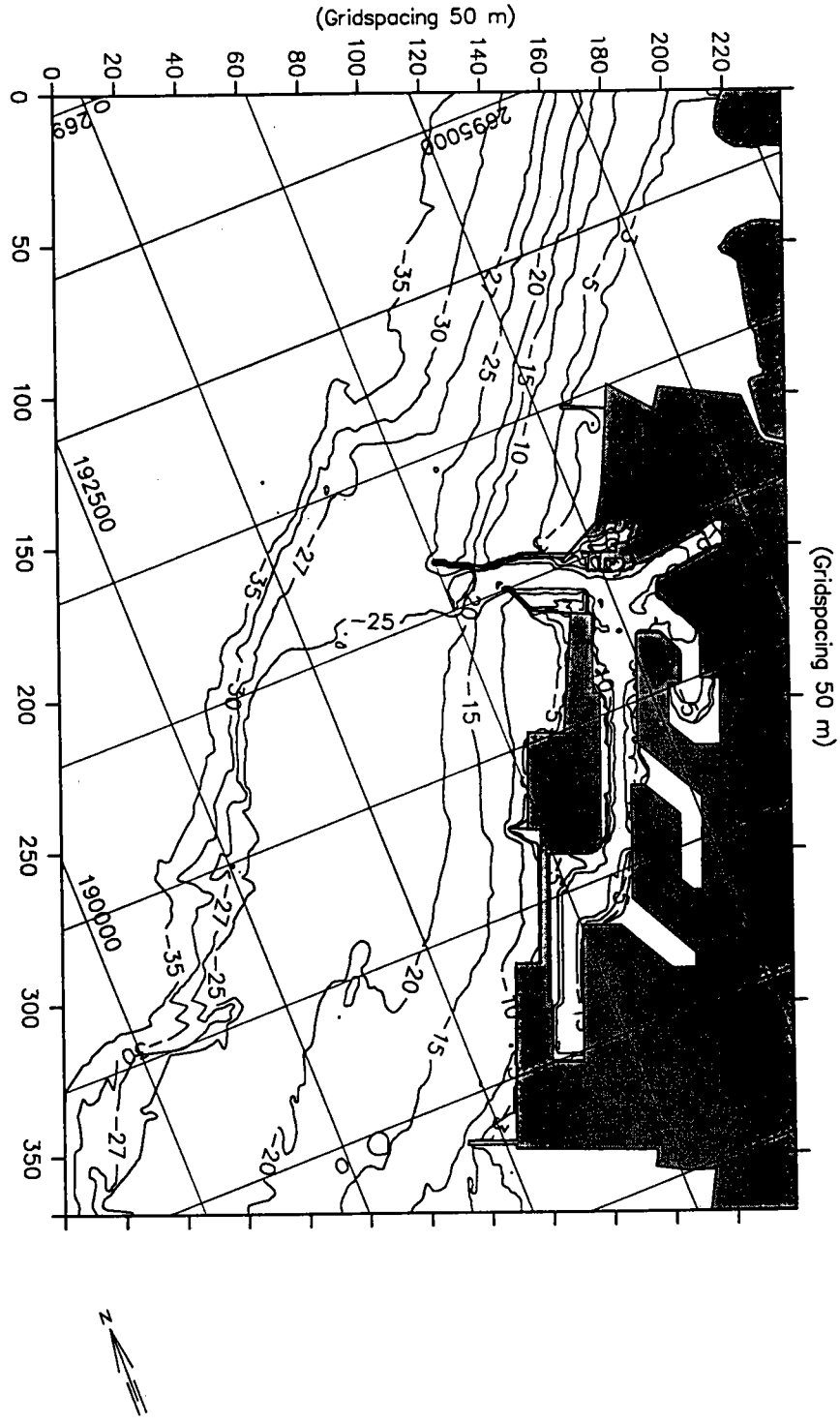
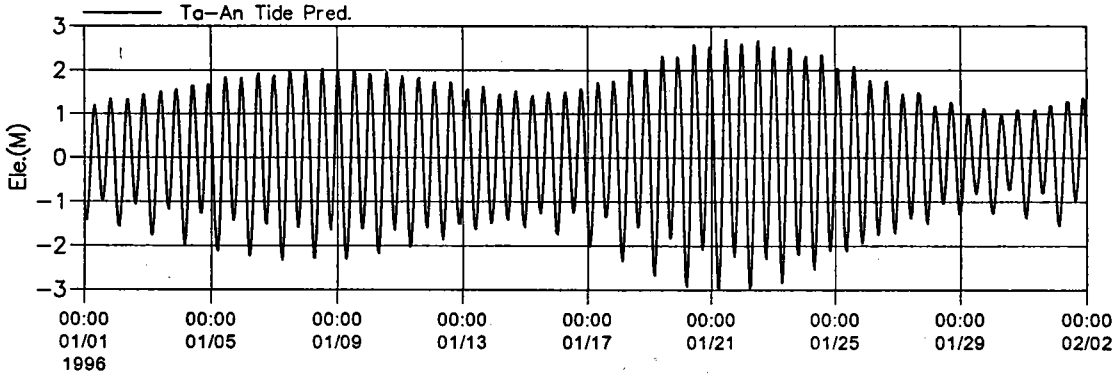
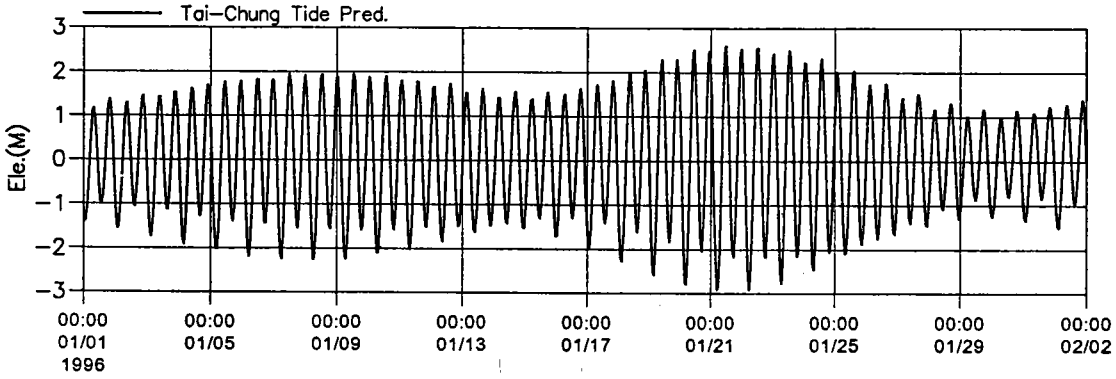


圖 3-15c 台中港區現況海域海流局部計算範圍





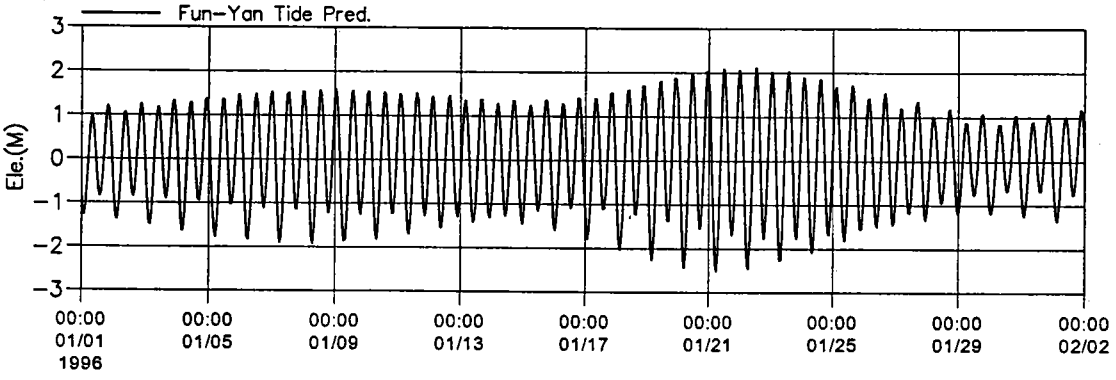


圖 3-16 大安、台中港及芳苑之預報潮位變化圖

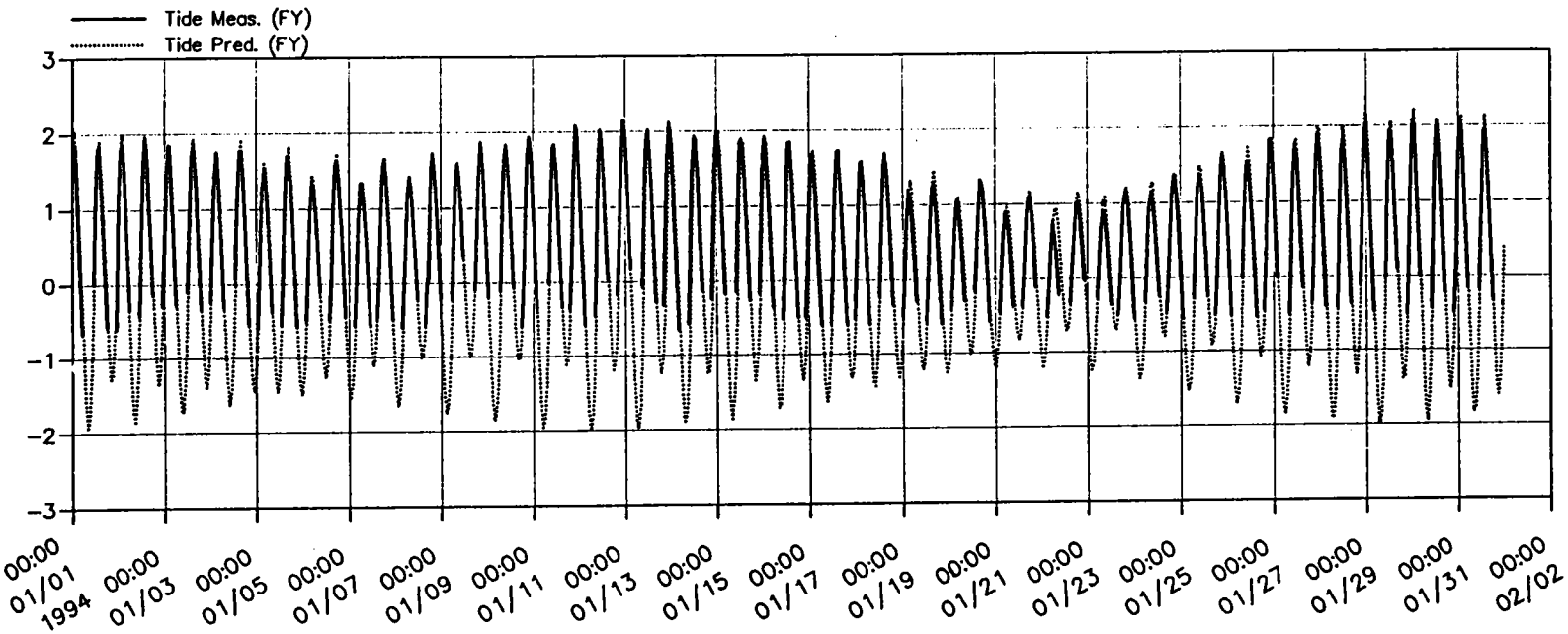


圖 3-17 芳苑驗潮站潮汐實測及驗潮結果比較

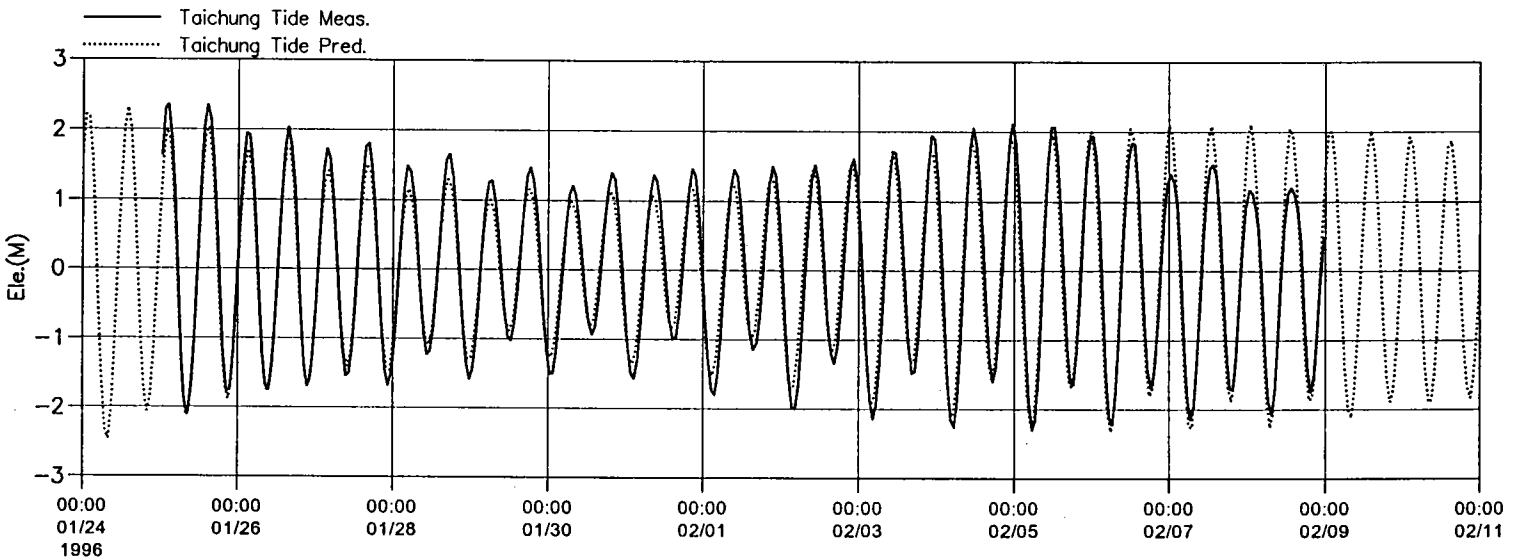


圖 3-18 台中港驗潮汐測站實測及預報結果比較

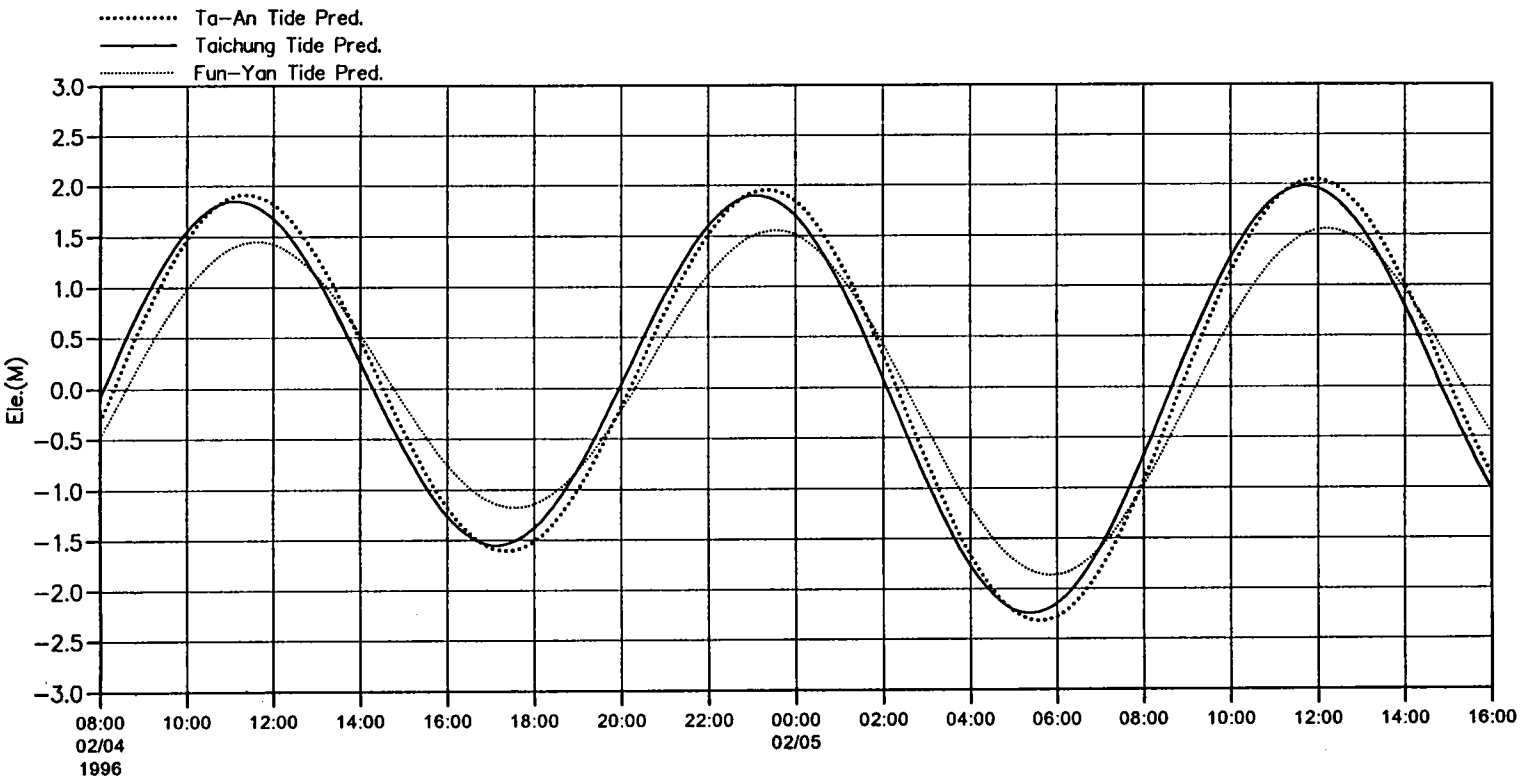


圖 3-19 大安、台中港及芳苑潮位站潮時之比較

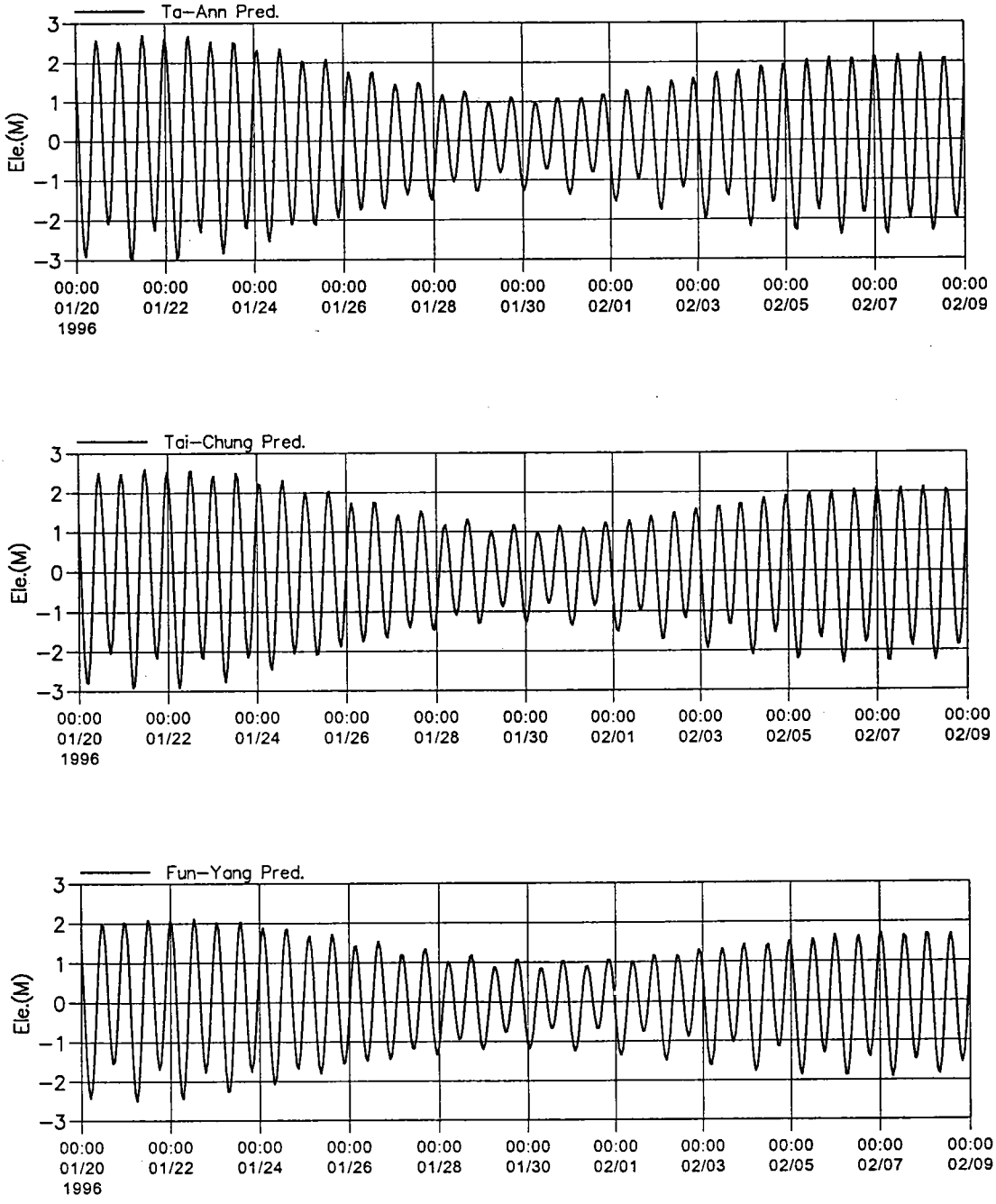
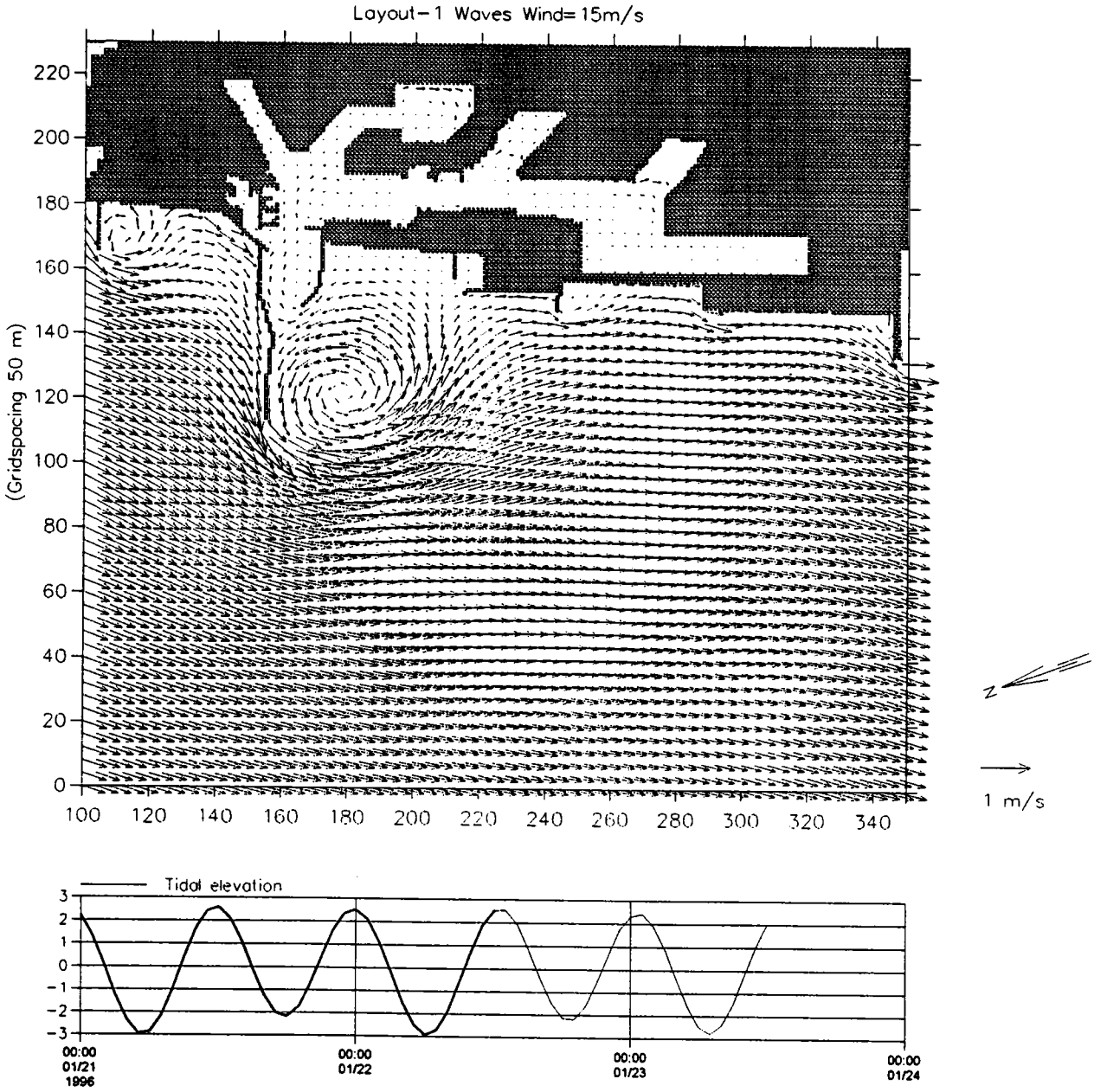


圖 3-20 台中港域海流模擬計算期間之邊界潮位


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

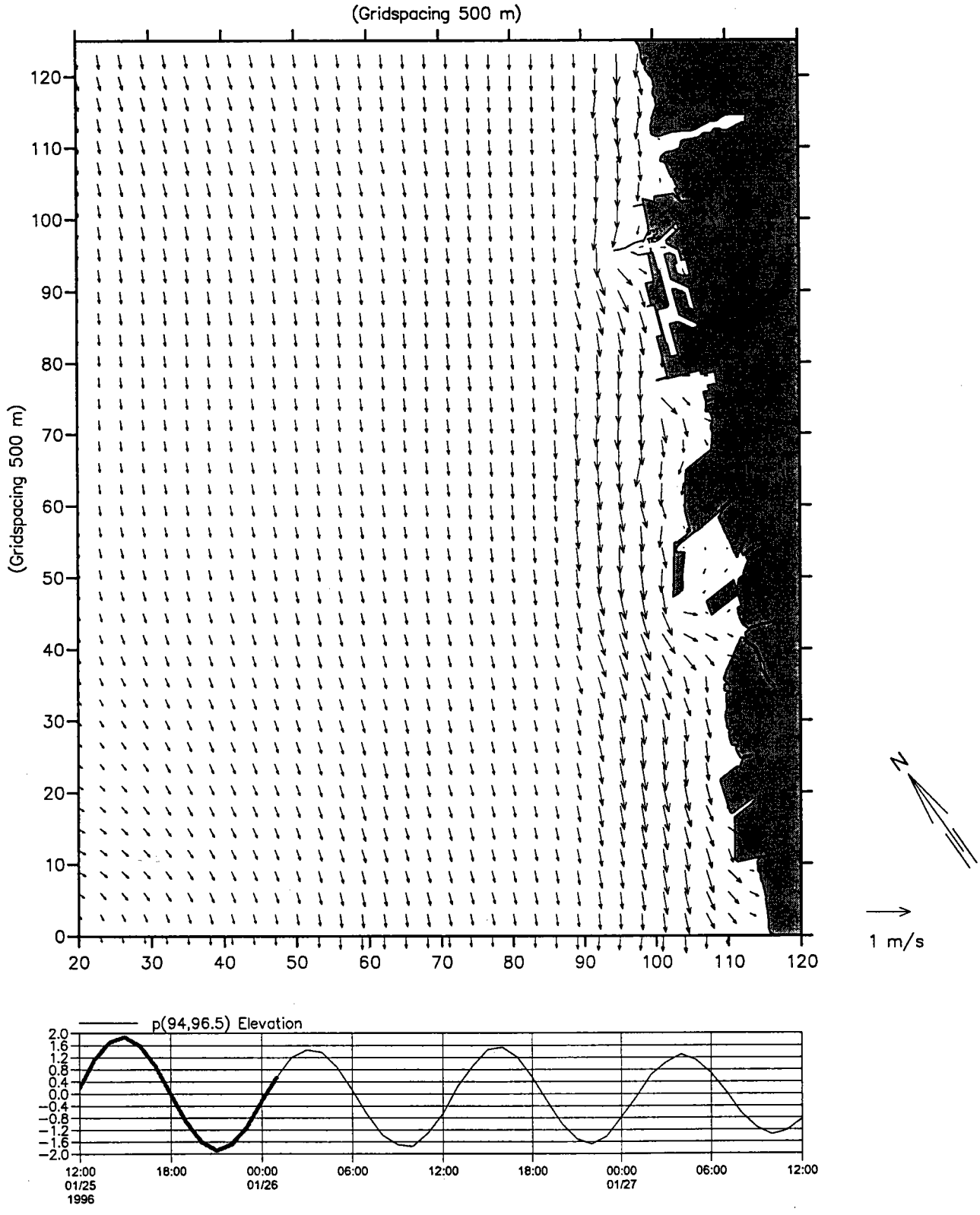


圖 3-21b 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 01:00:00)

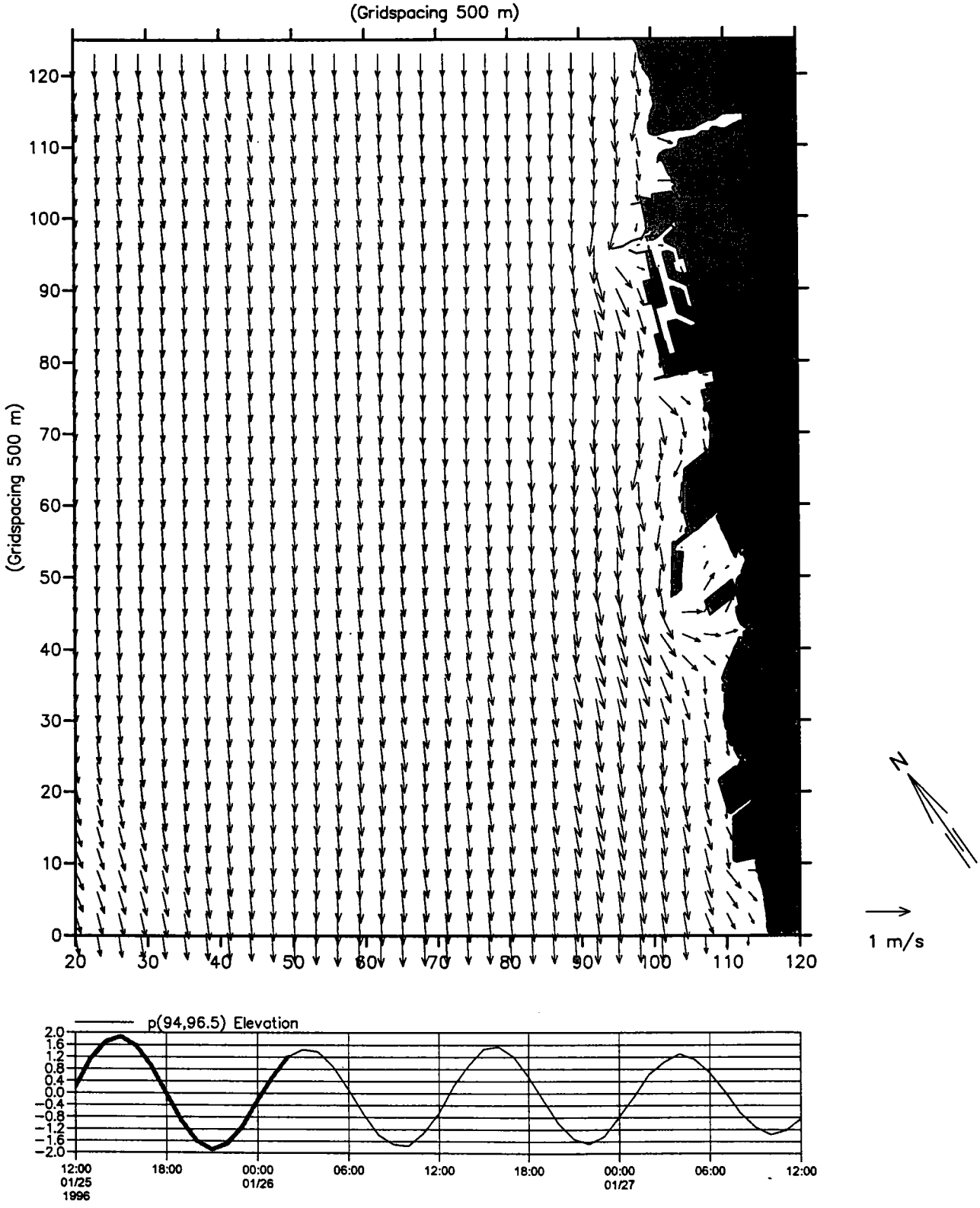


圖 3-21c 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果 (1996/01/26 02:00:00)

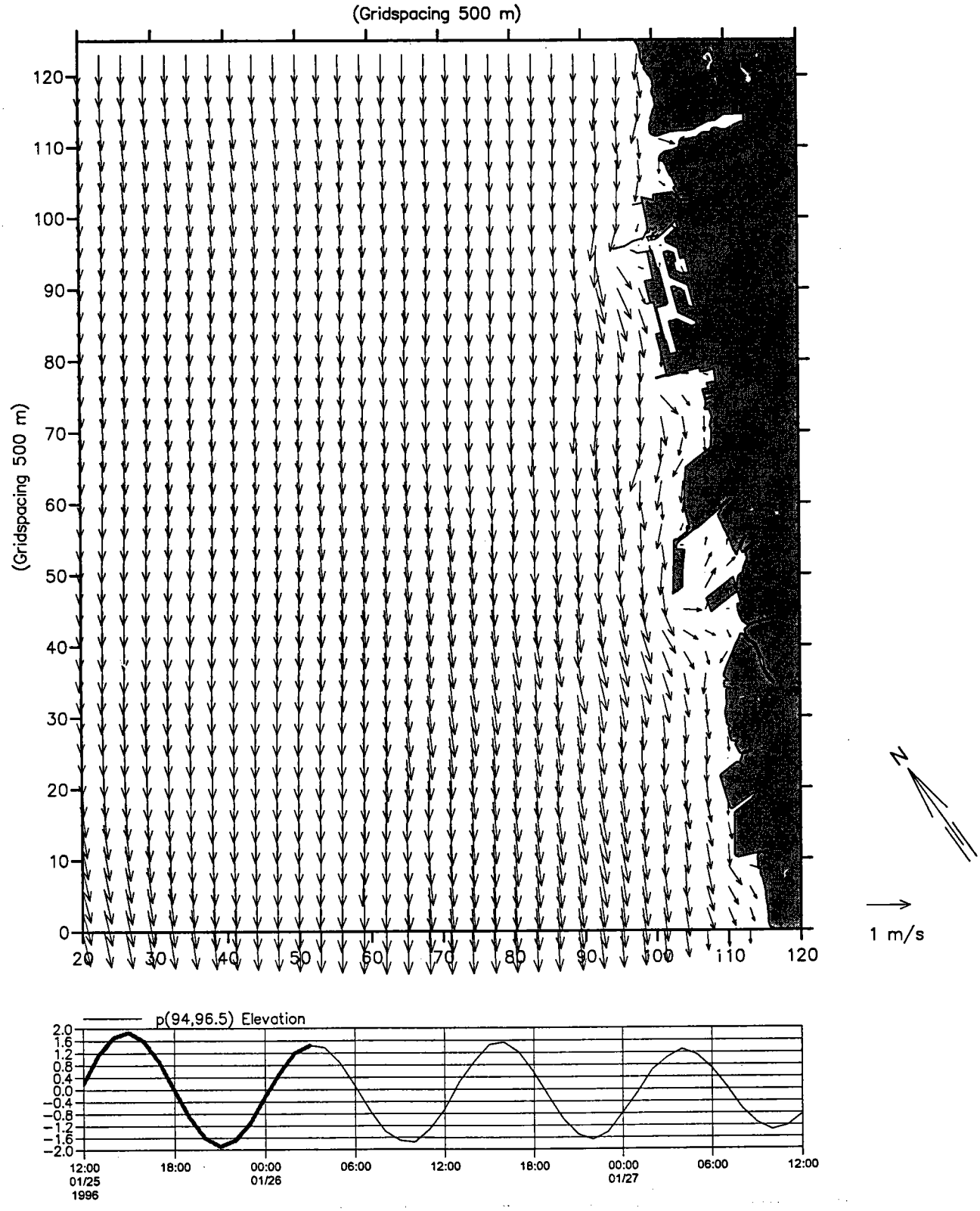


圖 3-21d 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 03:00:00)

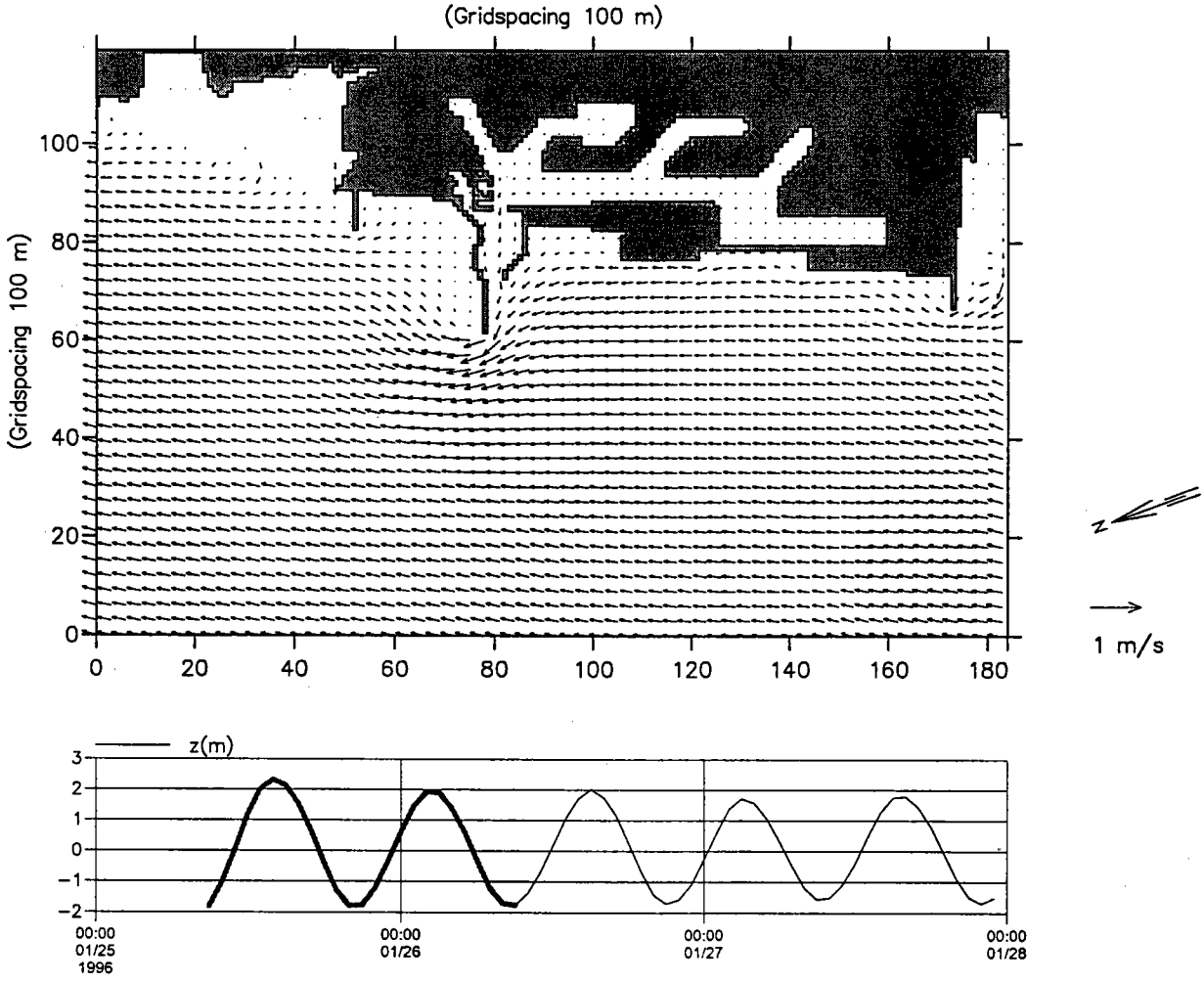


圖 3-41n 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 09:00)

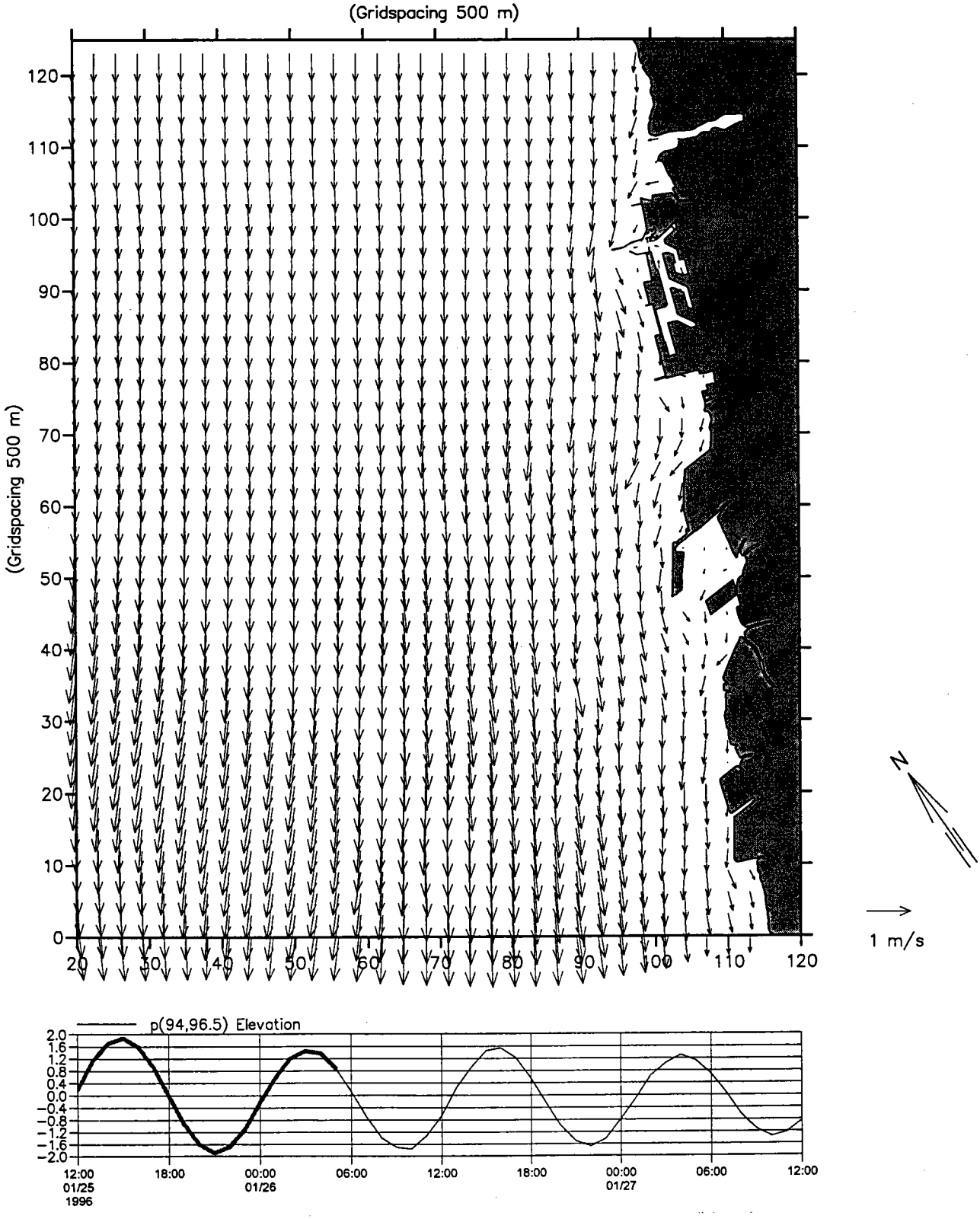


圖 3-21f 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 05:00:00)

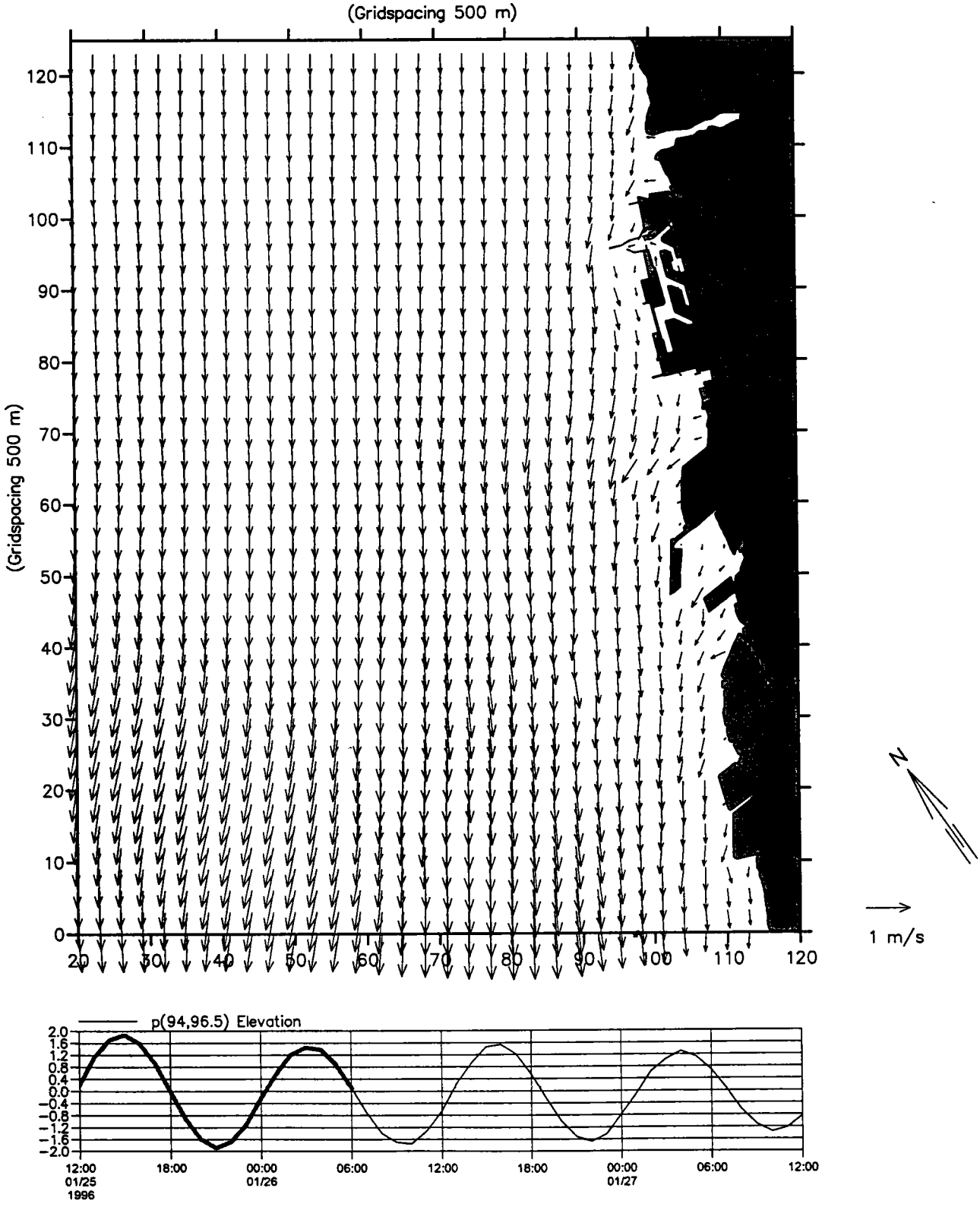


圖 3-21g 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 06:00:00)

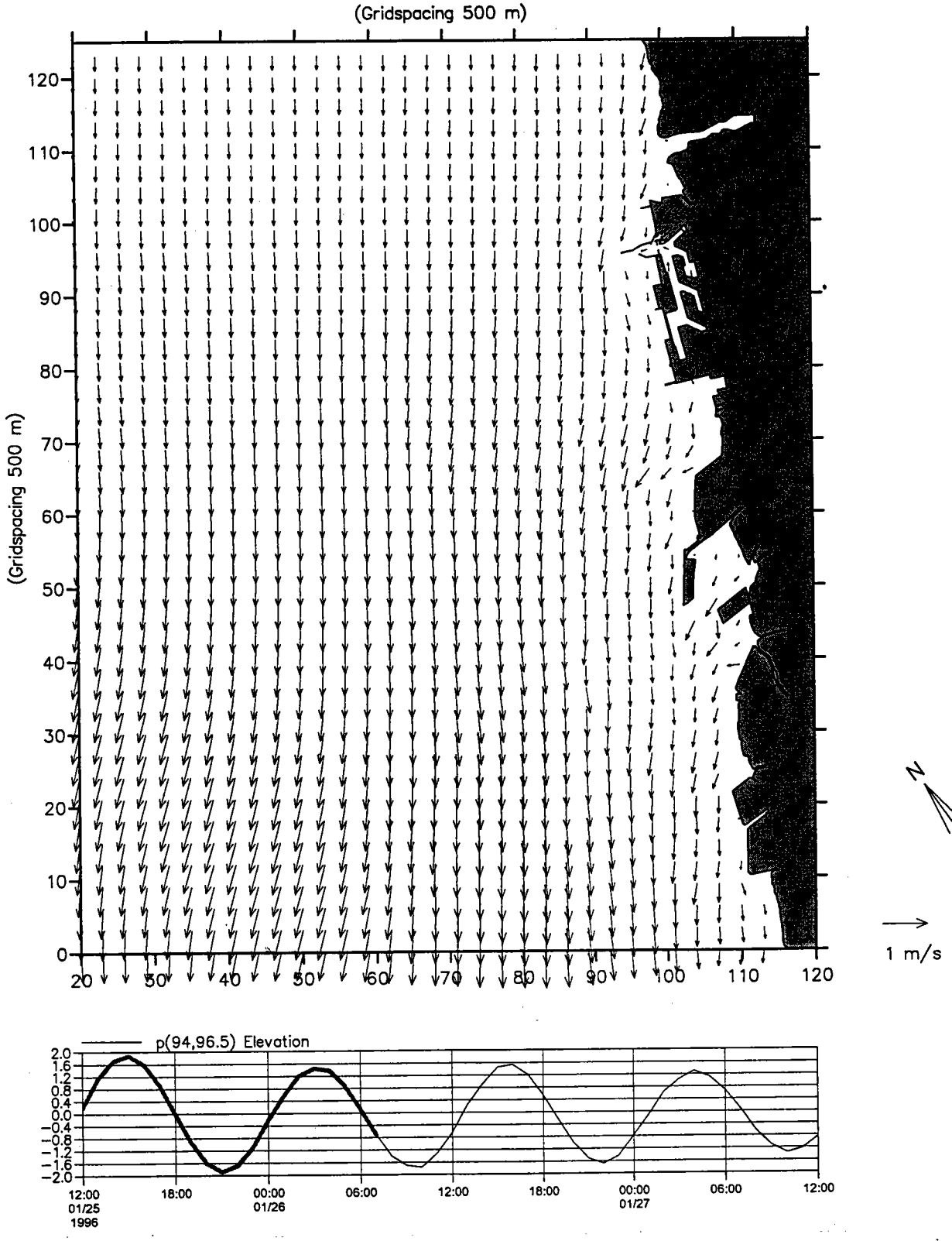


圖 3-21h 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 07:00:00)

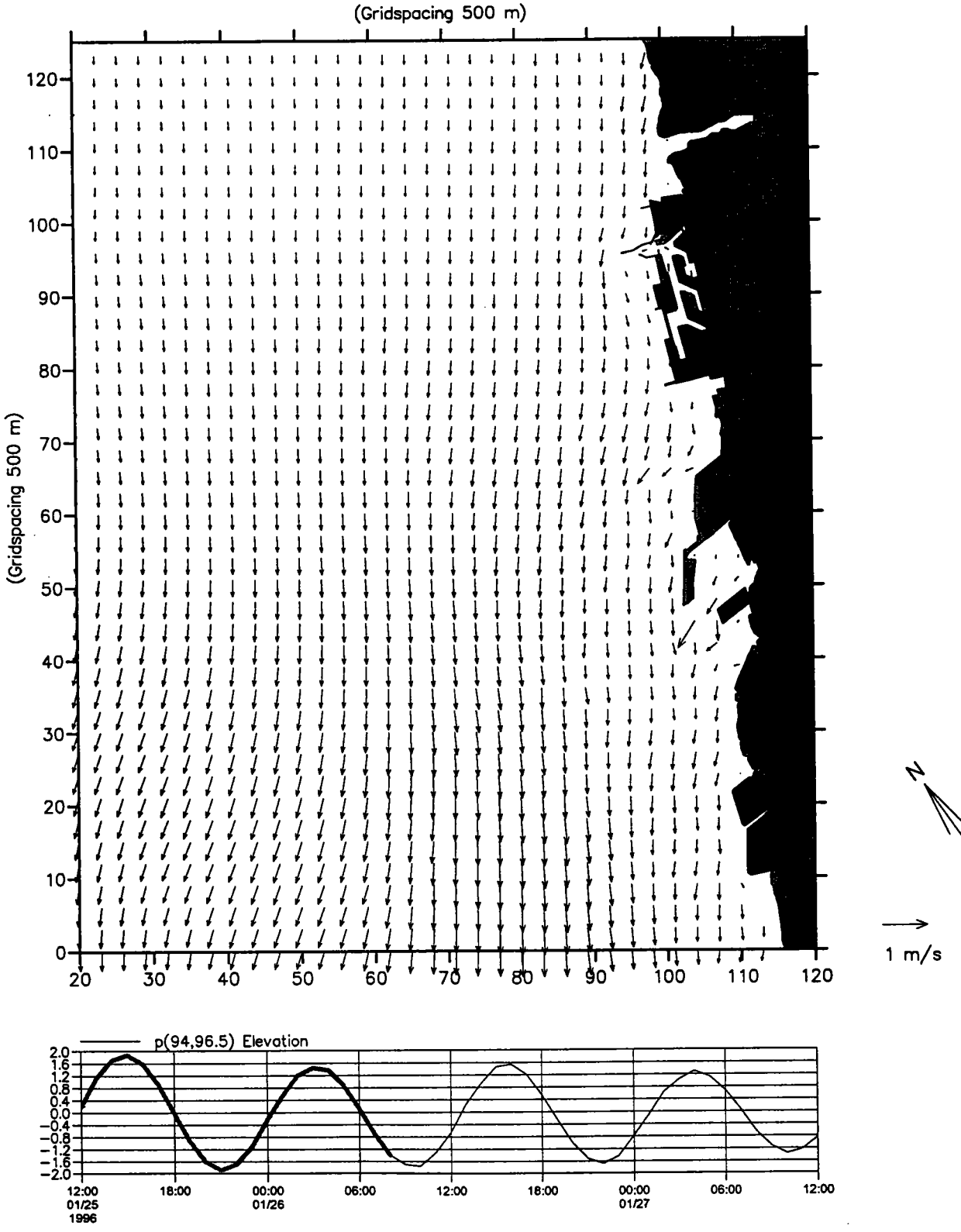


圖 3-21i 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果 (1996/01/26 08:00:00)

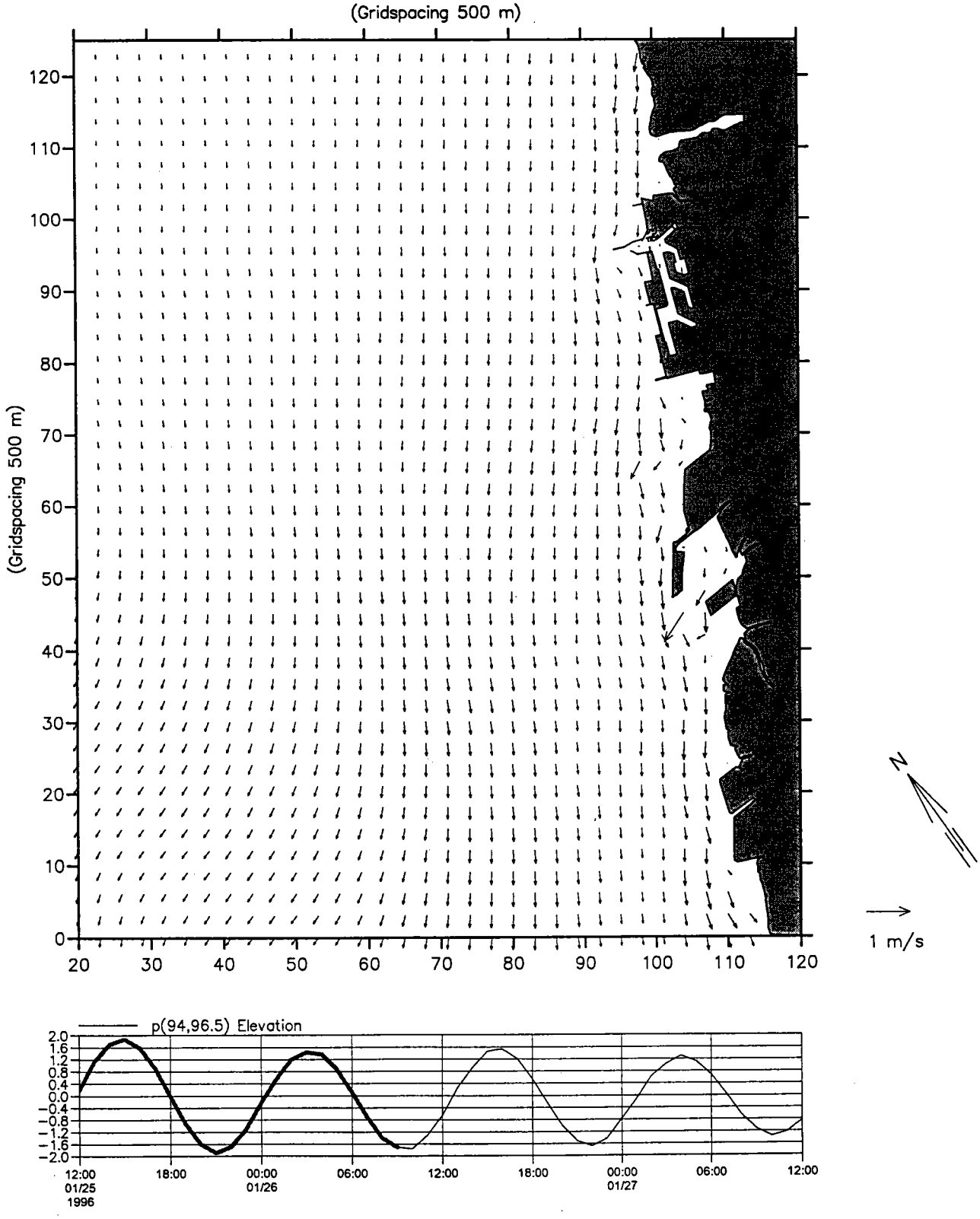


圖 3-21j 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果 (1996/01/26 09:00:00)

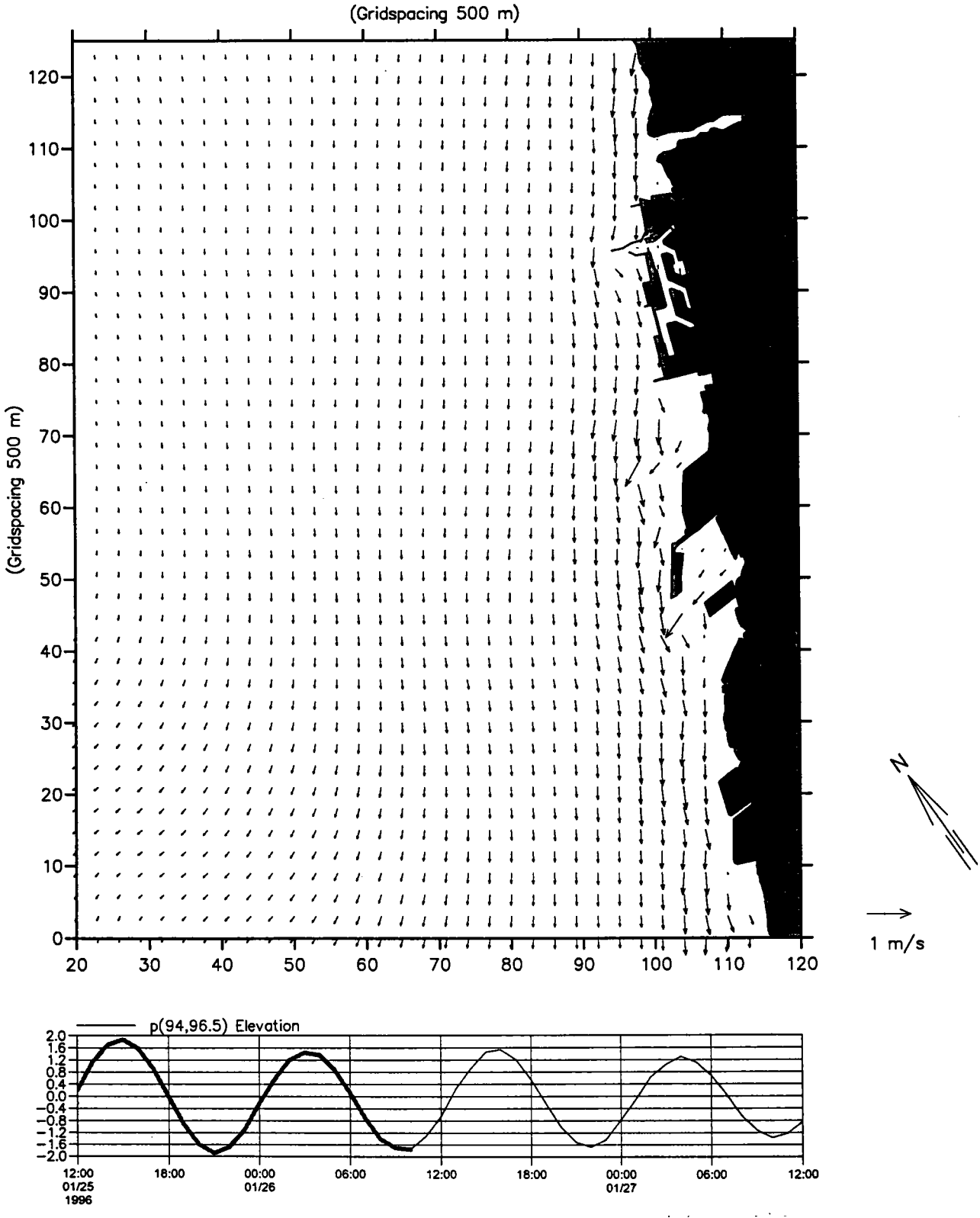


圖 3-21k 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 10:00:00)

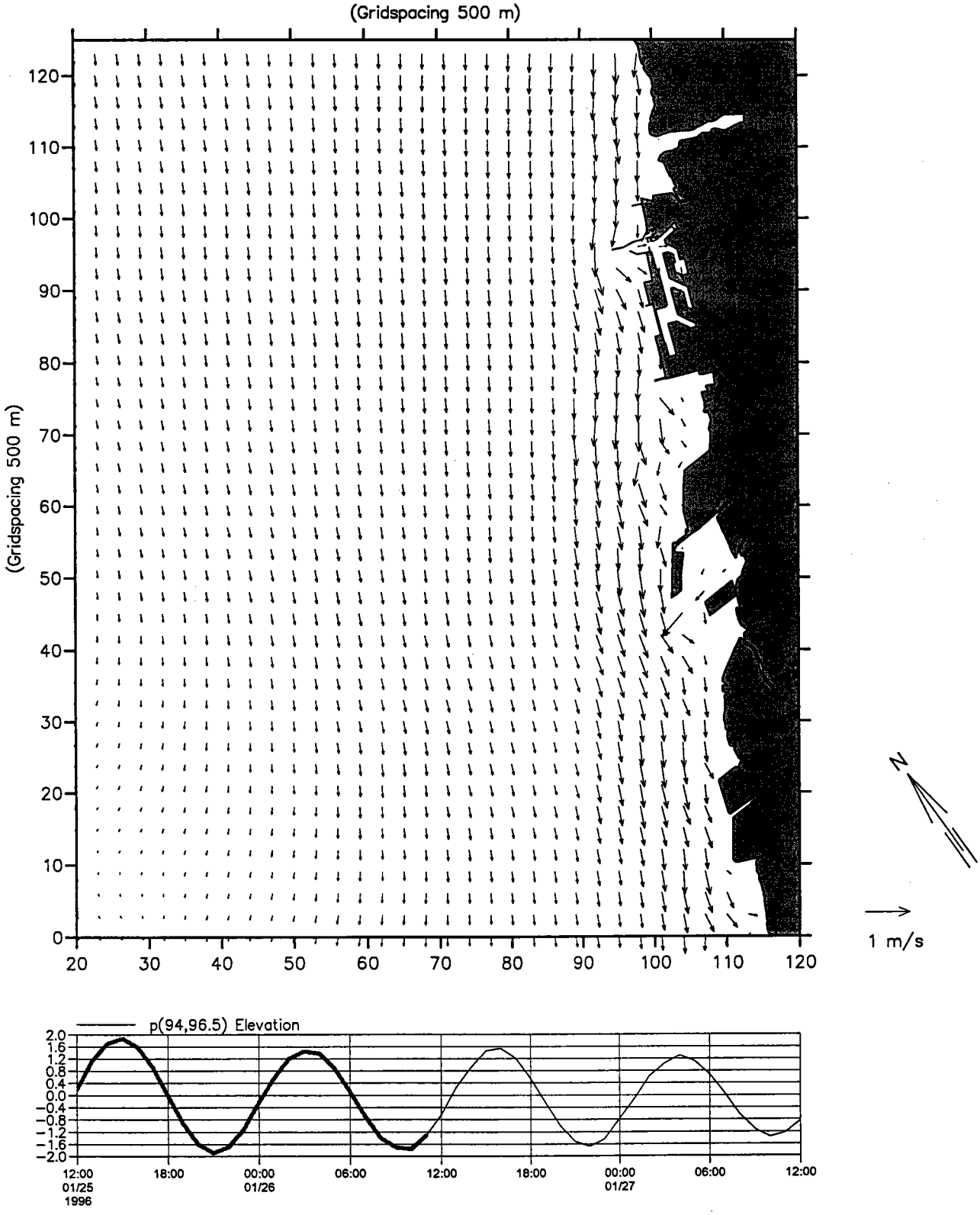


圖 3-2ℓ 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果
(1996/01/26 11:00:00)

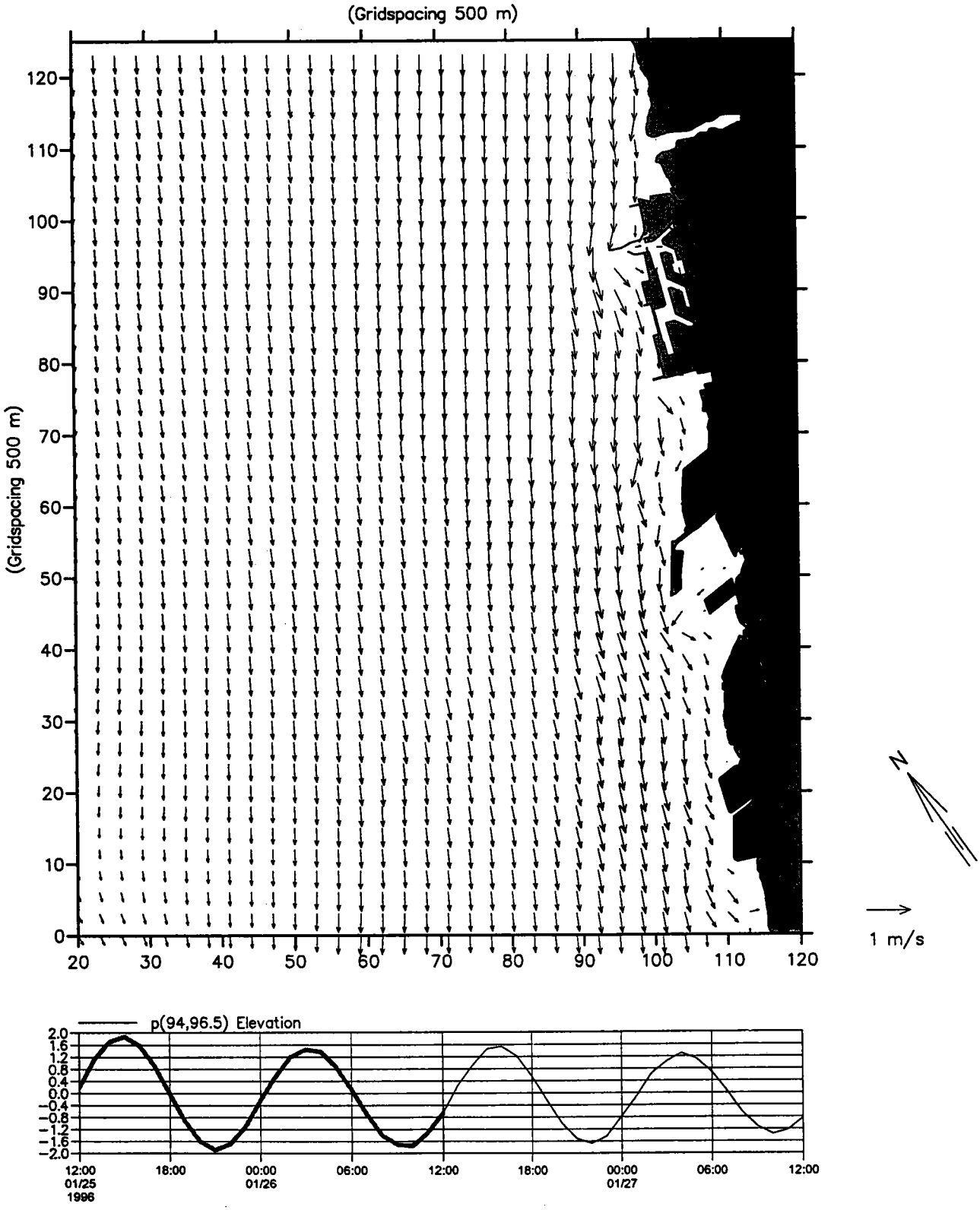


圖 3-21m 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果 (1996/01/26 12:00:00)

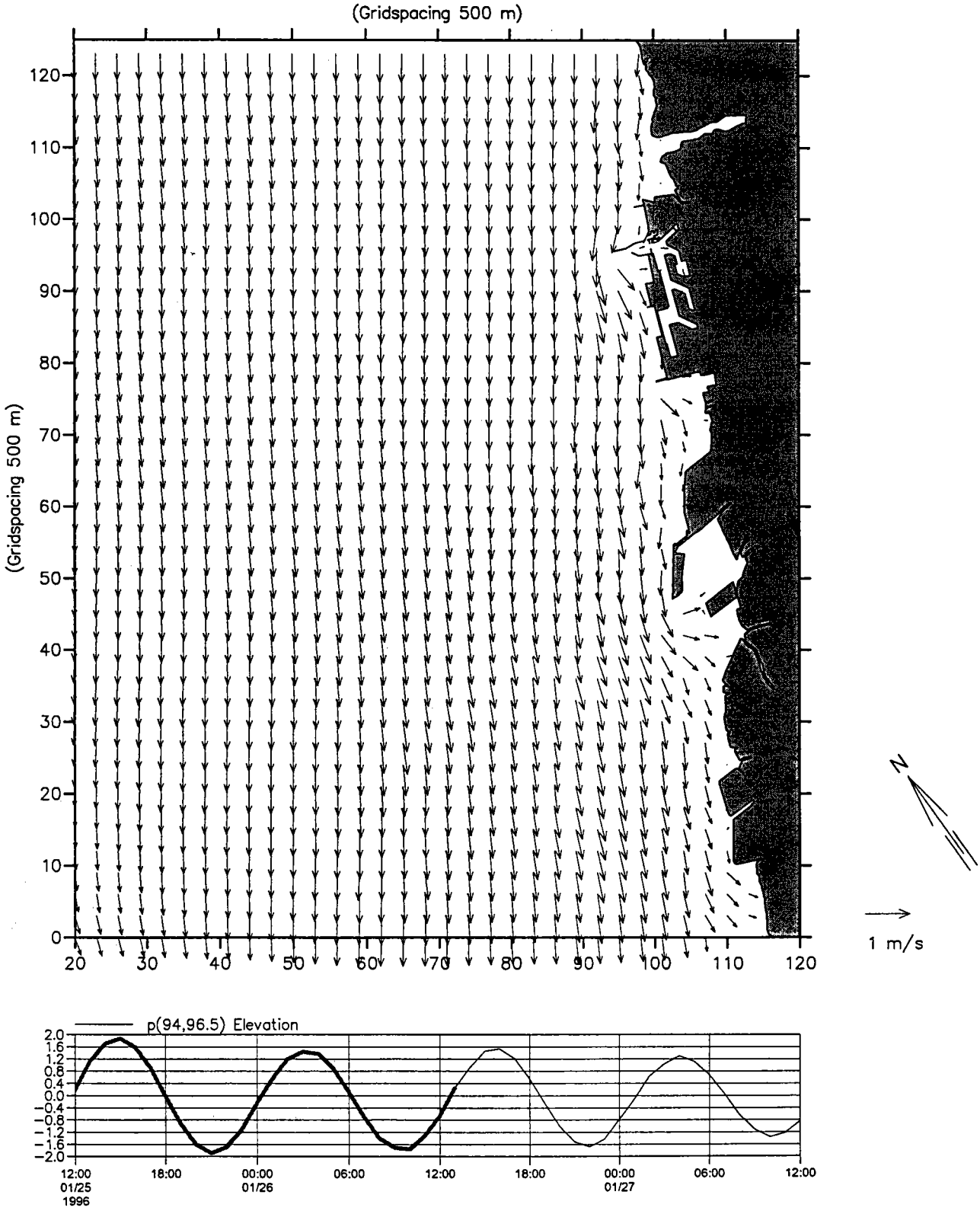


圖 3-21n 台中港海域勁風條件下之大域範圍海流模擬結果 (1996/01/26 13:00:00)

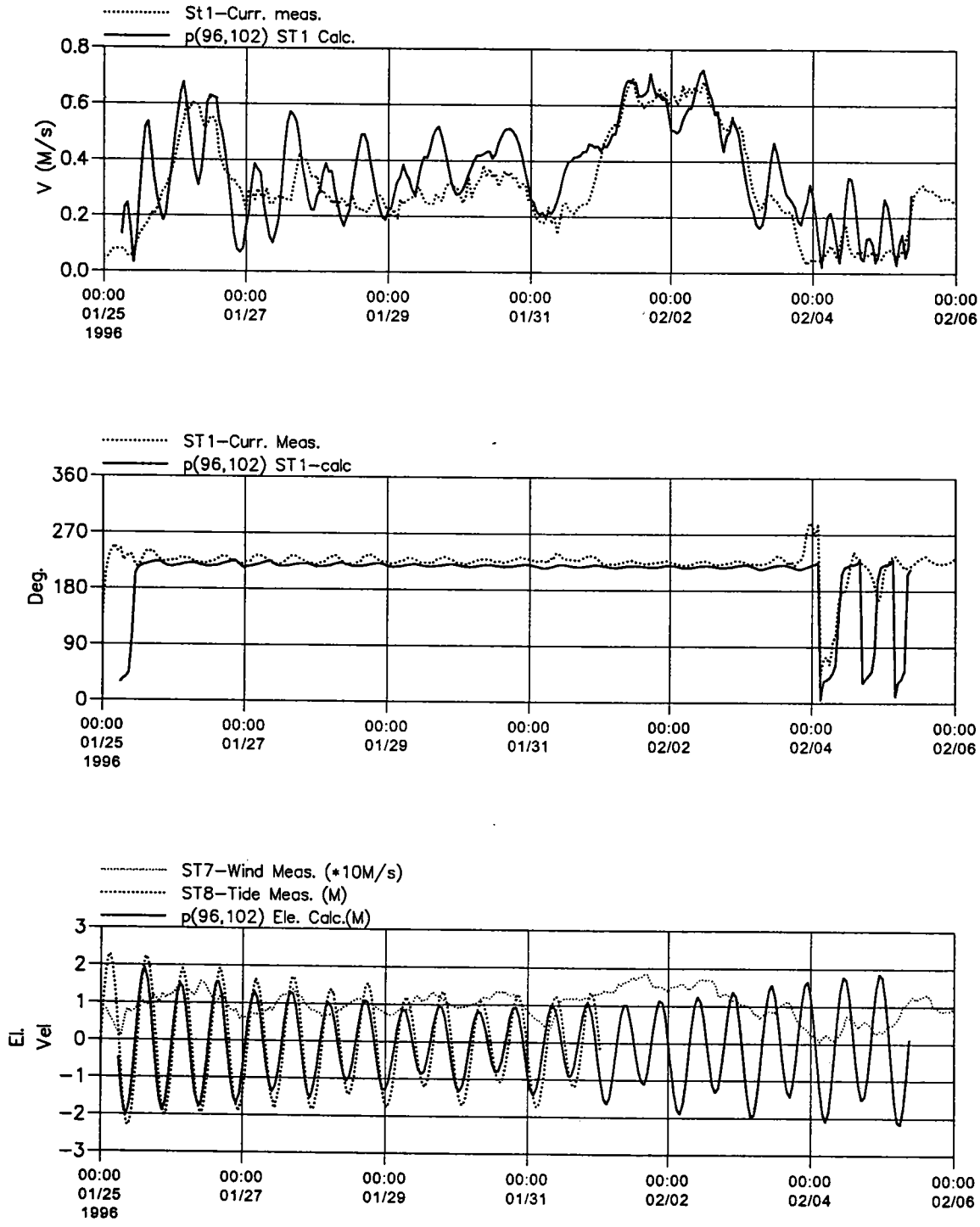


圖 3-22 台中港大域海域勁風條件下 ST-1 測站實測與計算海流之驗證

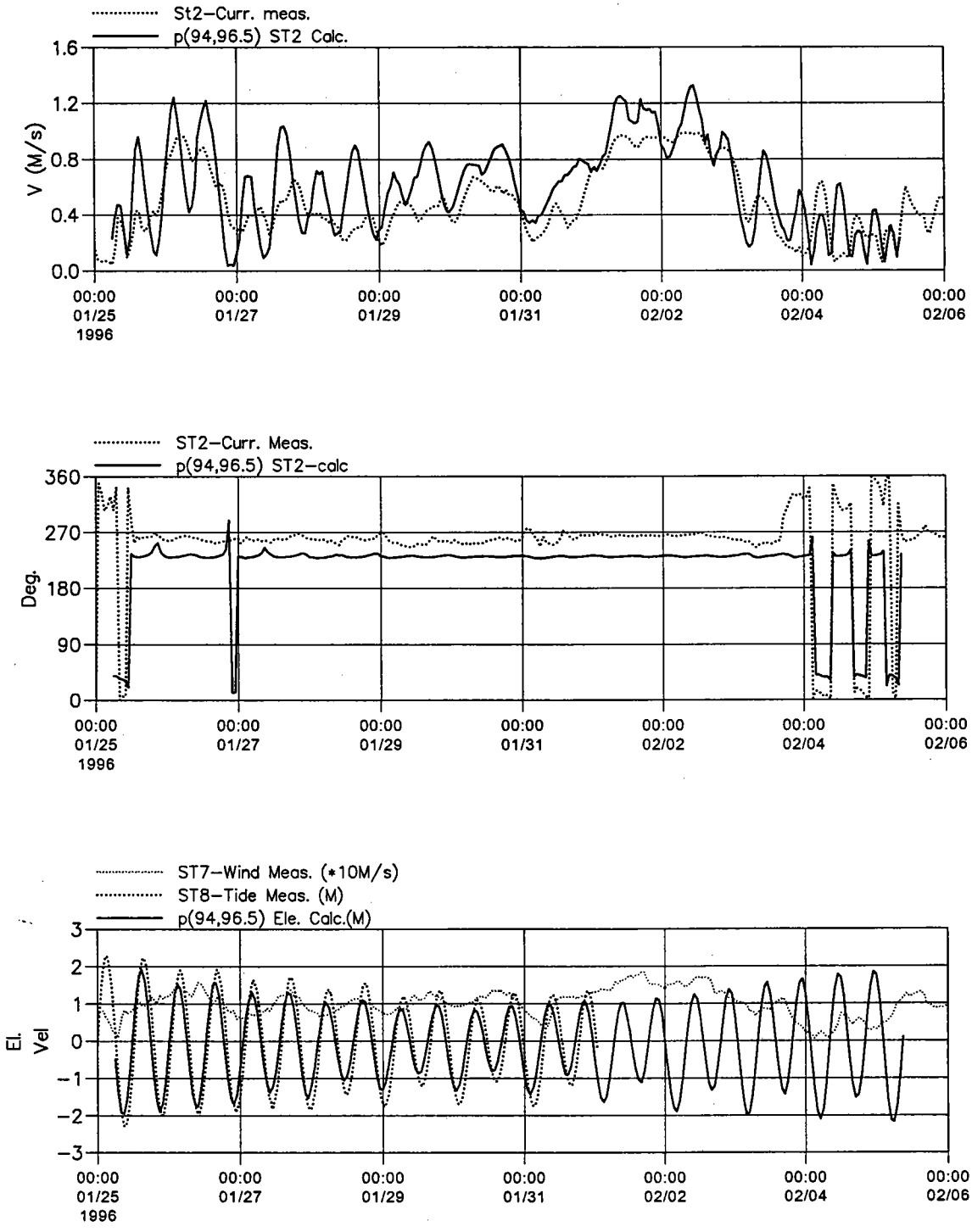


圖 3-23 台中港大域海域勁風條件下 ST-2 測站實測與計算海流之驗證

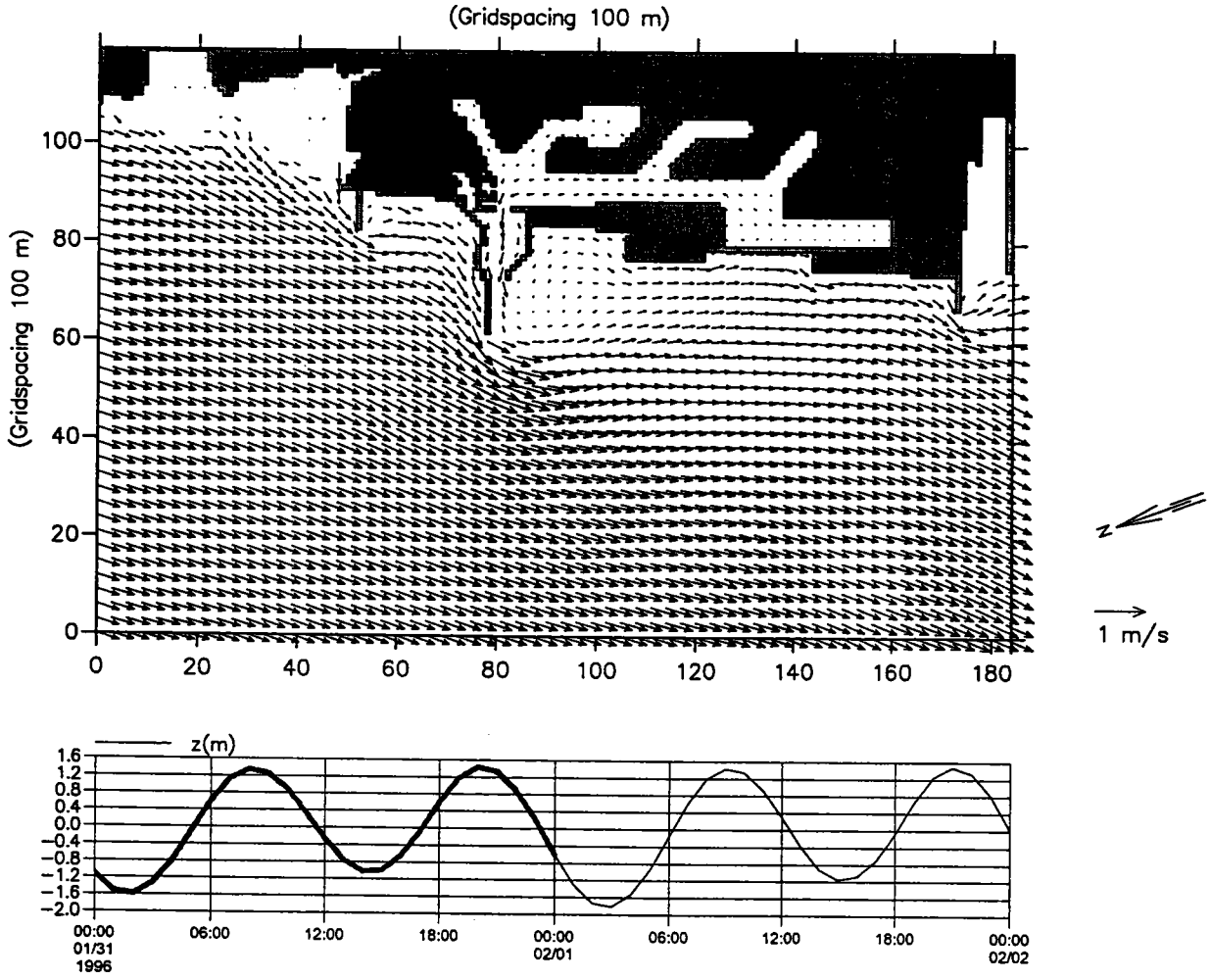


圖 3-24a 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 00:00)

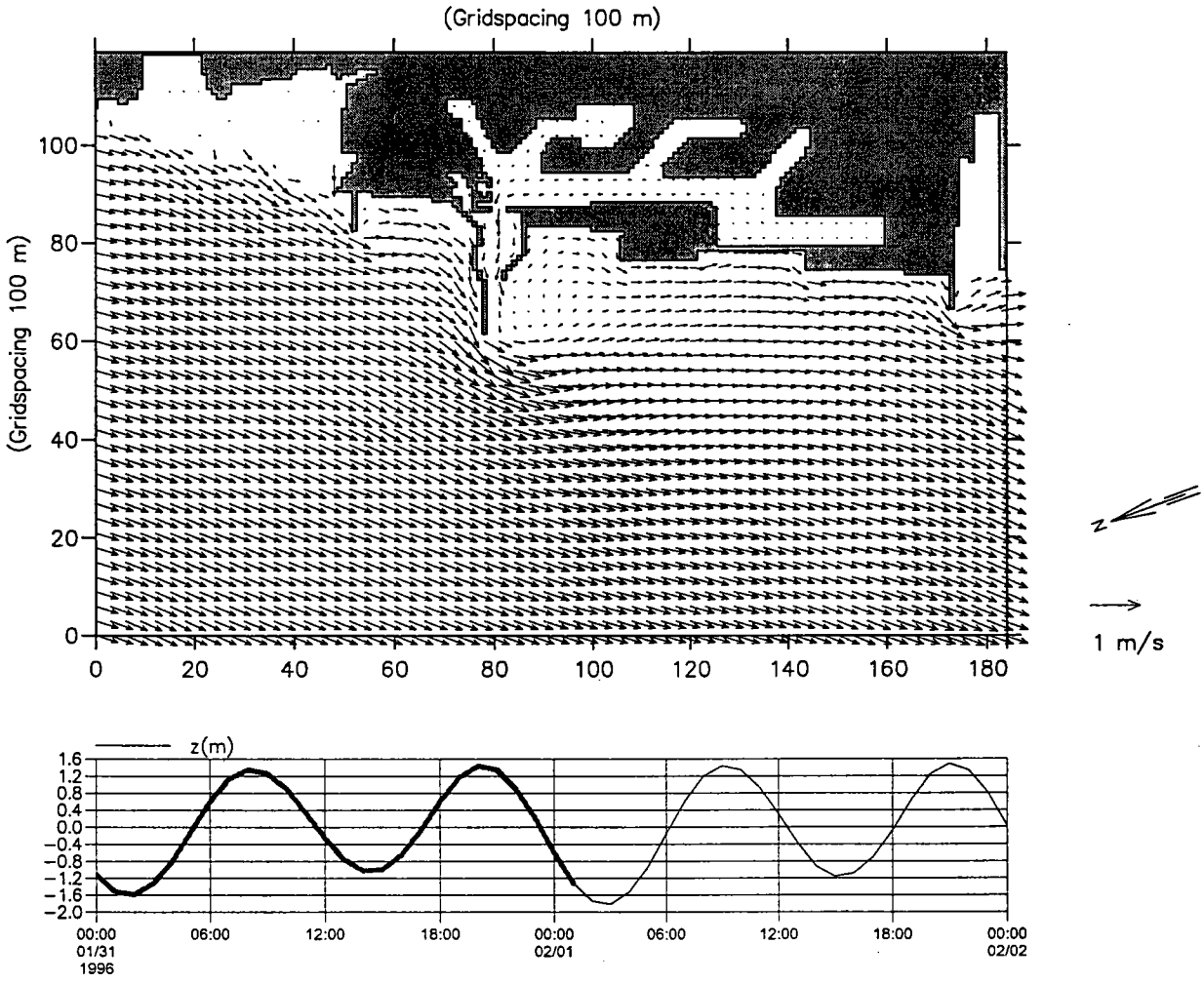


圖 3-24b 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 01:00)

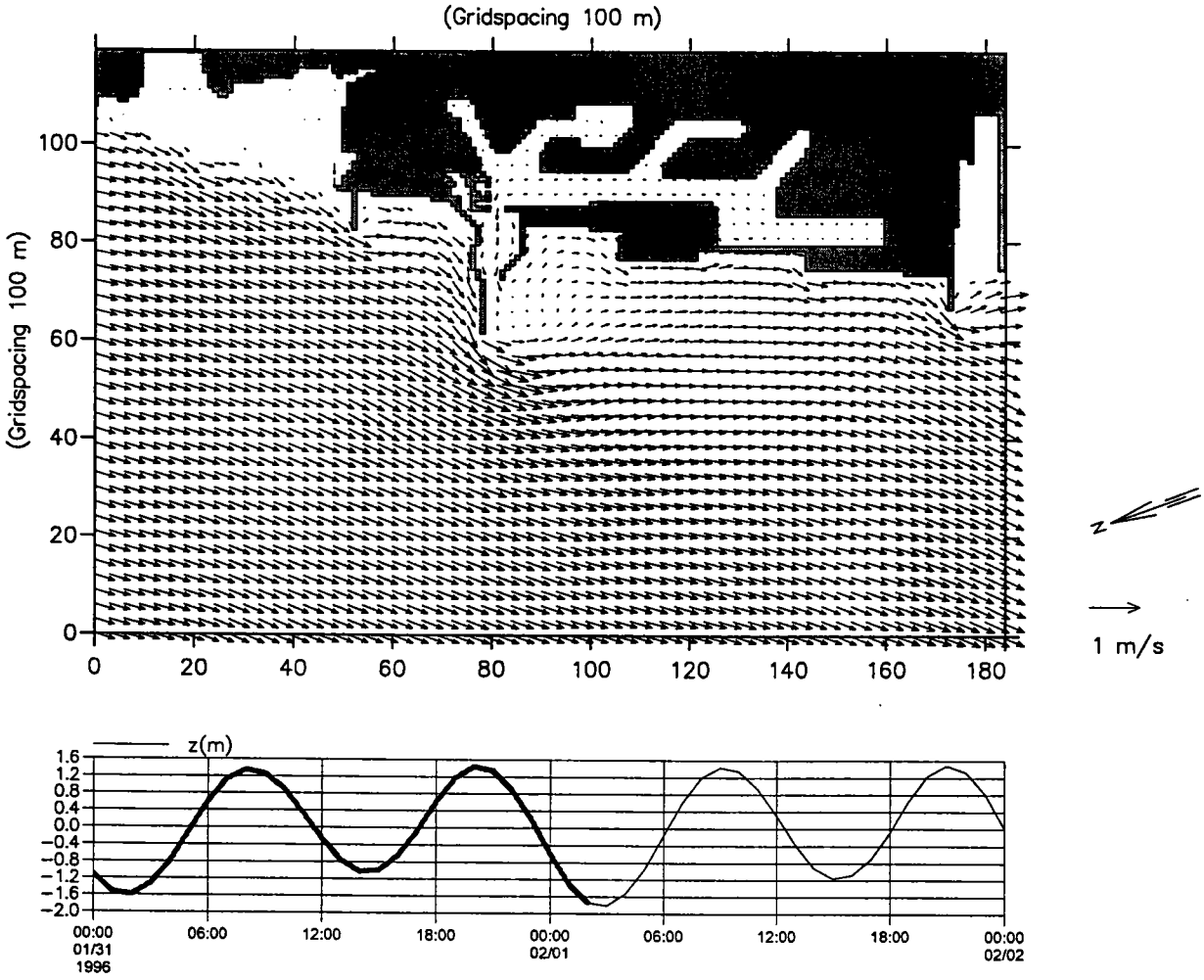


圖 3-24c 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 02:00)

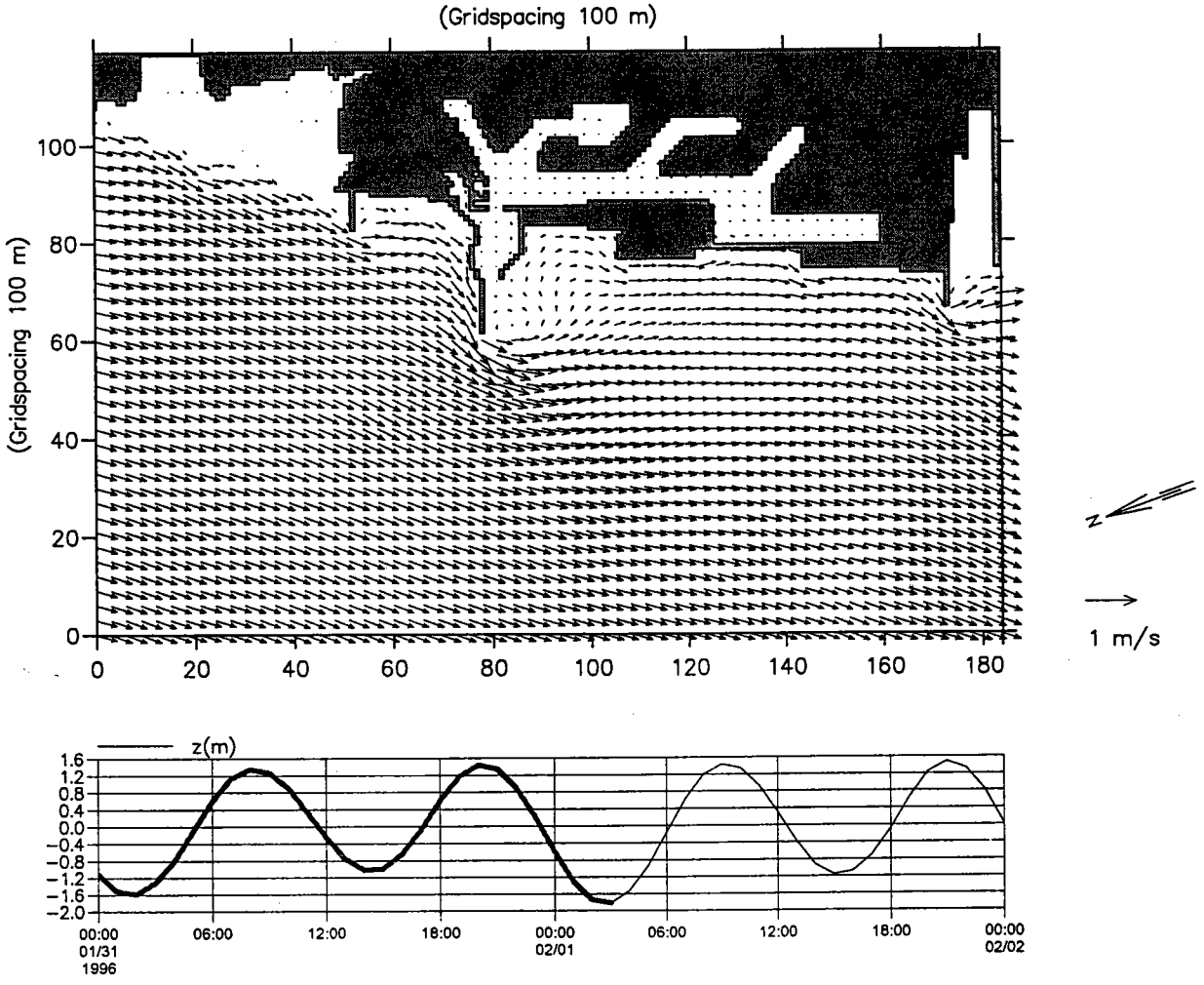


圖 3-24d 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 03:00)

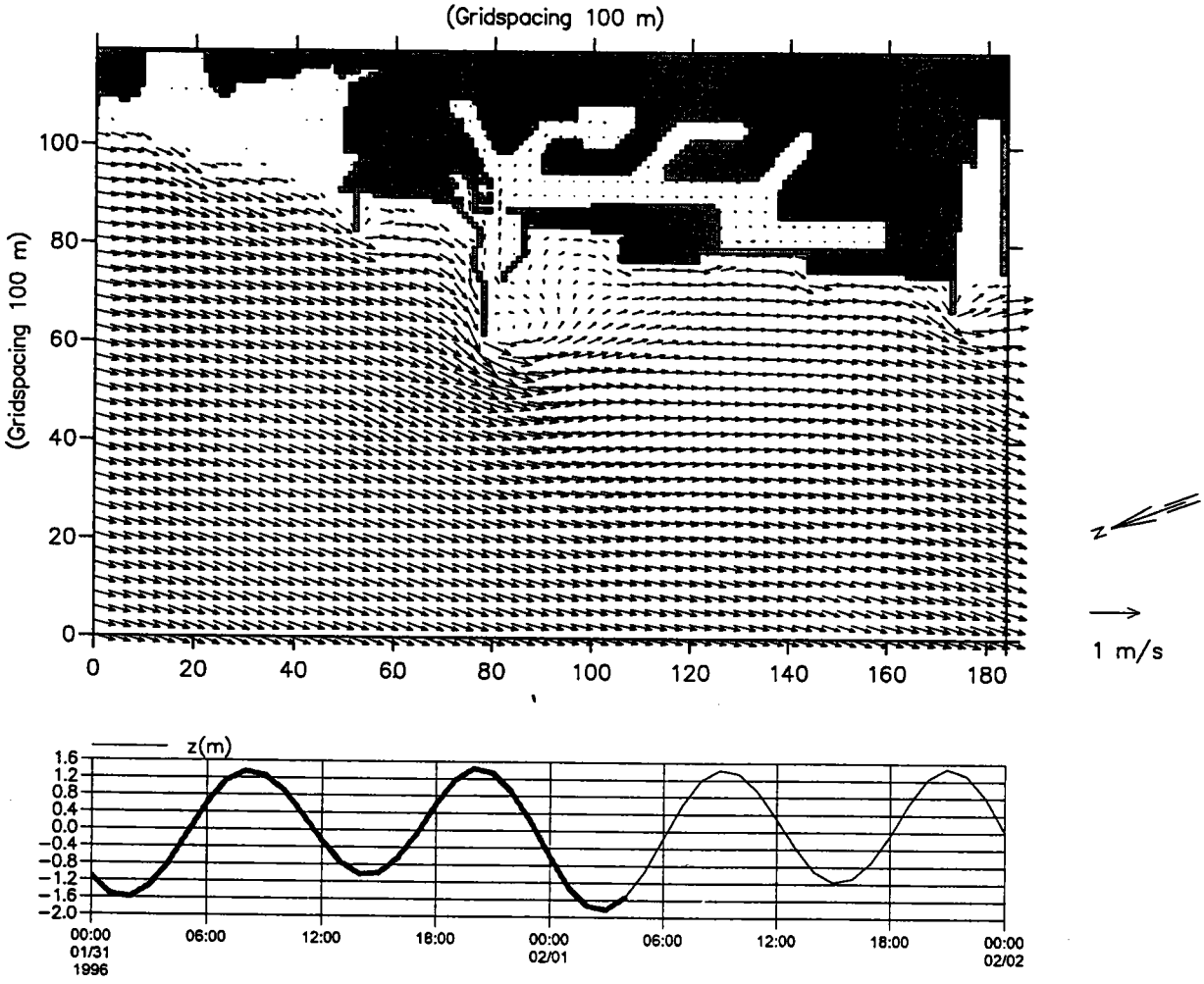


圖 3-24e 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 04:00)

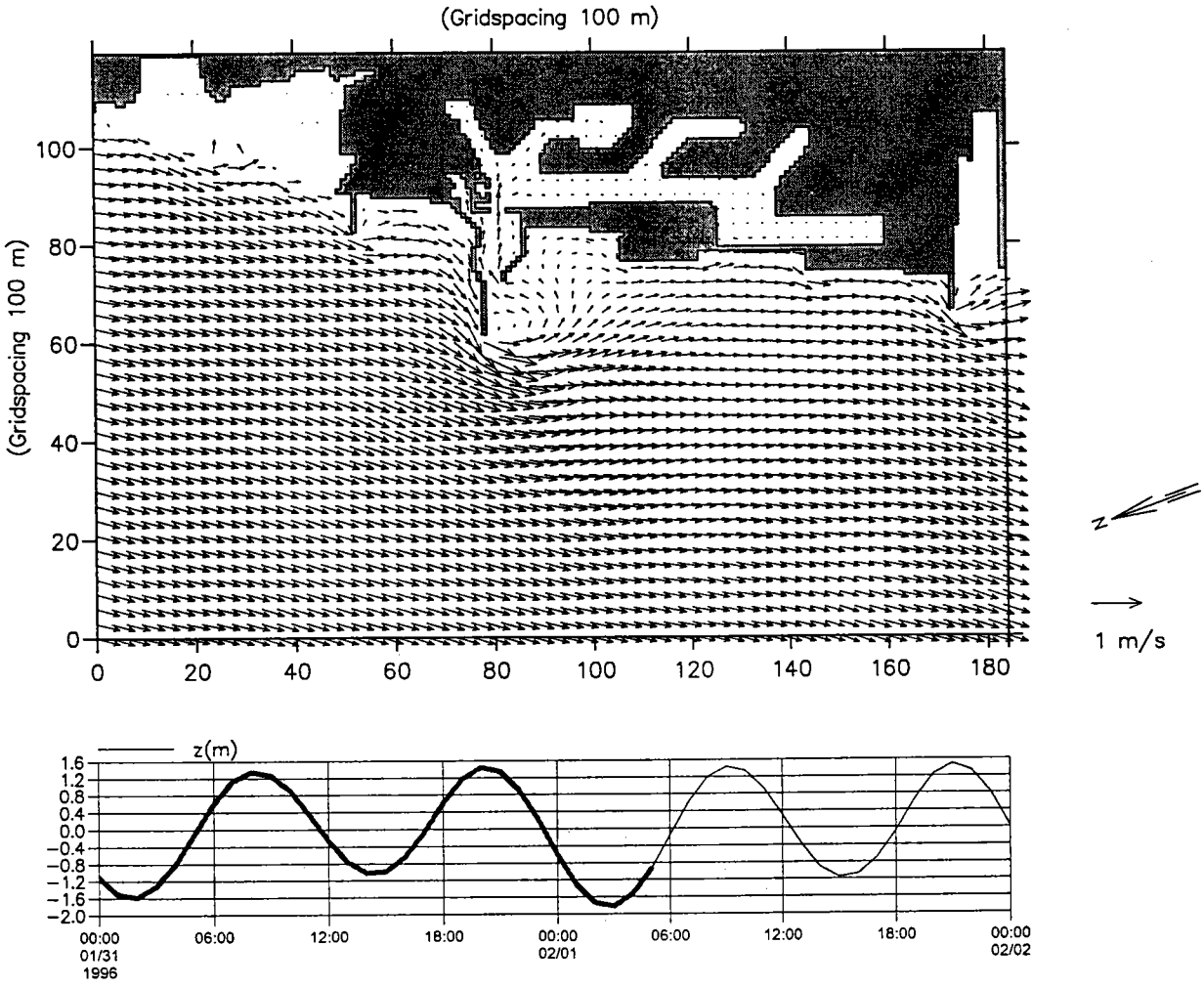


圖 3-24f 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01　05:00)

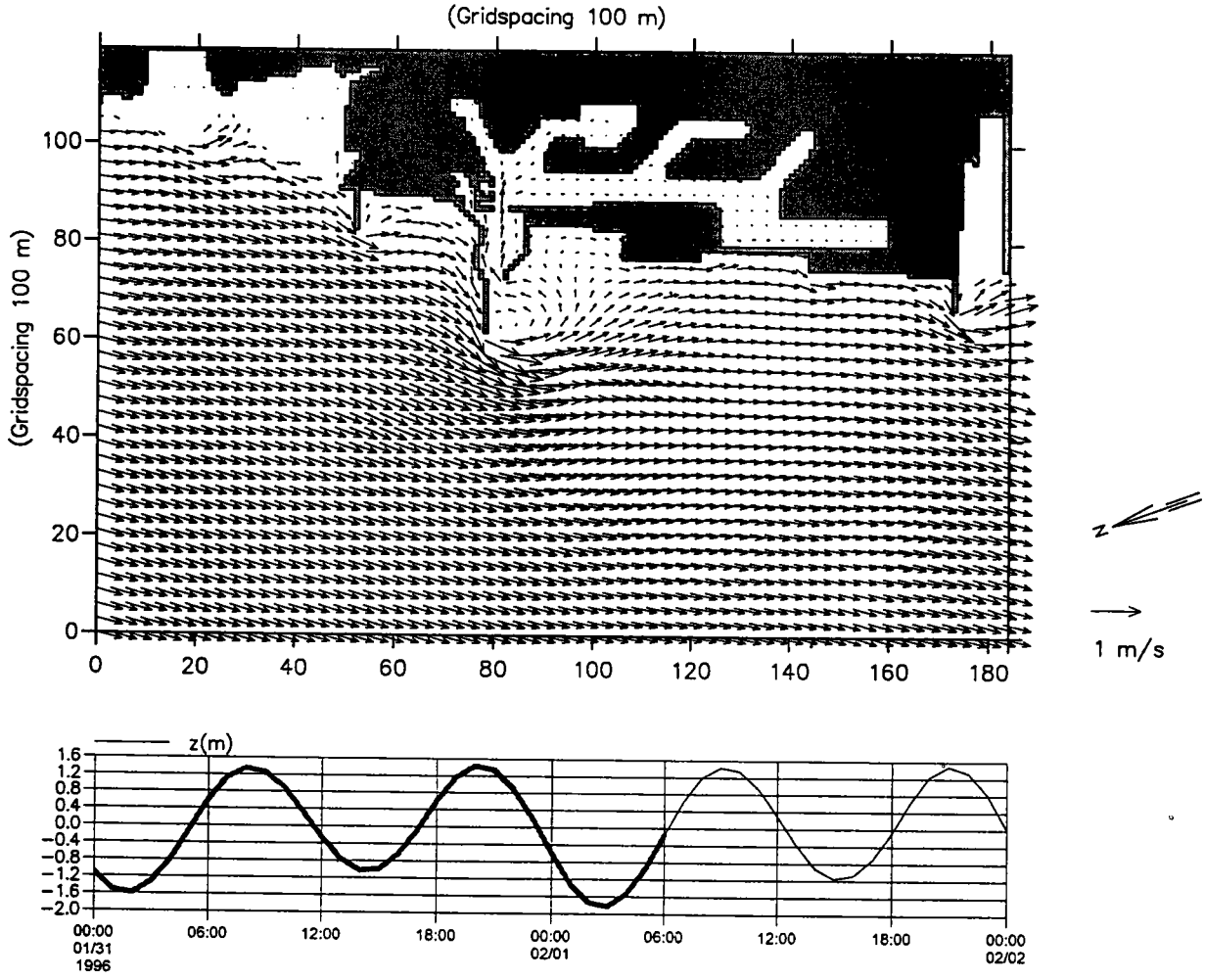


圖 3-24g 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 06:00)

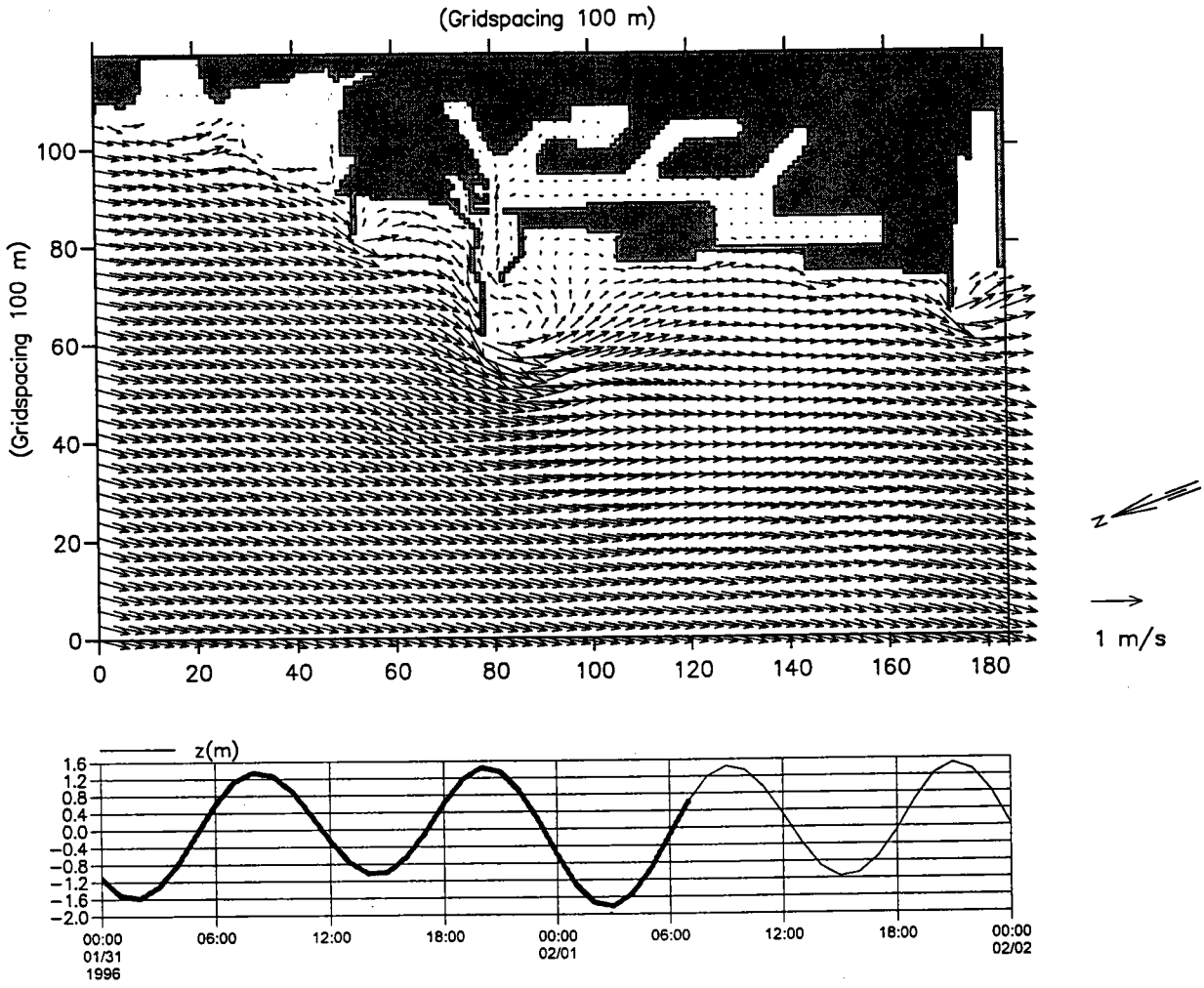


圖 3-24h 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01　07:00)

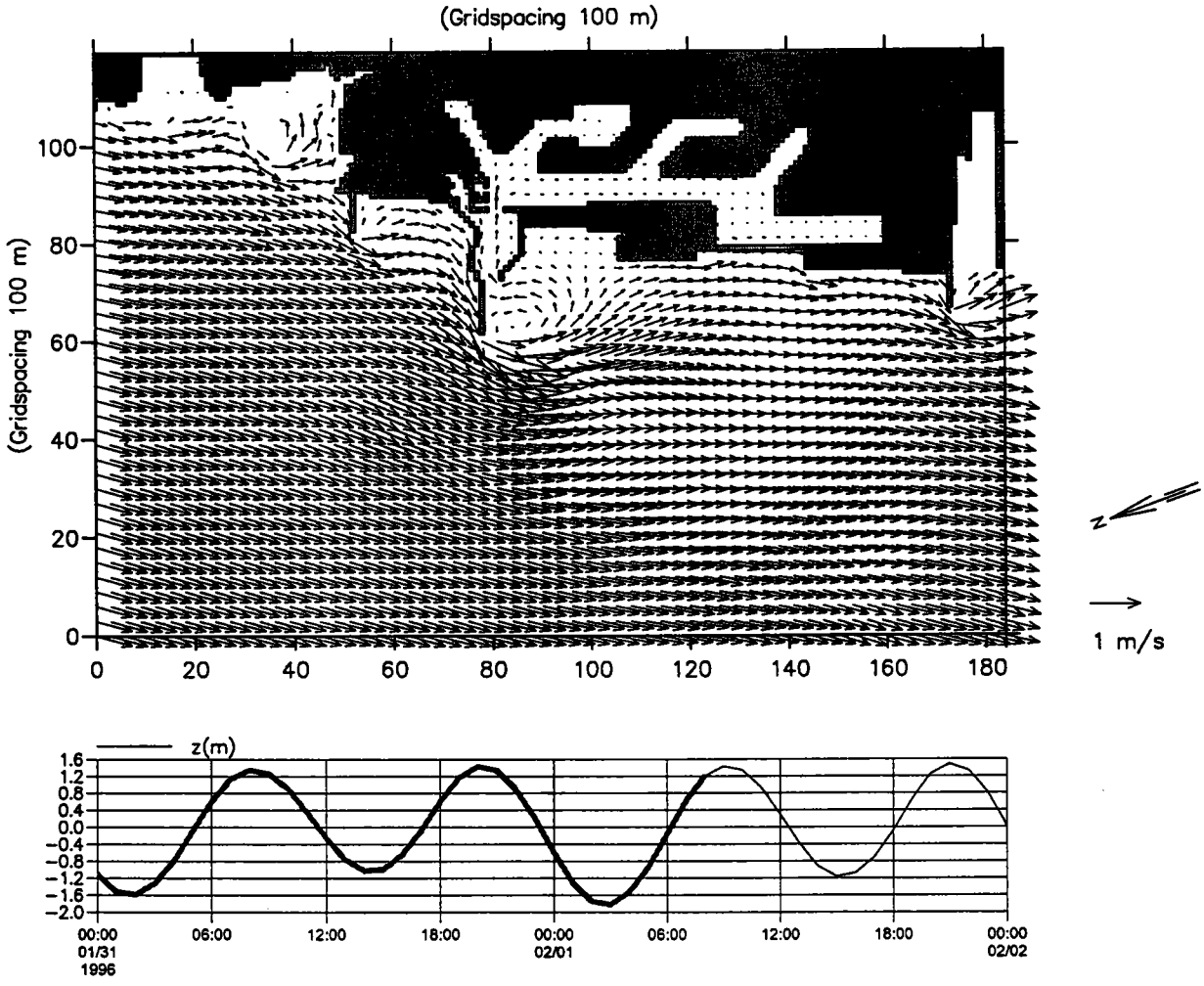


圖 3-24i 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 08:00)

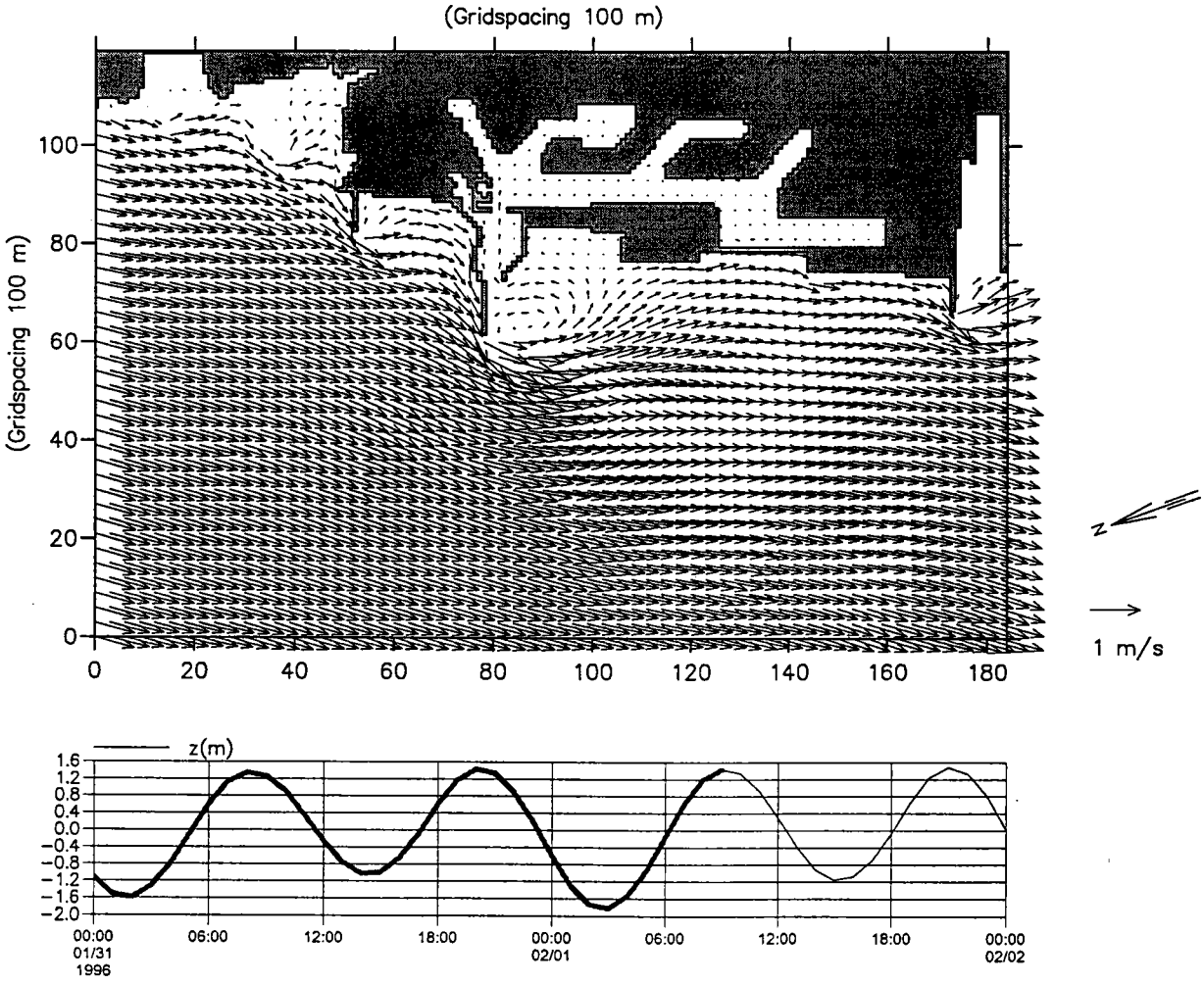


圖 3-24j 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01　09:00)

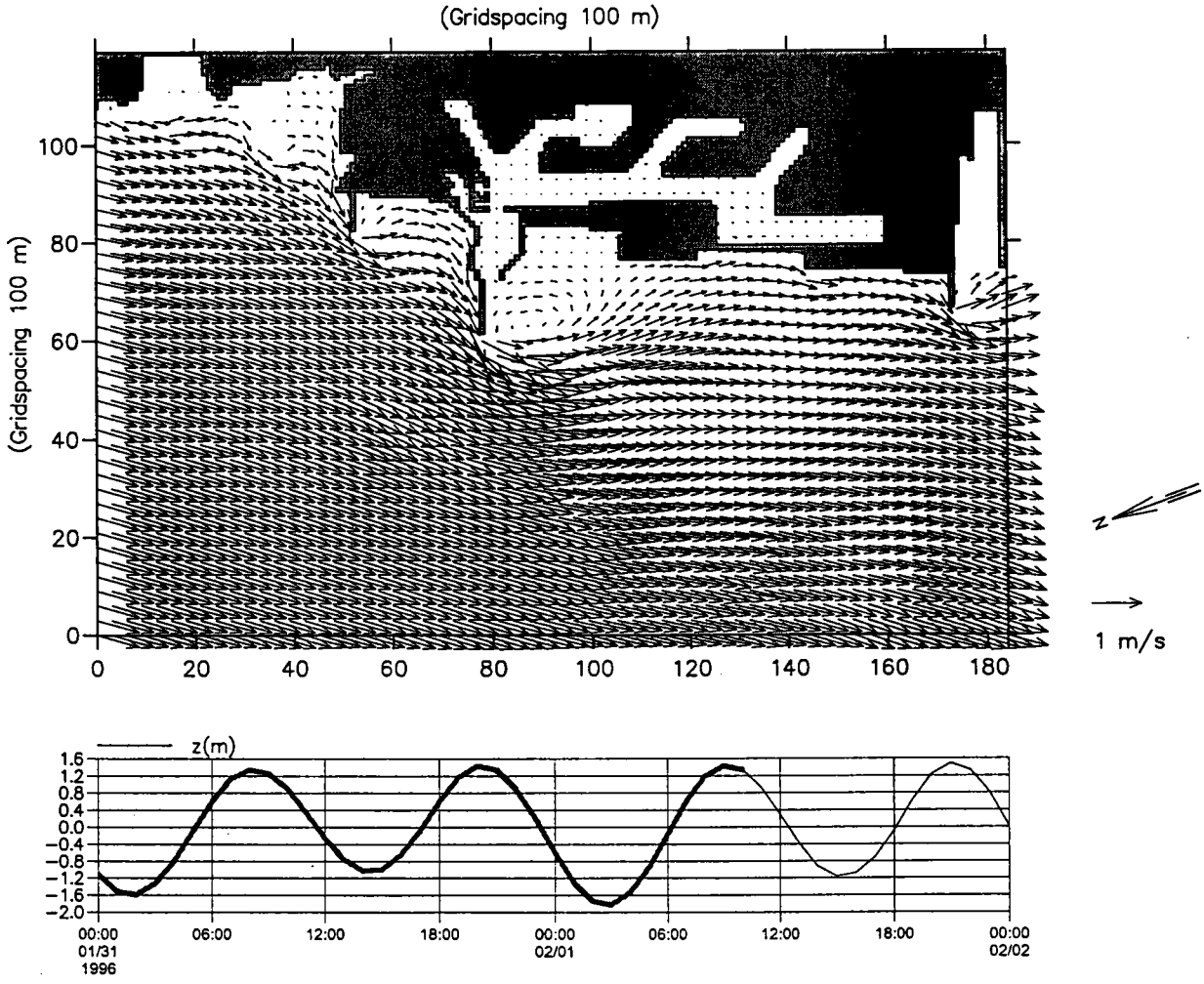


圖 3-24k 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01　10:00)

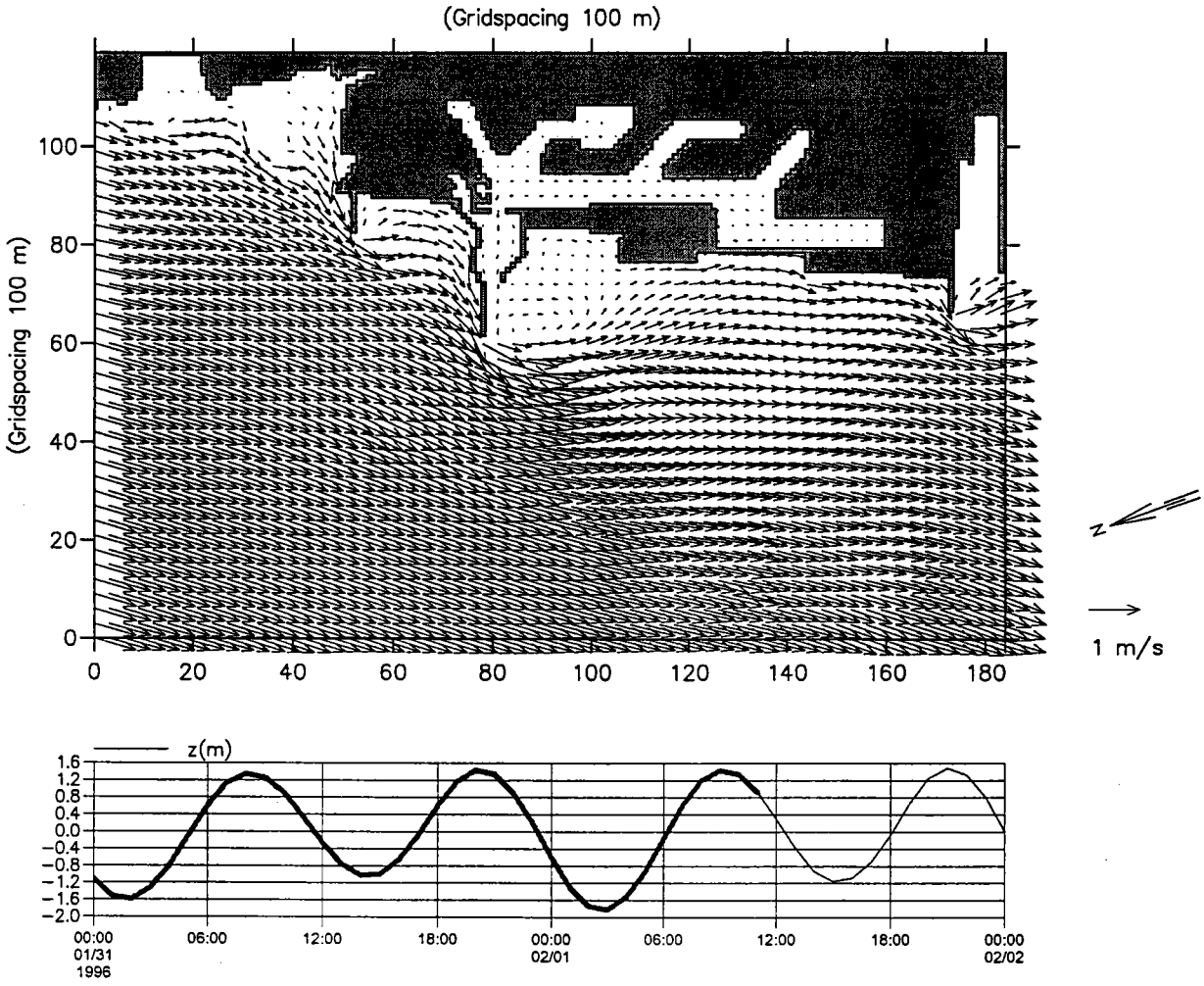


圖 3-24ℓ 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 11:00)

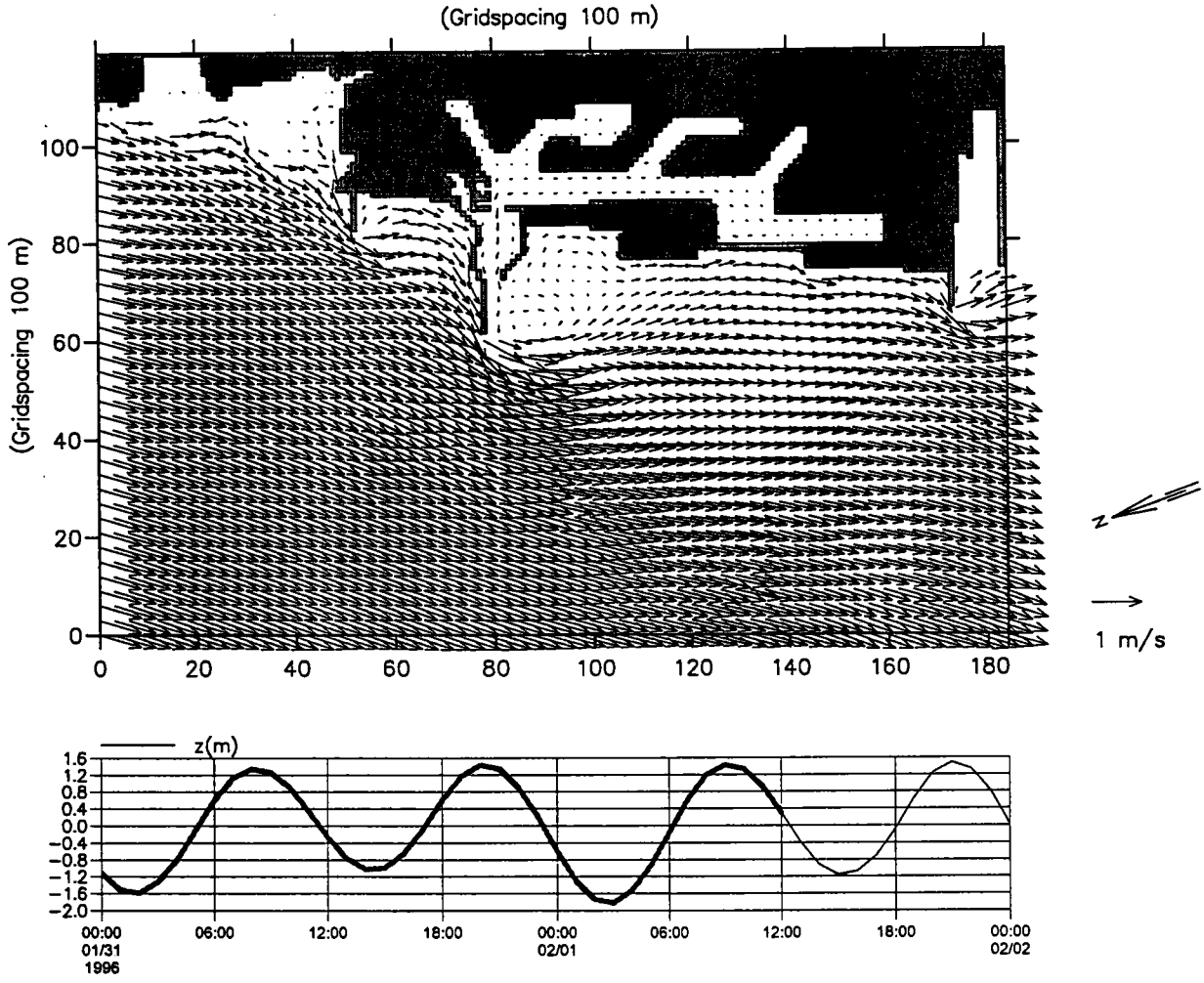


圖 3-24m 無浪、勁風與潮汐影響下之台中港區海流流場
(1996/02/01 12:00)

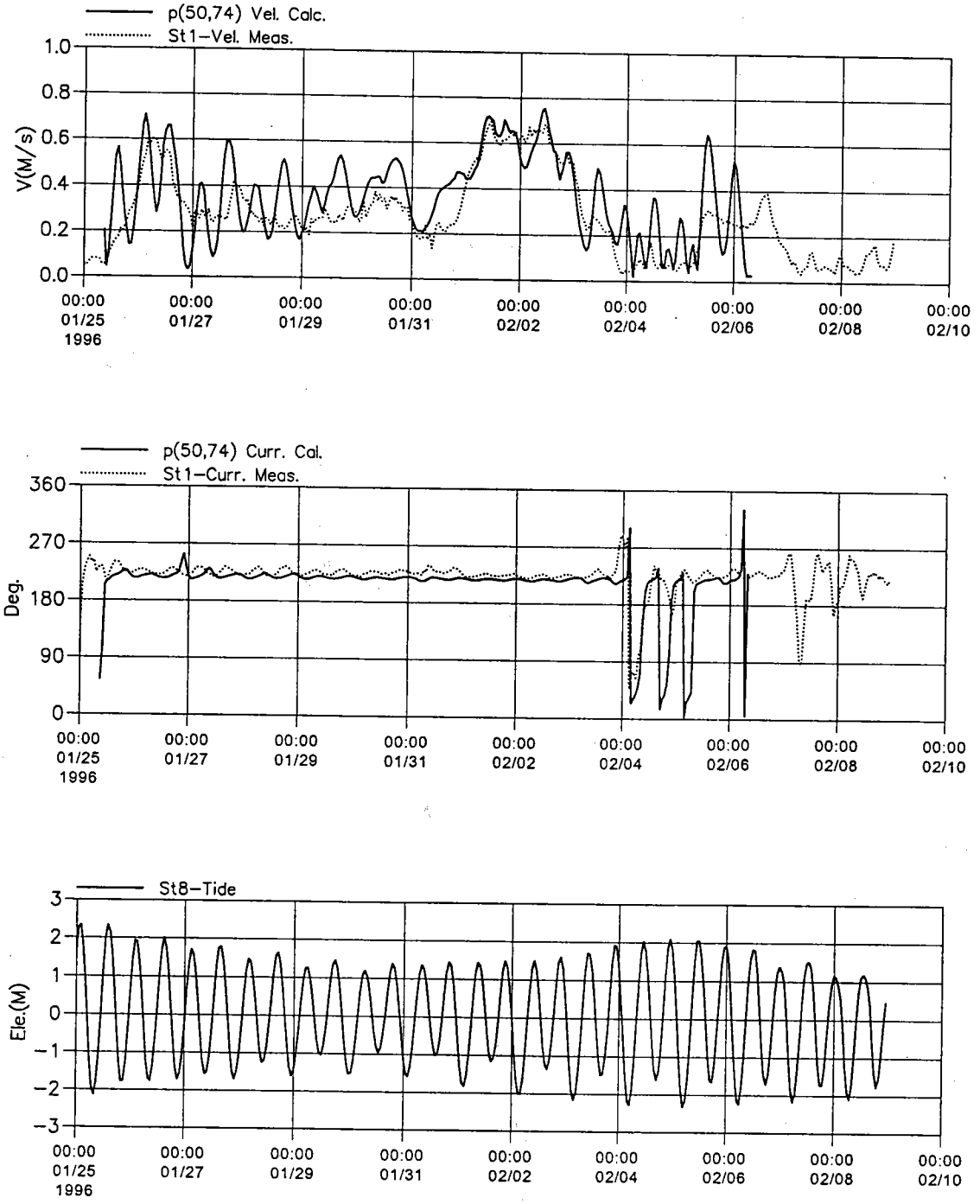


圖 3-25a 台中港海域 ST-1 測站在無浪、勁風與潮汐影響下之計算與實測流場比較

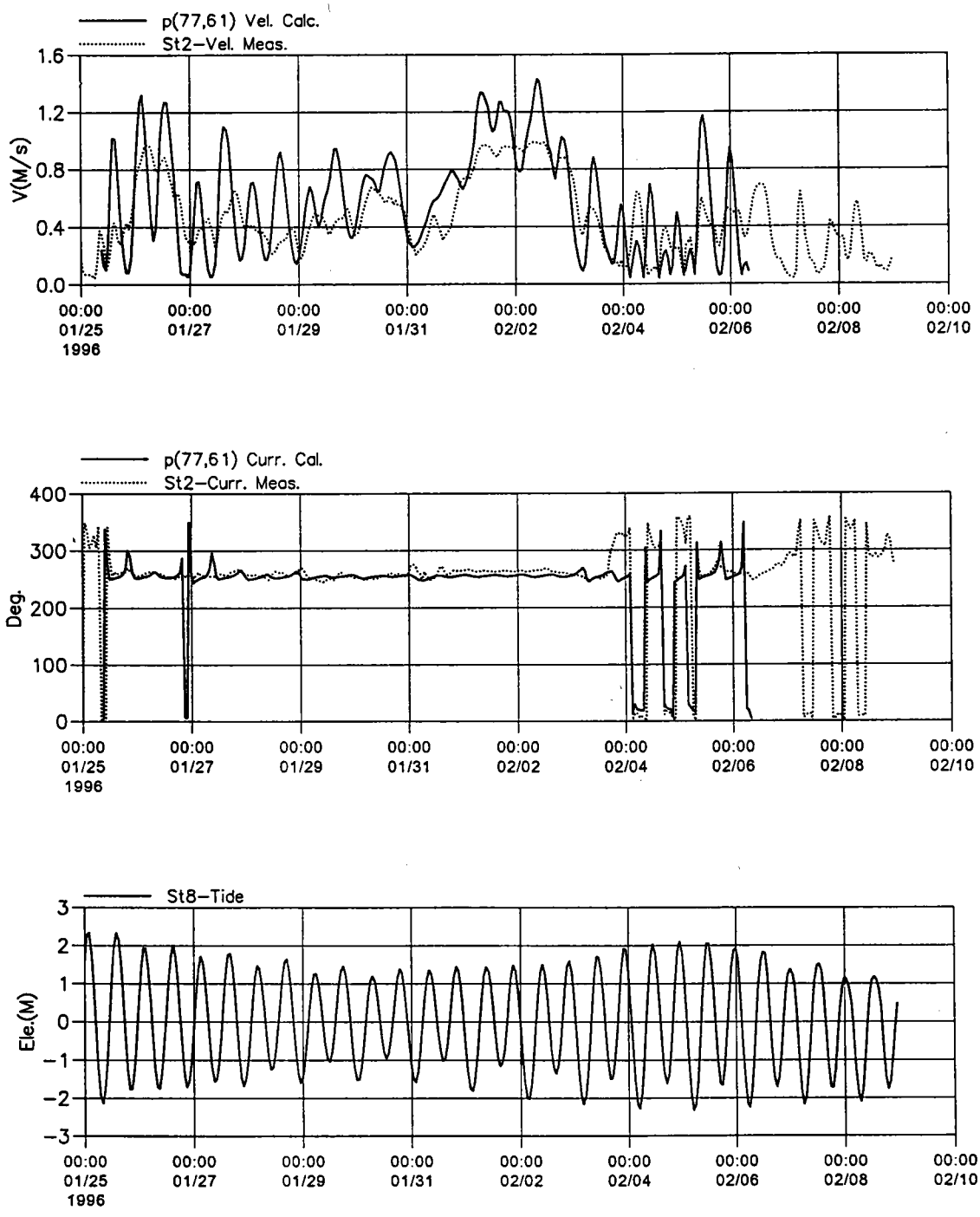


圖 3-25b 台中港海域 ST-2 測站在無浪、勁風與潮汐影響下之計算與實測流場比較

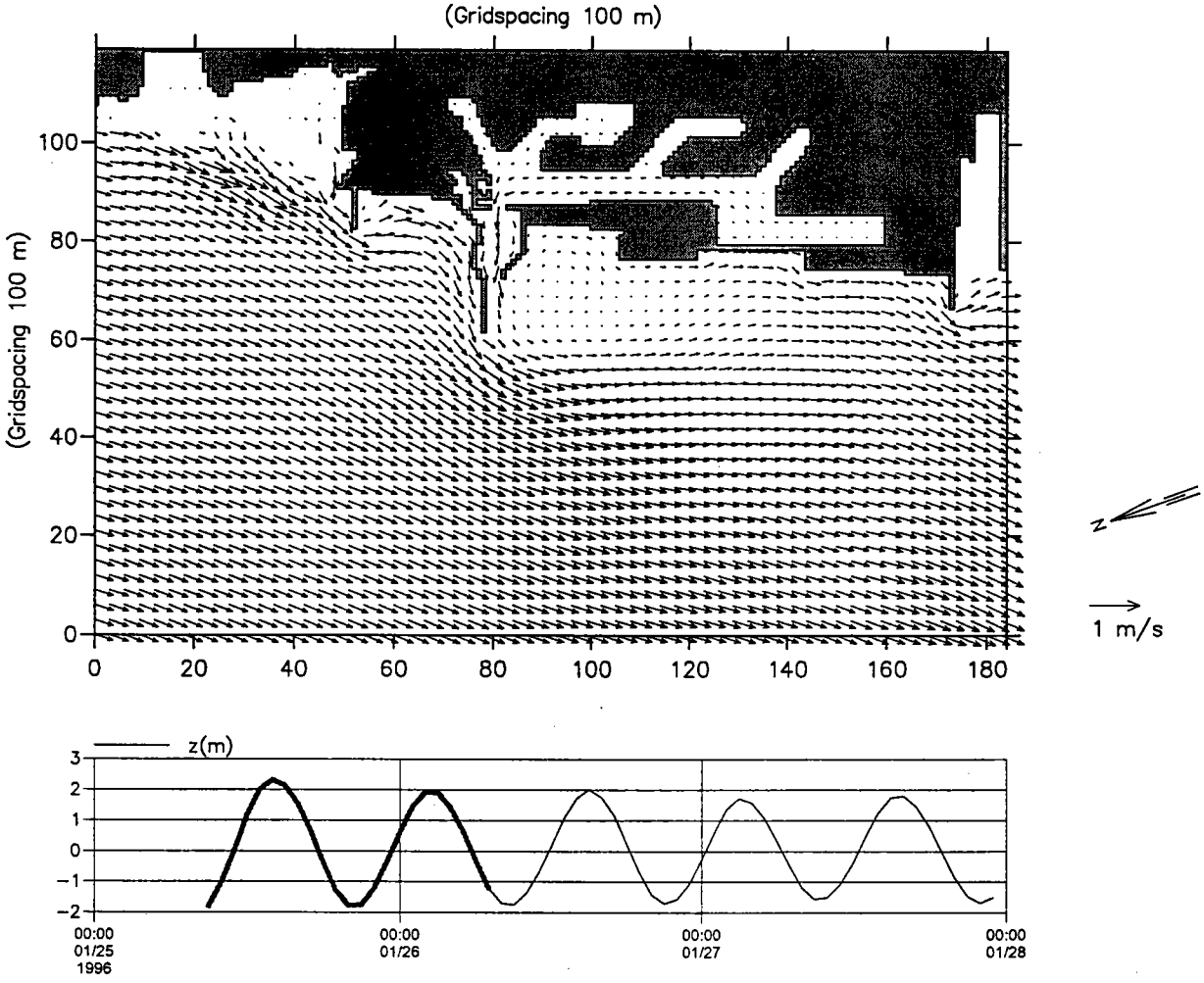


圖 3-26a 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 07:00)

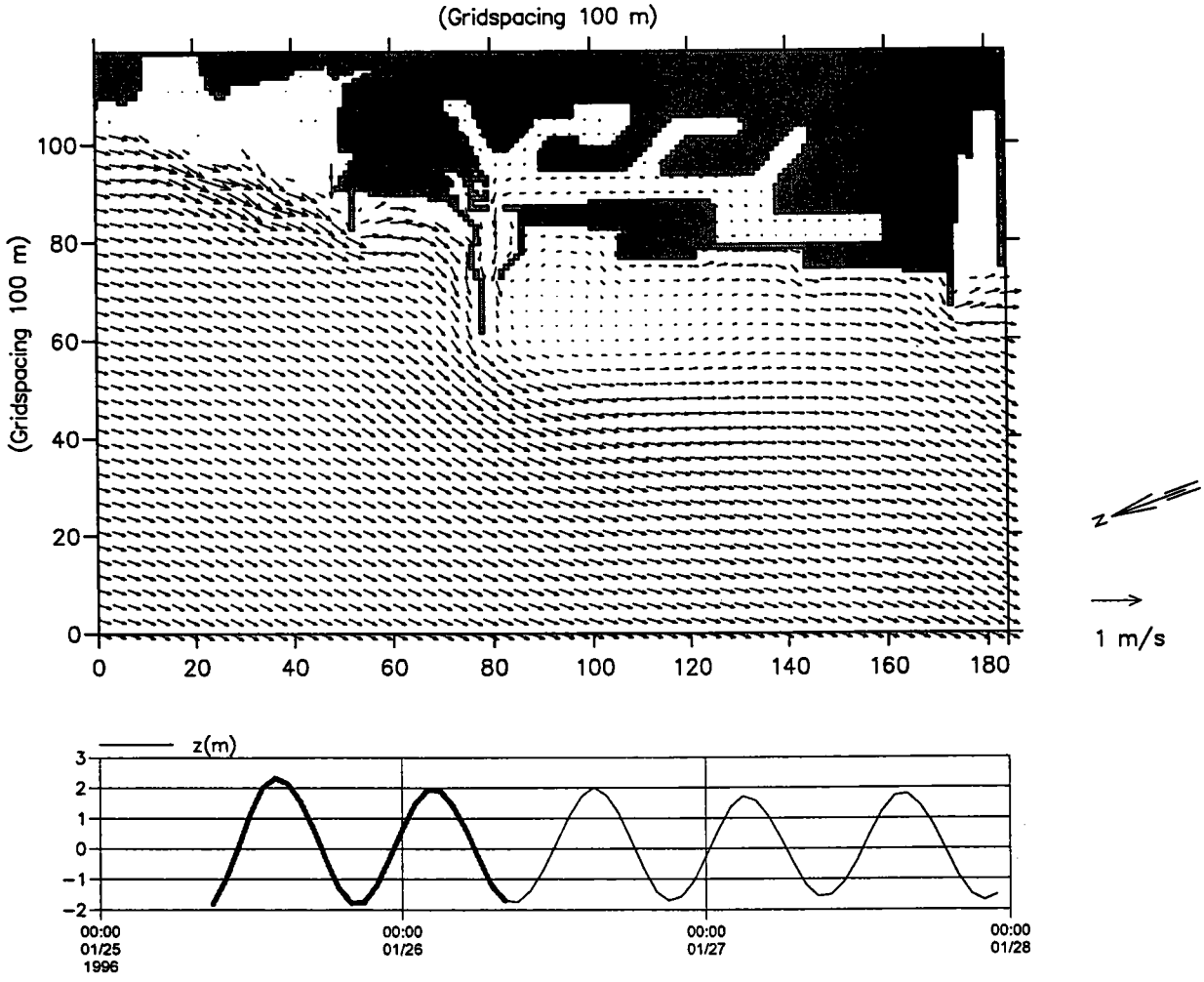


圖 3-26b 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 08:00)

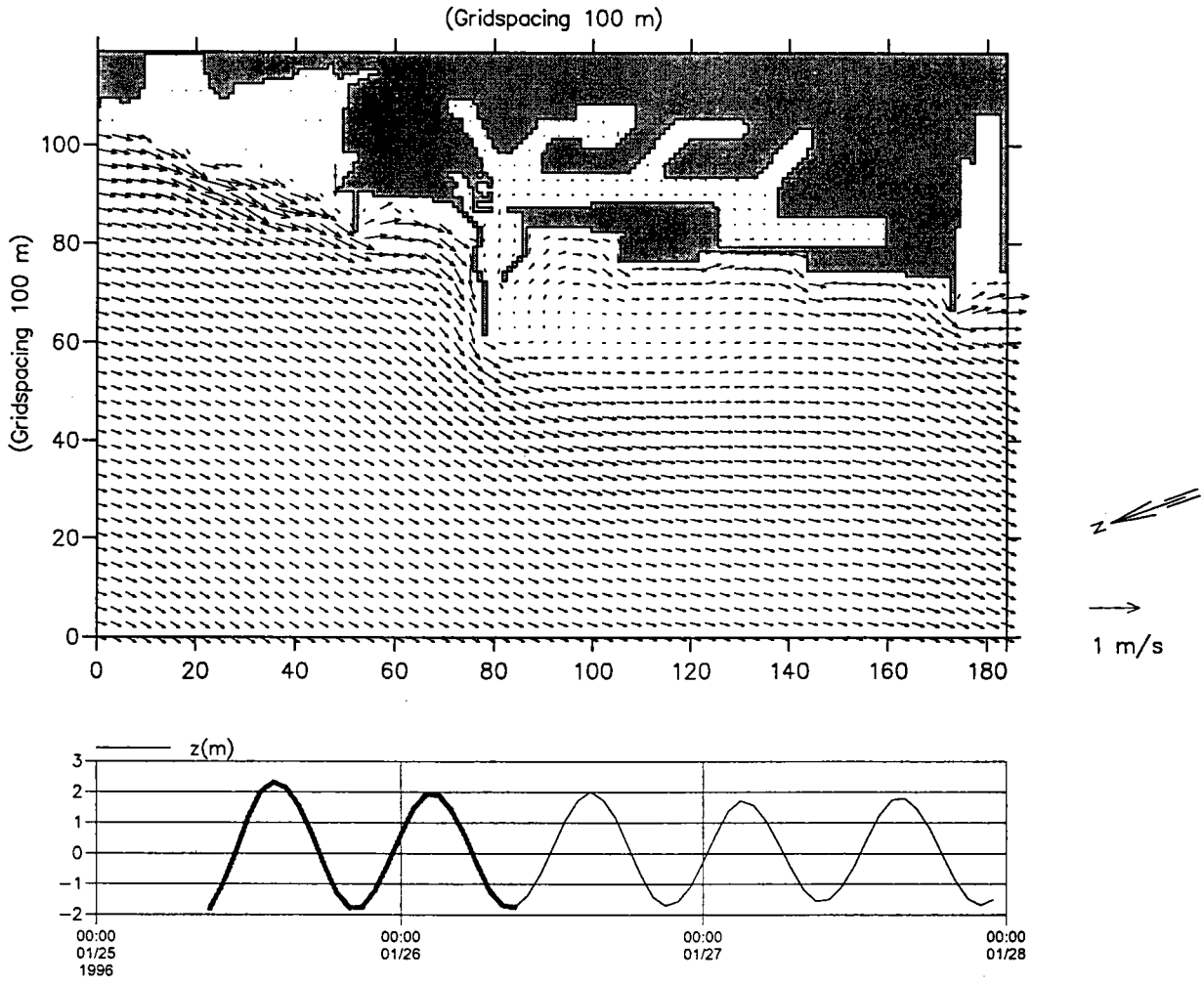


圖 3-26c 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26　09:00)

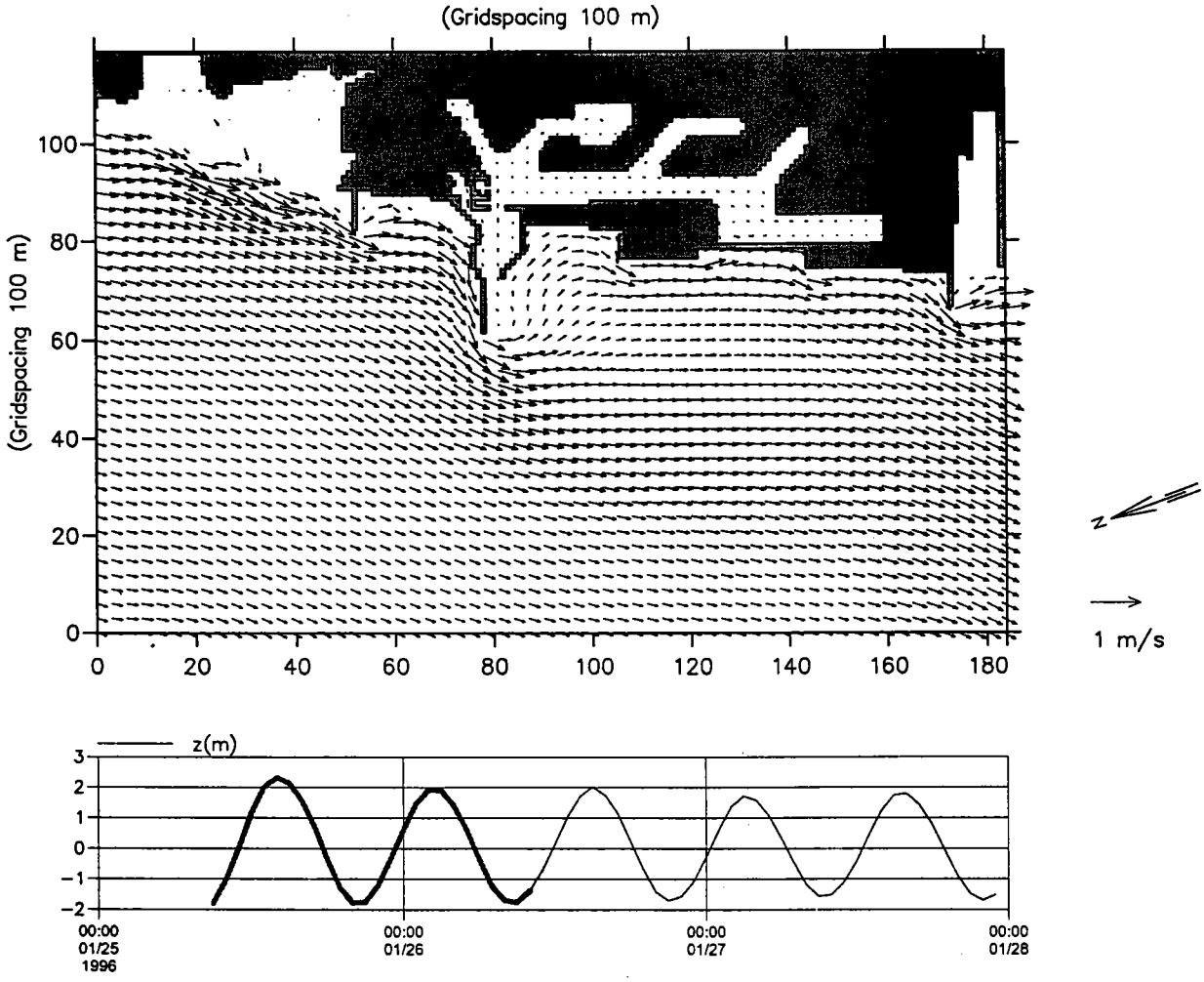


圖 3-26d 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 10:00)

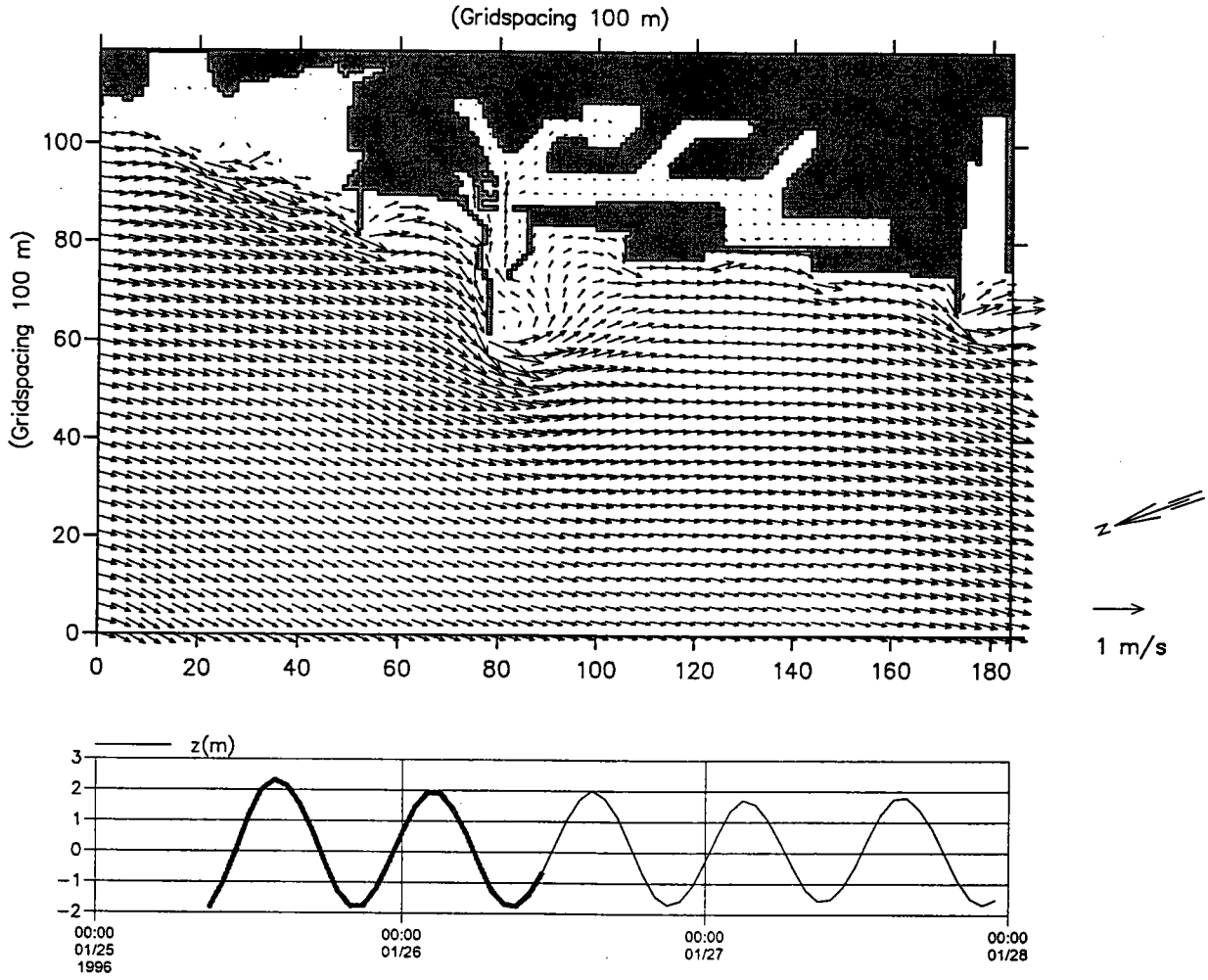


圖 3-26e 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 11:00)

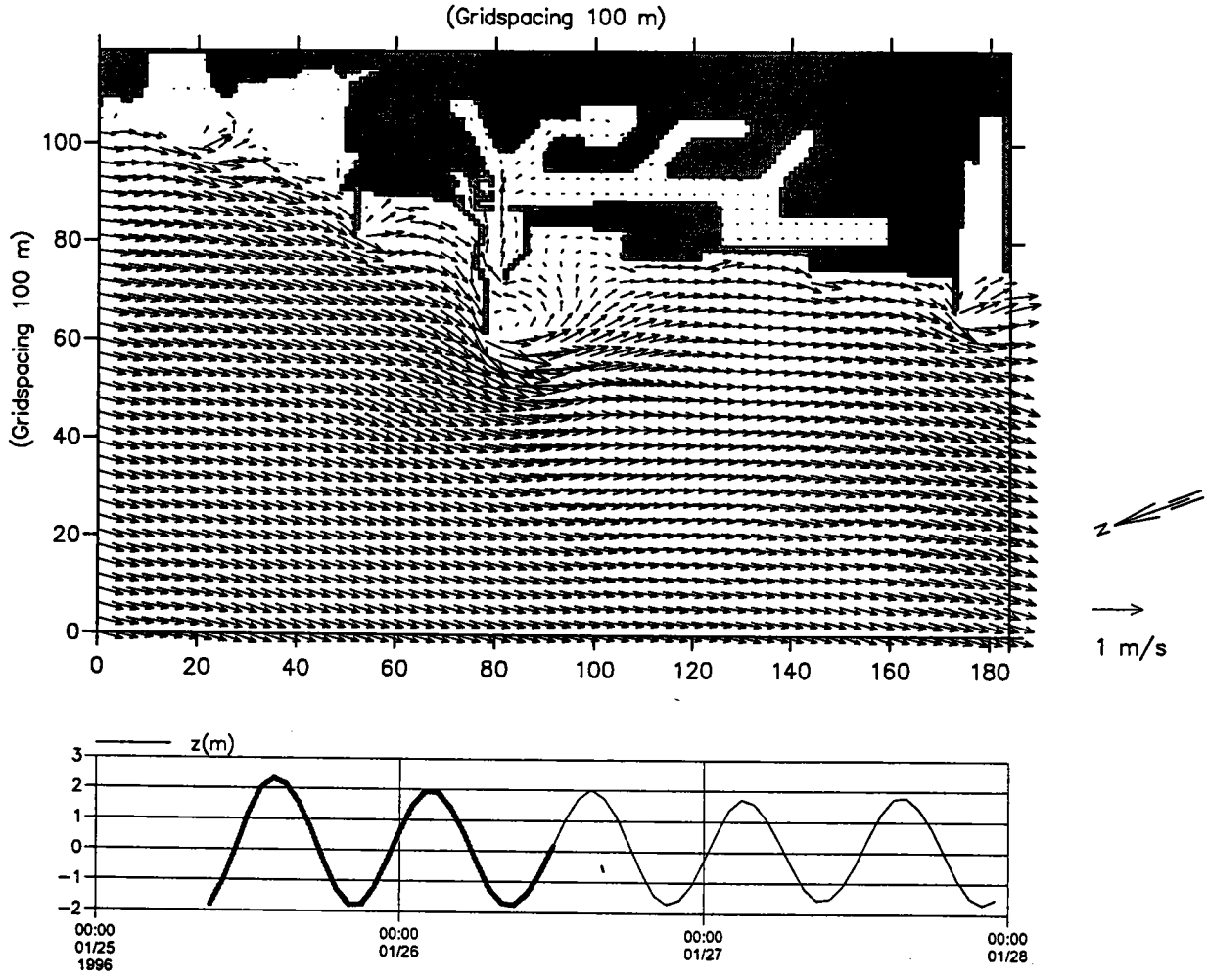


圖 3-26f 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 12:00)

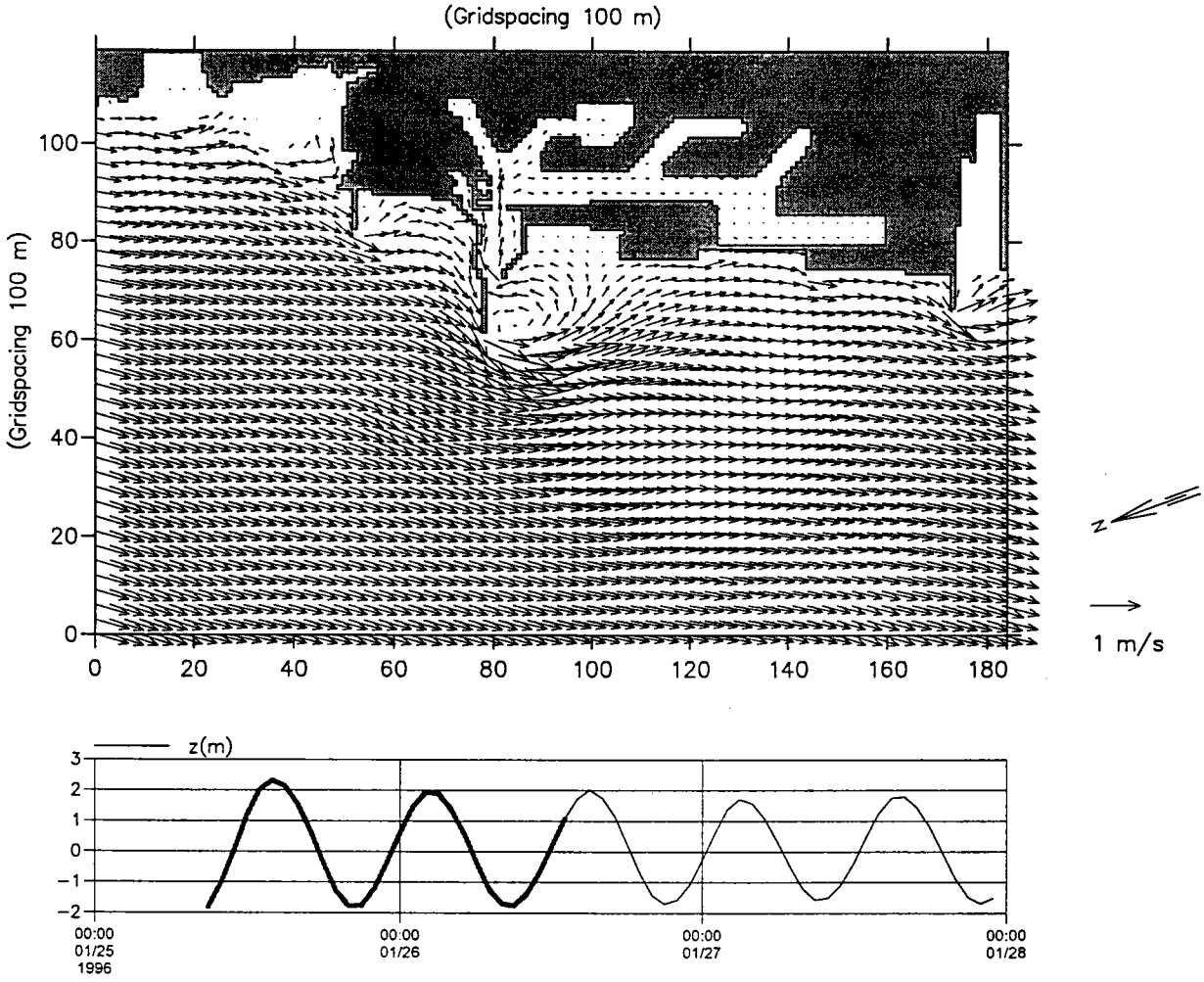


圖 3-26g 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26　13:00)

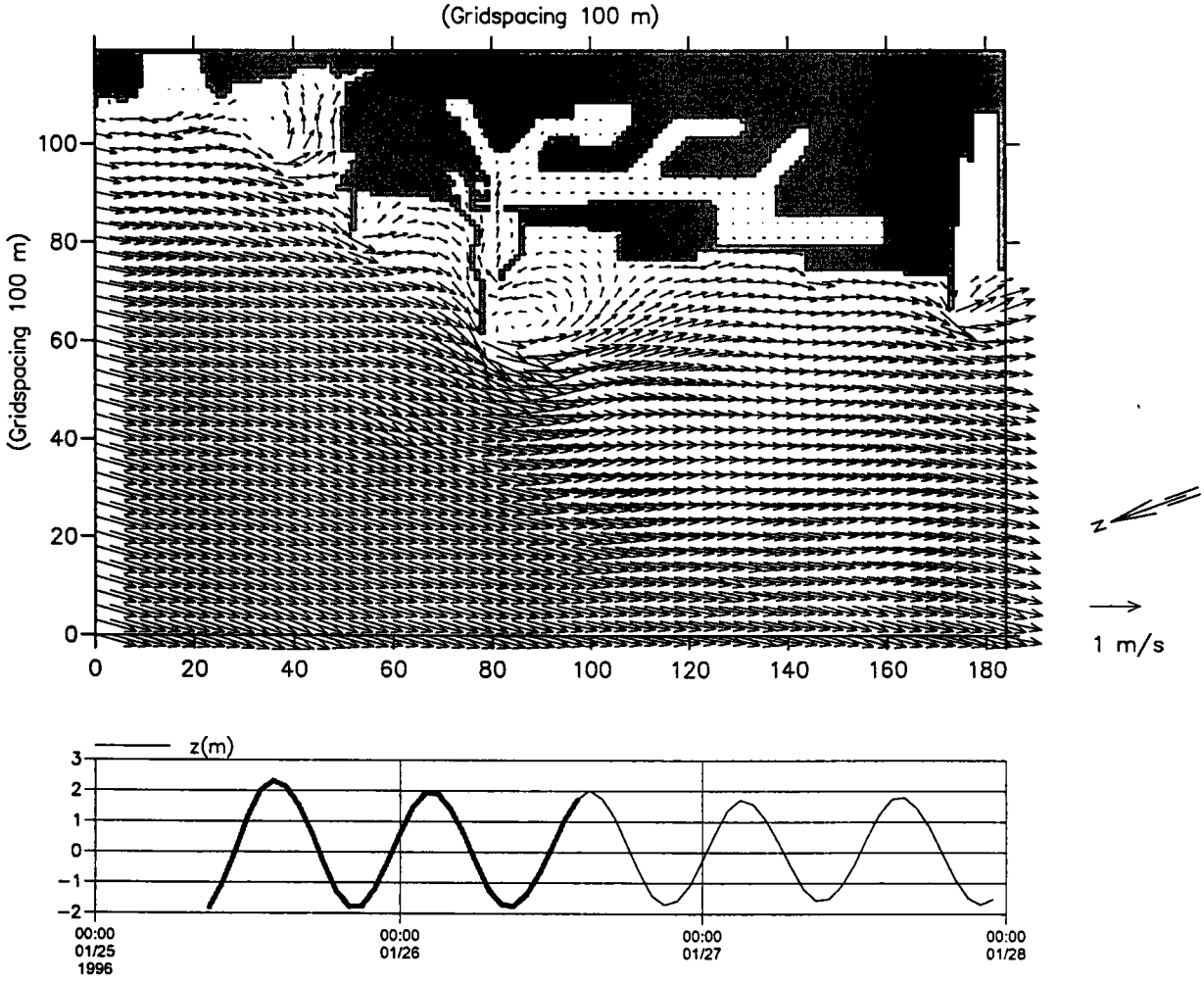


圖 3-26h 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 14:00)

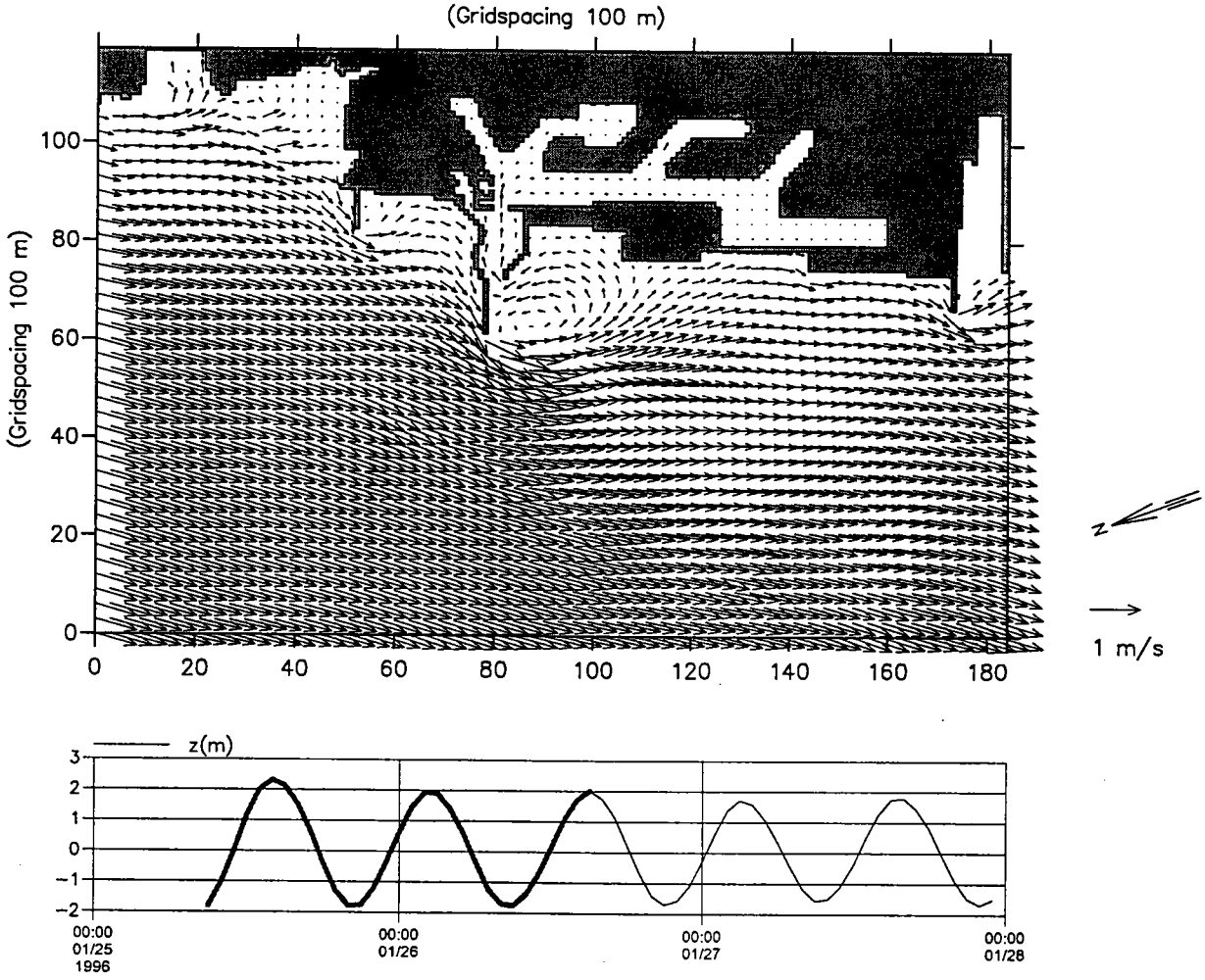


圖 3-26i 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 15:00)

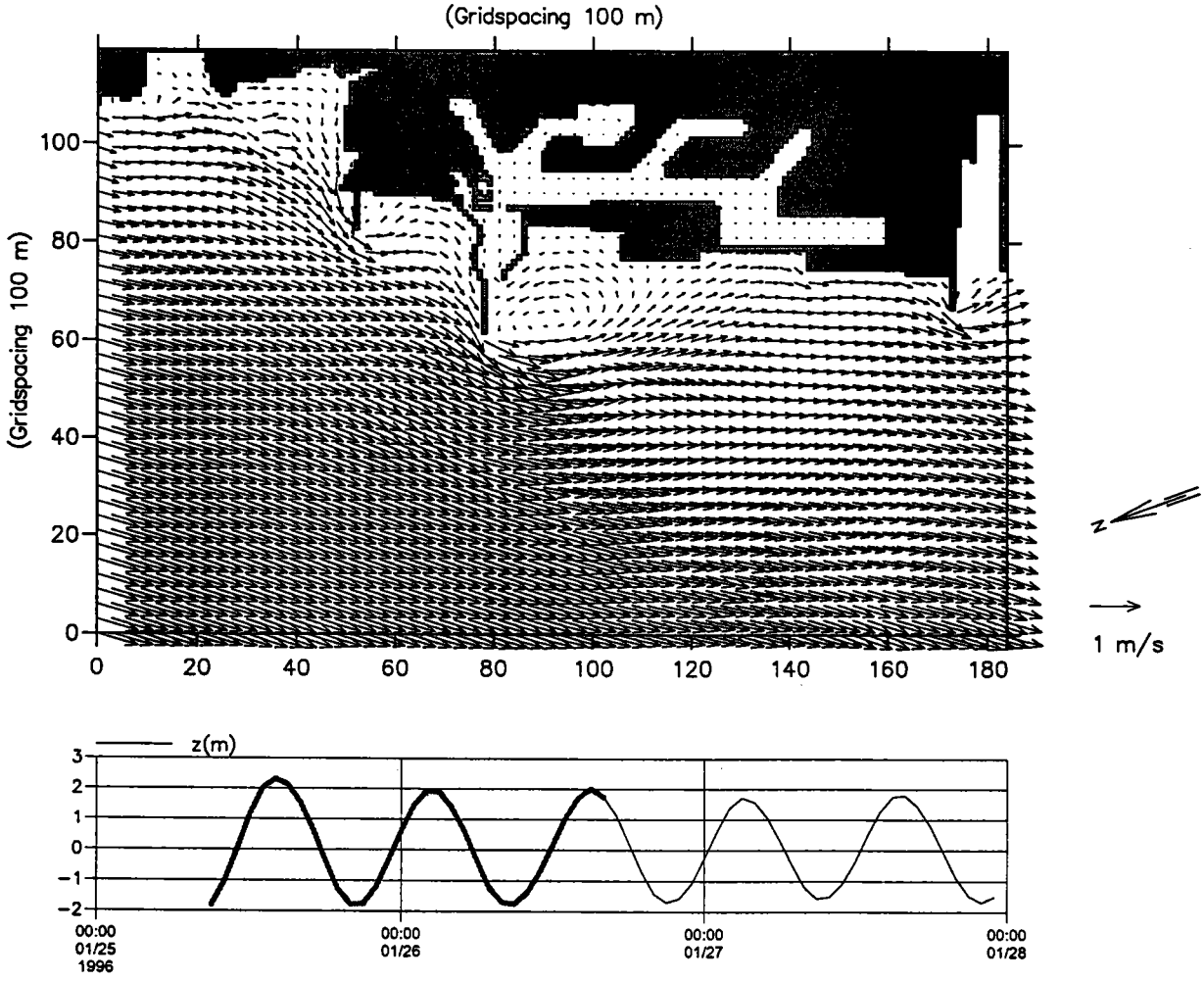


圖 3-26j 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 16:00)

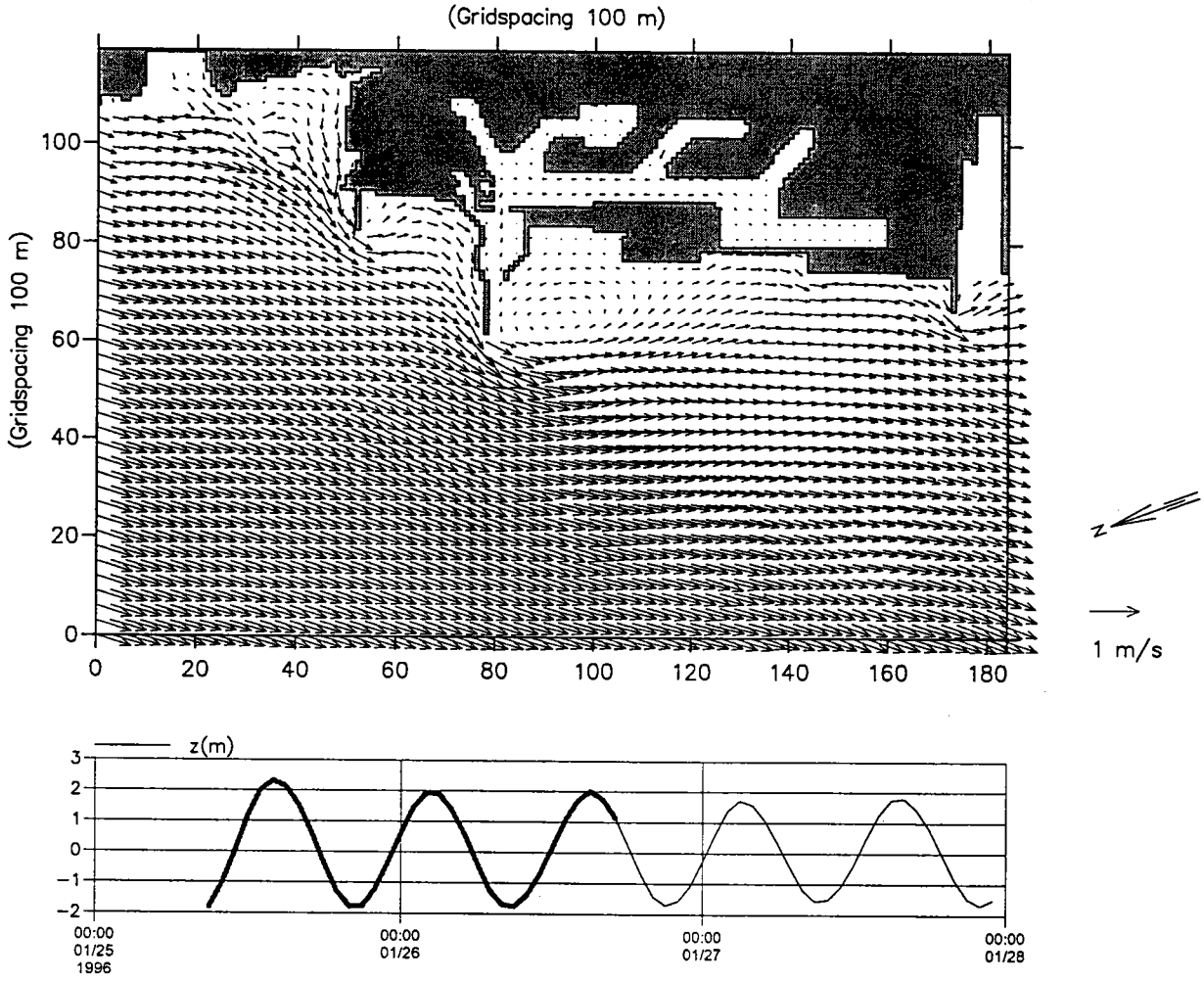


圖 3-26k 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26 17:00)

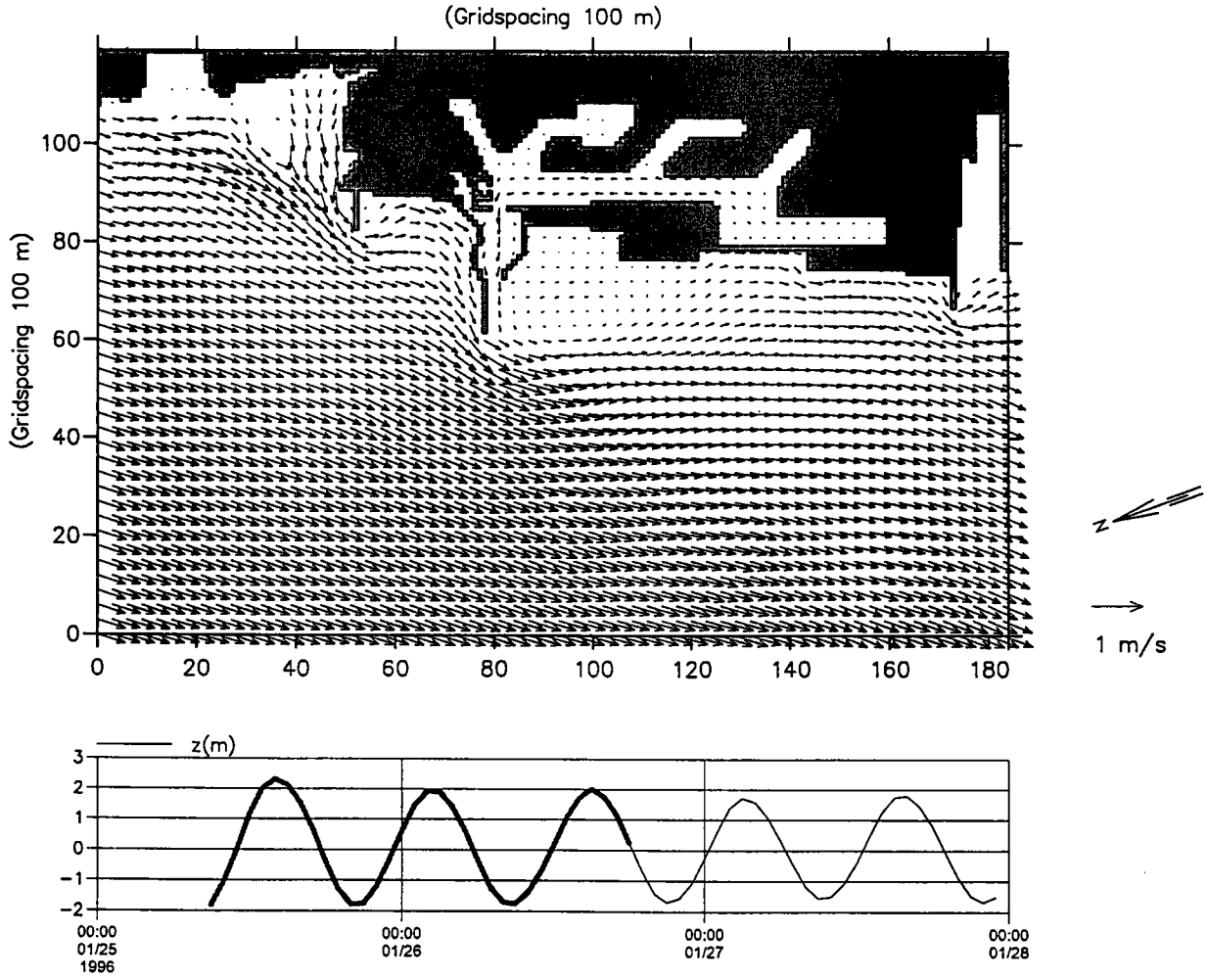


圖 3-26ℓ 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流場
(1996/01/26 18:00)

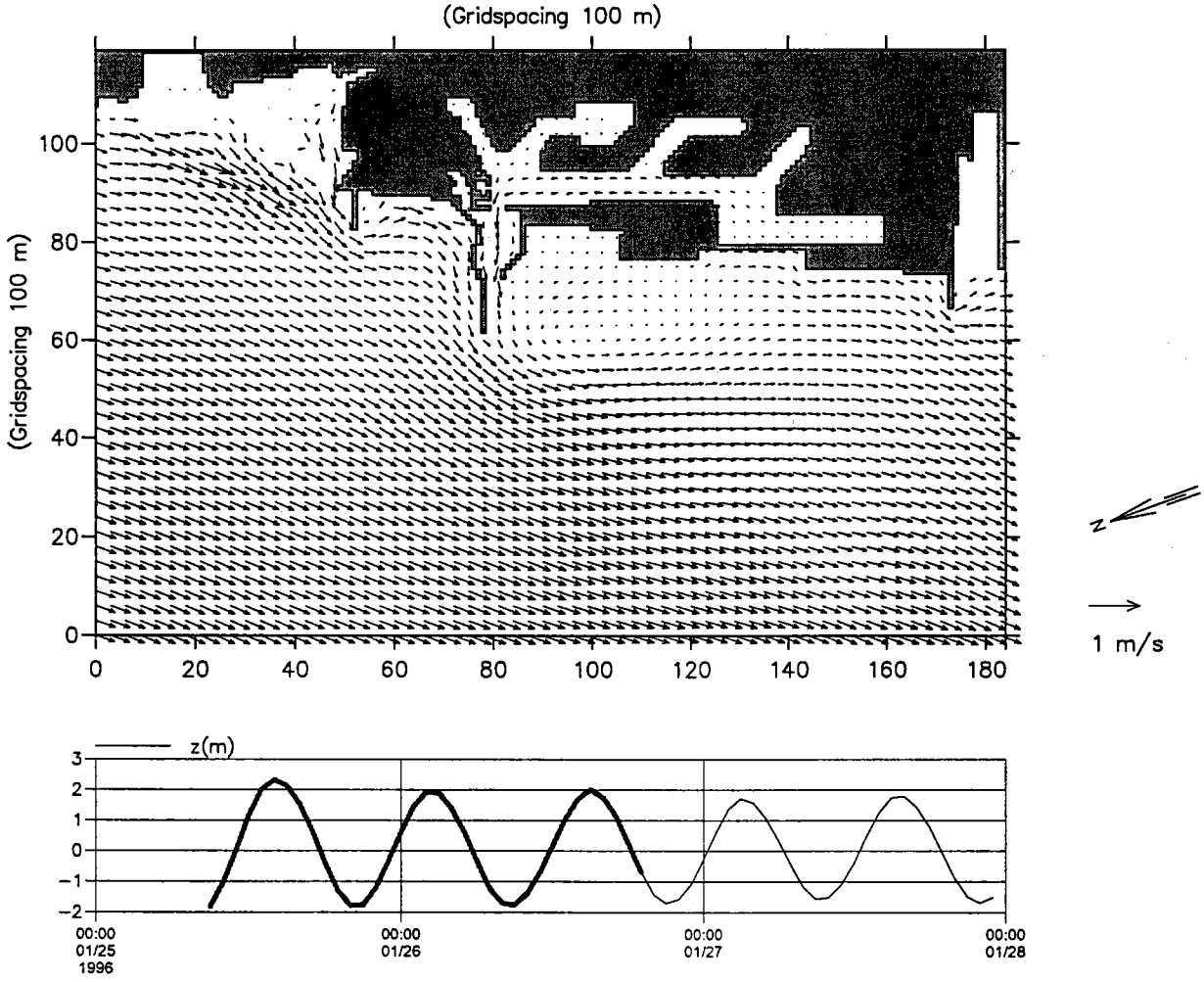


圖 3-26m 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26　19:00)

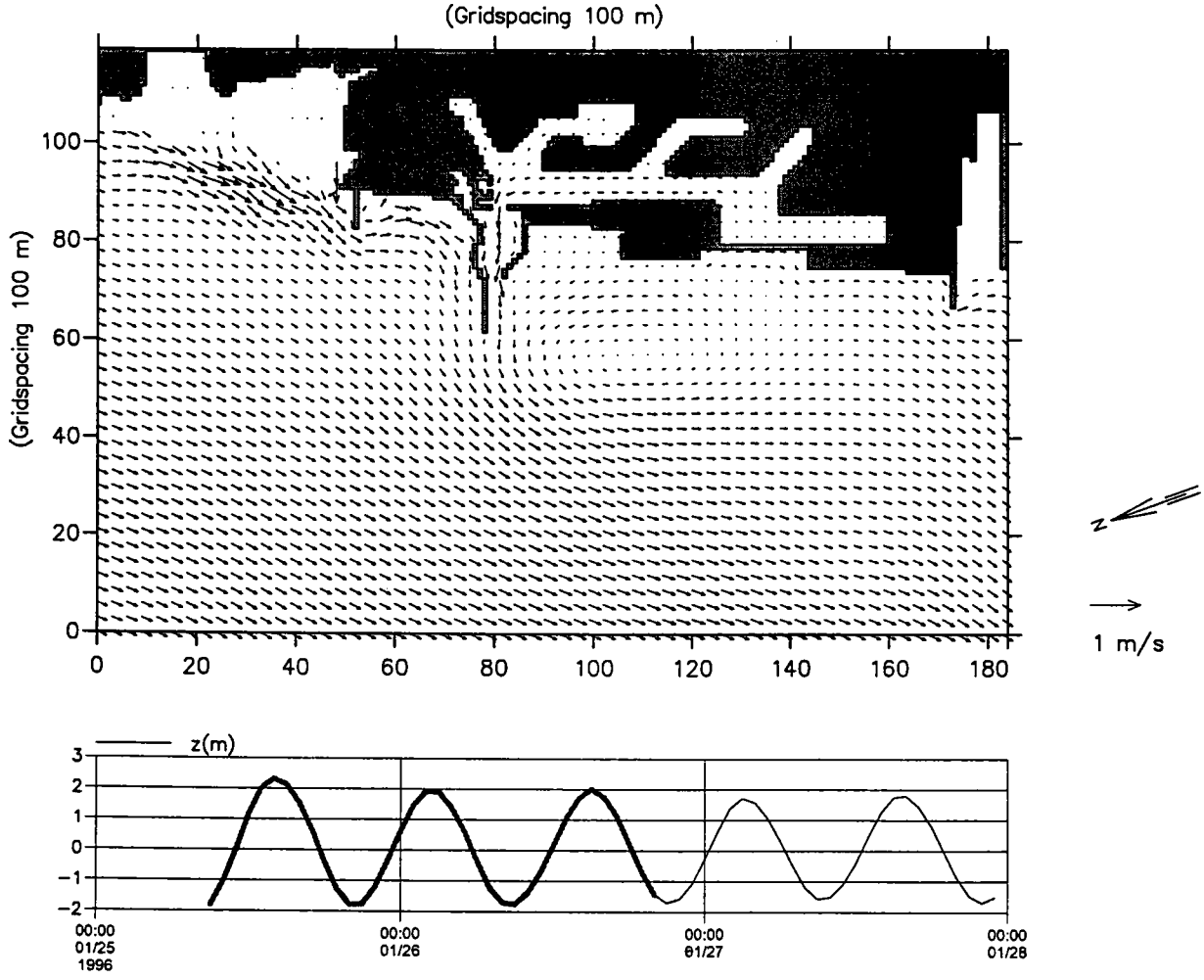


圖 3-26n 浪、潮及強風綜合影響下之台中港區海流流場
(1996/01/26　20:00)

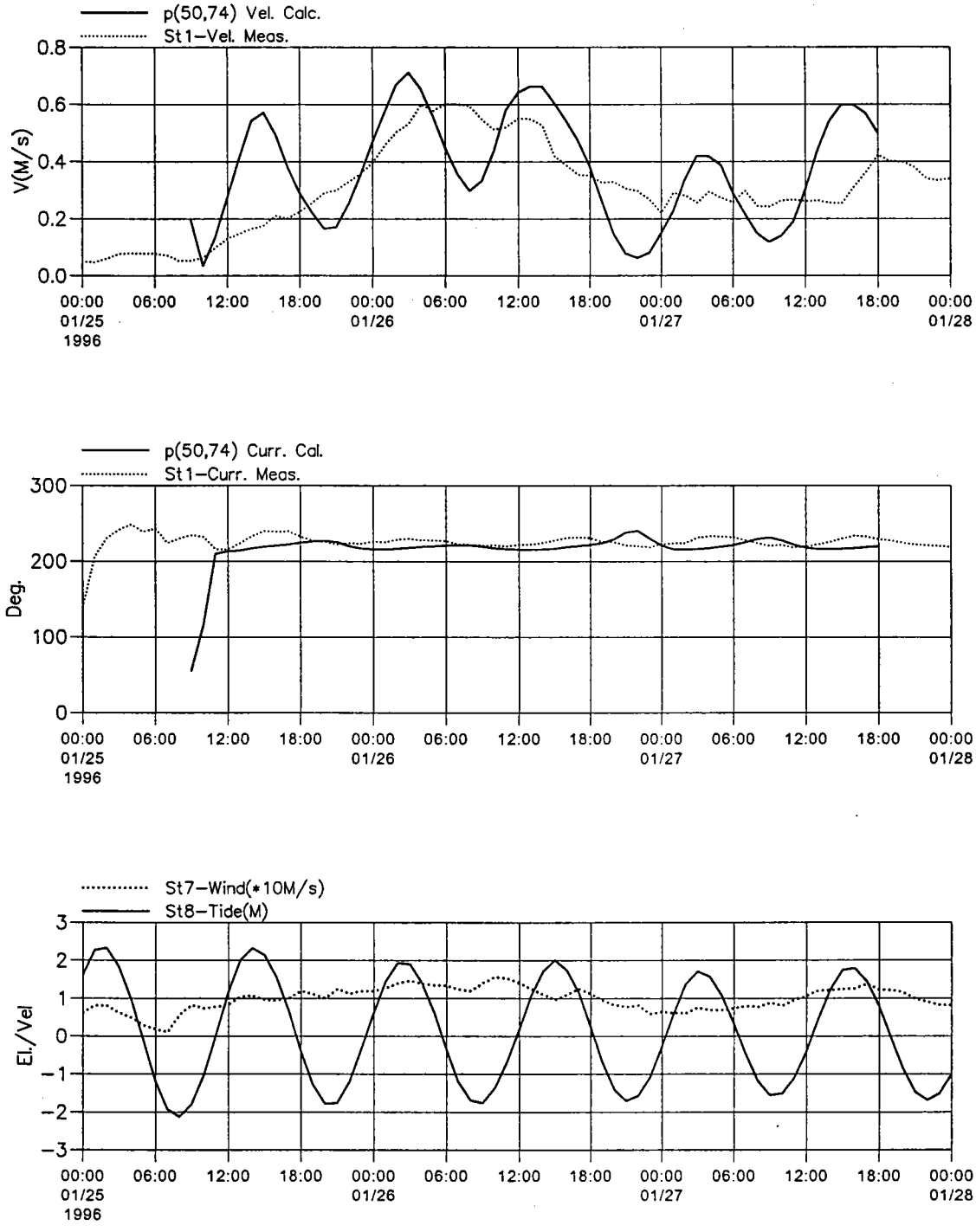


圖 3-27a 台中港海域 ST-1 測站在浪、潮及強風綜合影響下之計算與實測流場比較

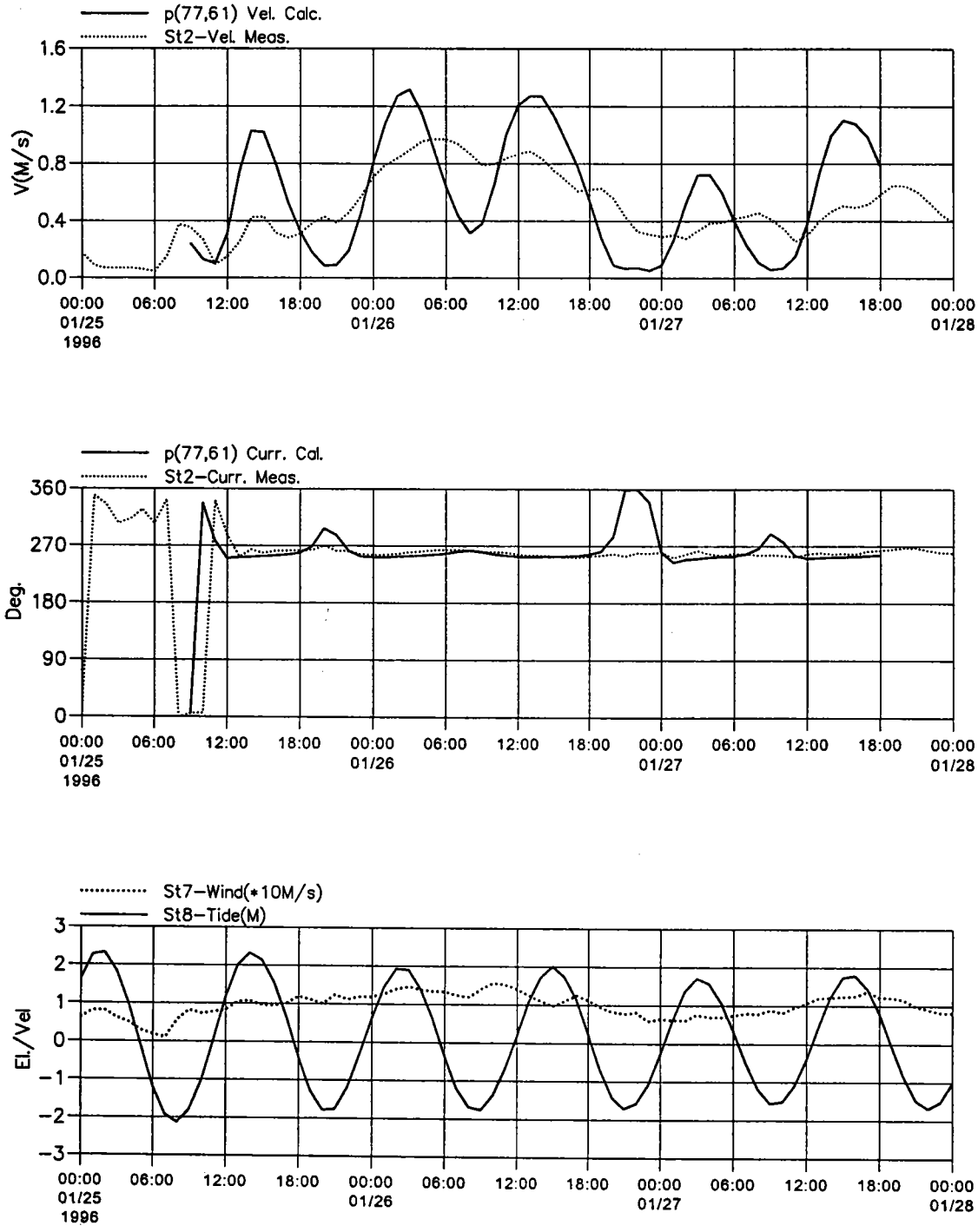
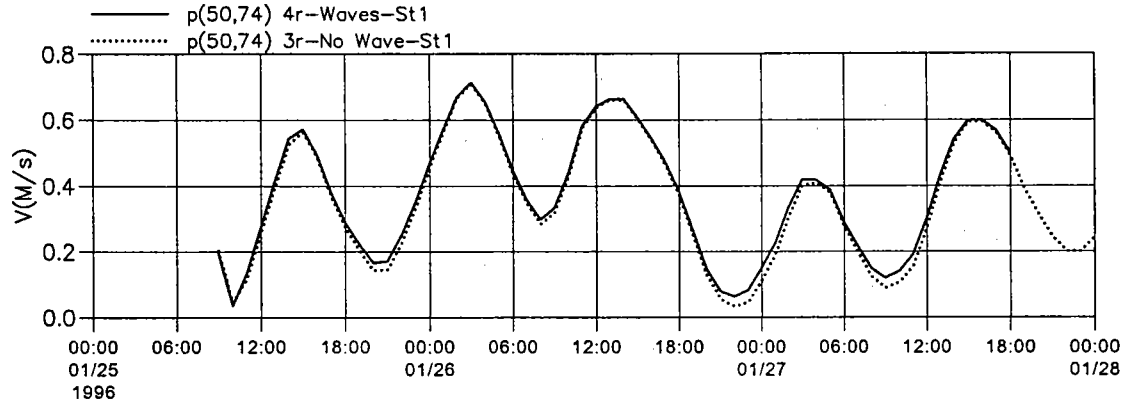
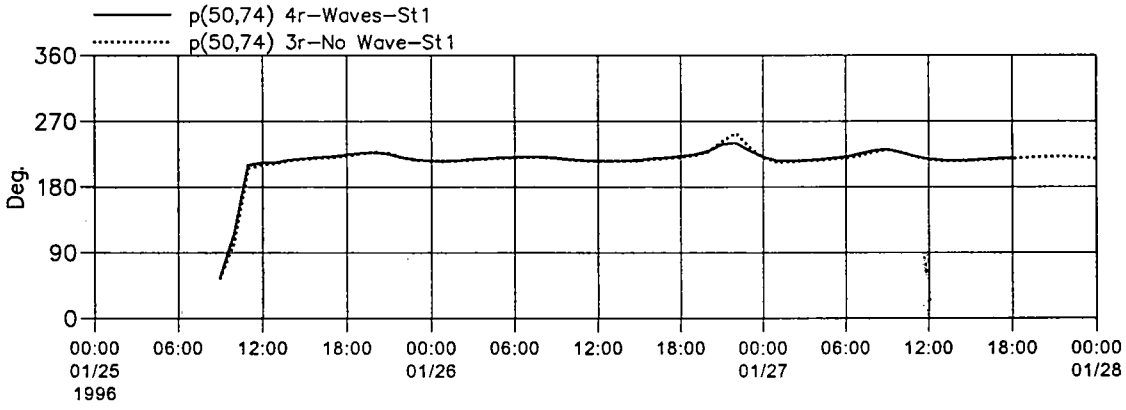


圖 3-27b 台中港海域 ST-2 測站在浪、潮及強風綜合影響下之計算與實測流場比較





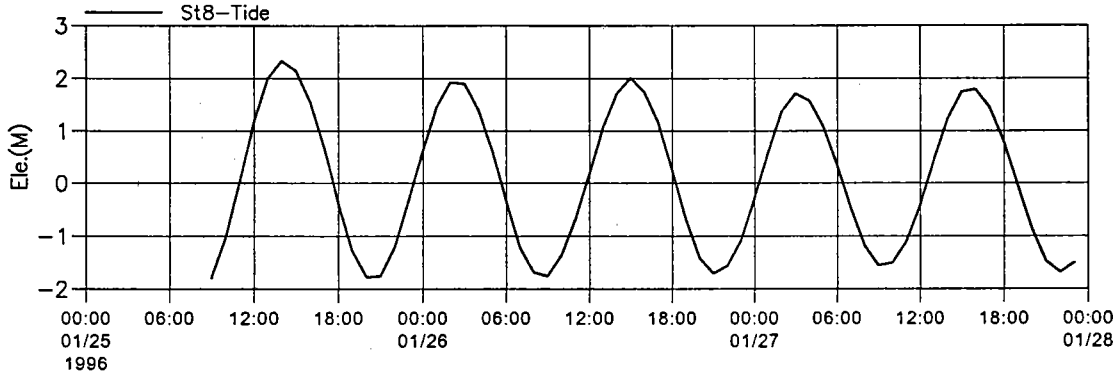
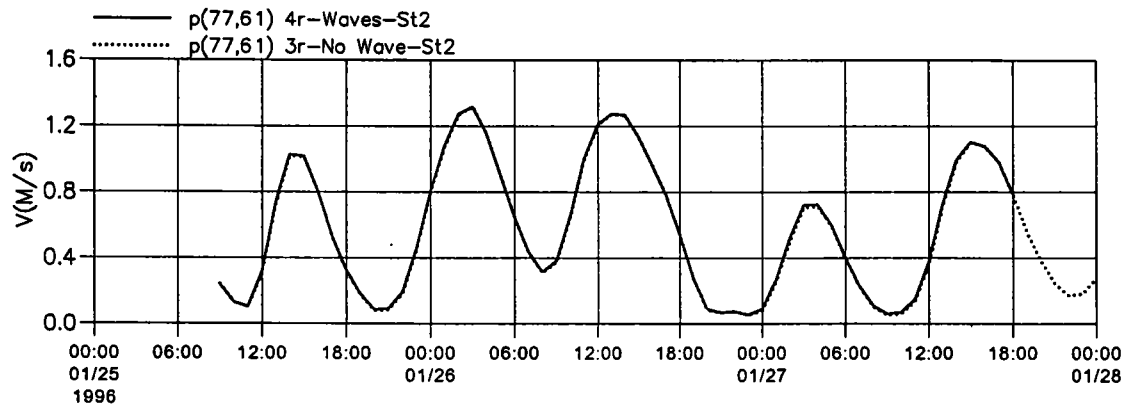
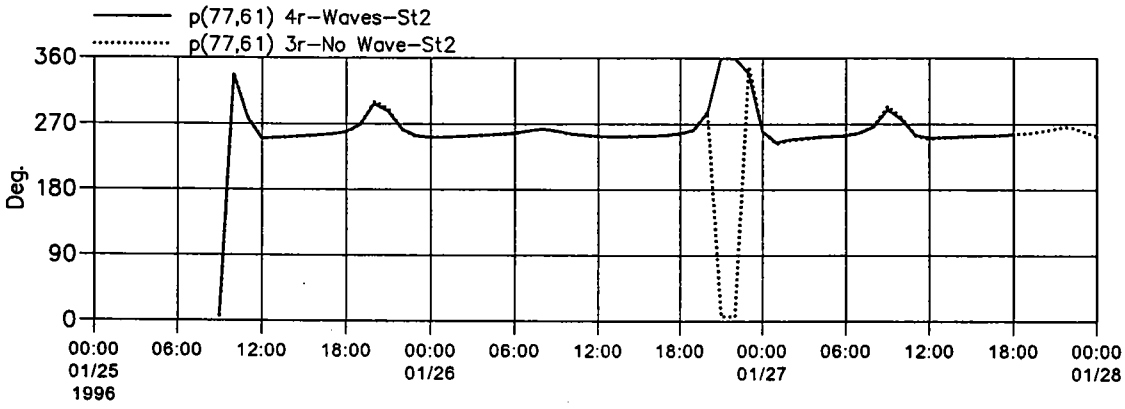


圖 3-28a 台中港海域 ST-1 測站在潮汐及強風考量下，波浪影響有無之計算海流比較





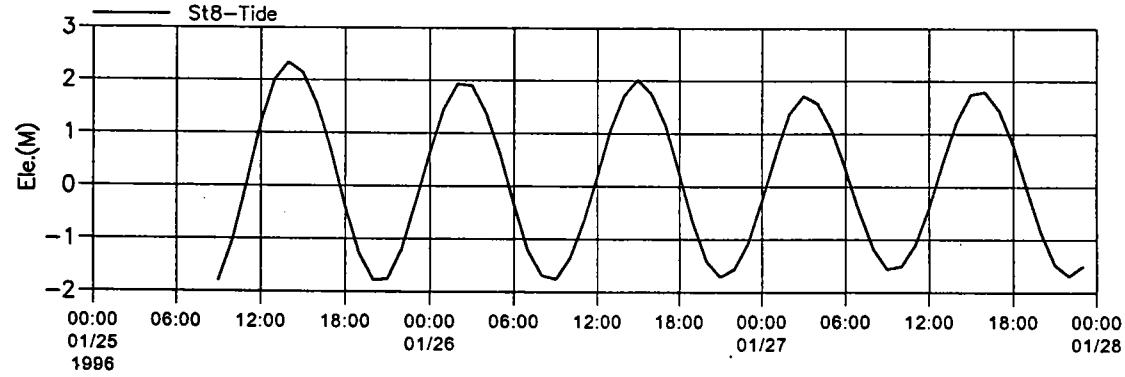


圖 3-28b 台中港海域 ST-2 測站在潮汐及強風考量下，波浪影響有無之計算海流比較

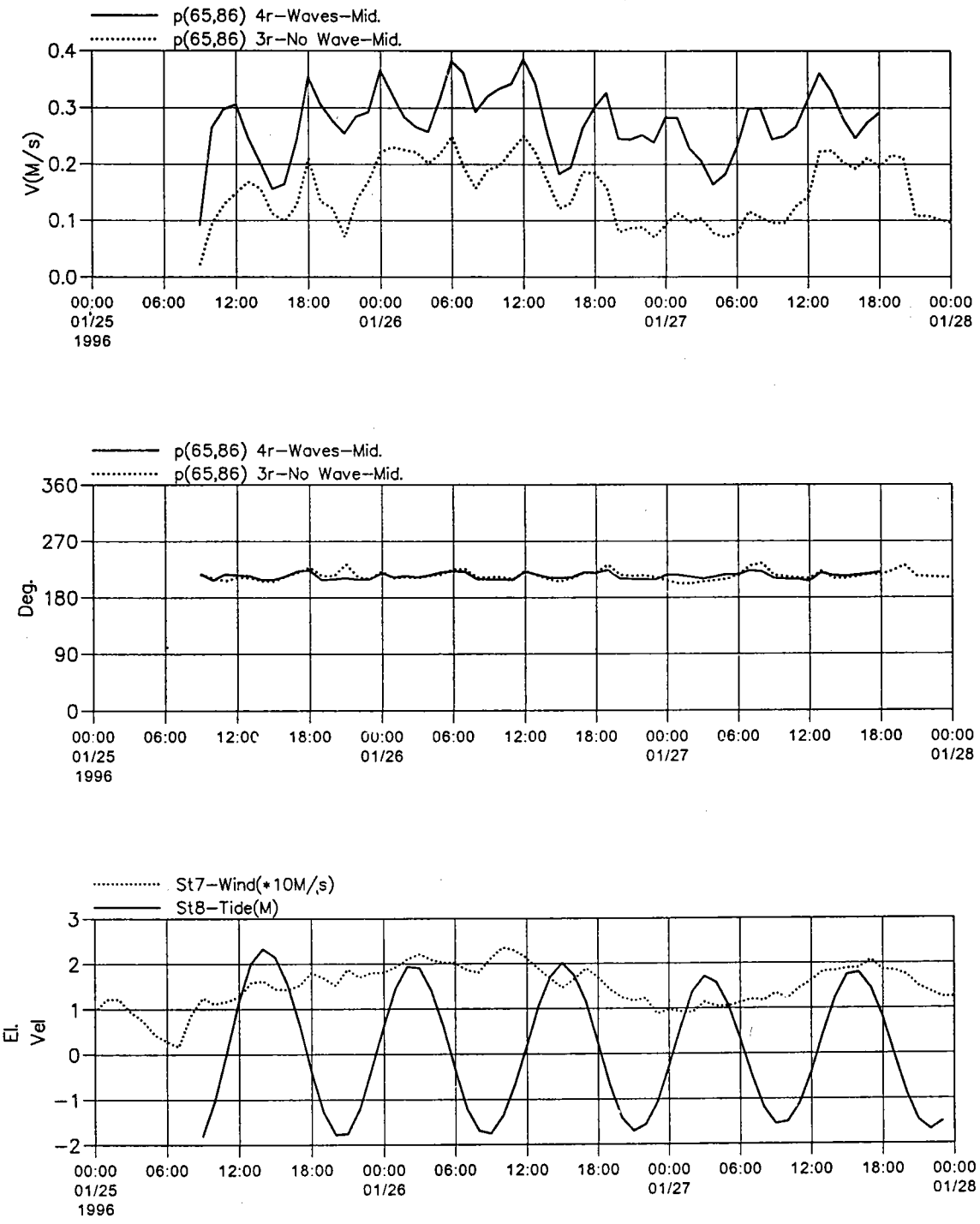
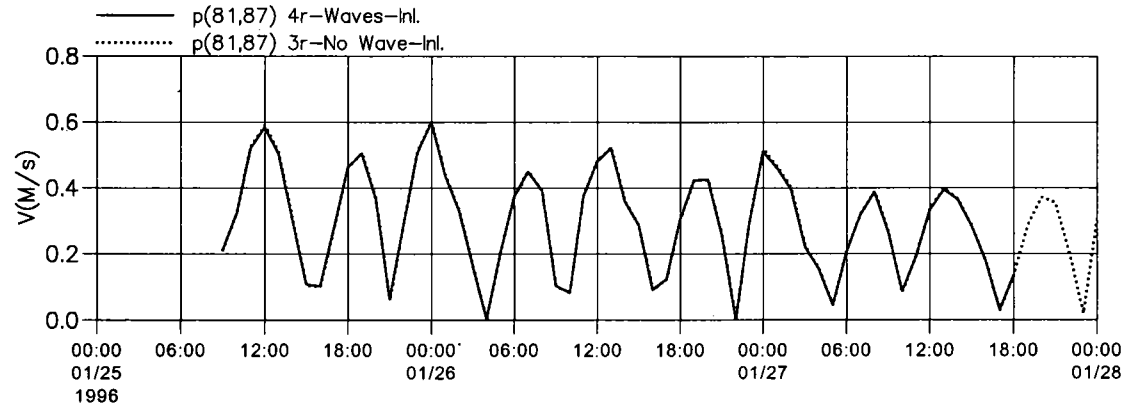
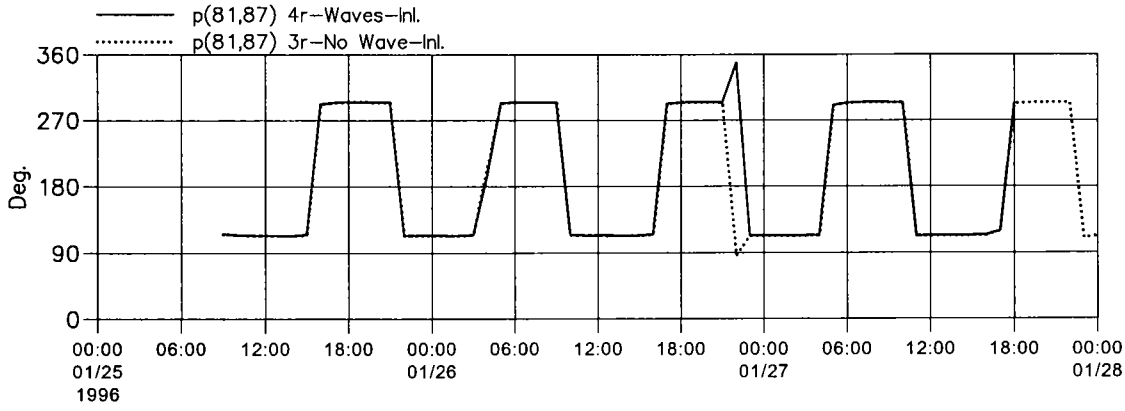


圖 3-28c 台中港北淤沙區中點於勁風及潮汐作用下，考量波浪有無之計算流速比較





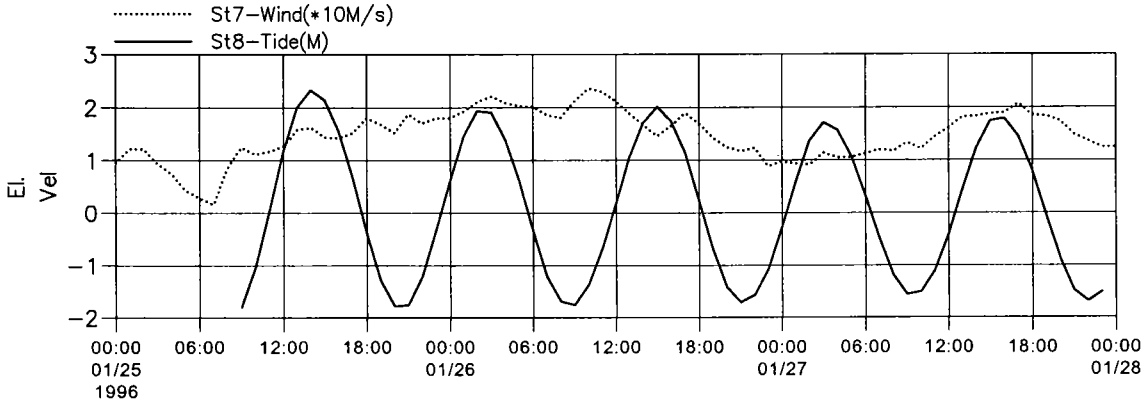


圖 3-28d 台中港內防波堤口中央於勁風及潮汐作用下，考量波浪有無之計算流速比較

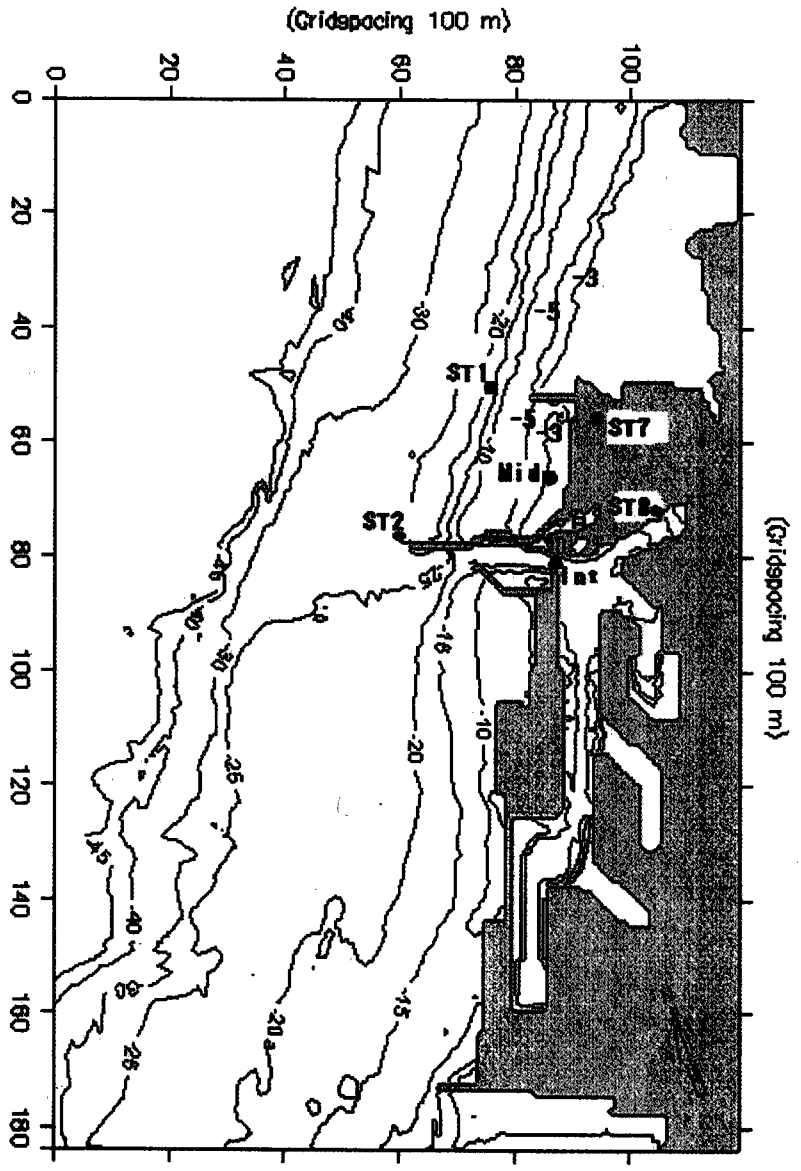


圖 3-28e 台中港海域計算海流流場之驗證及比較測點位置分布

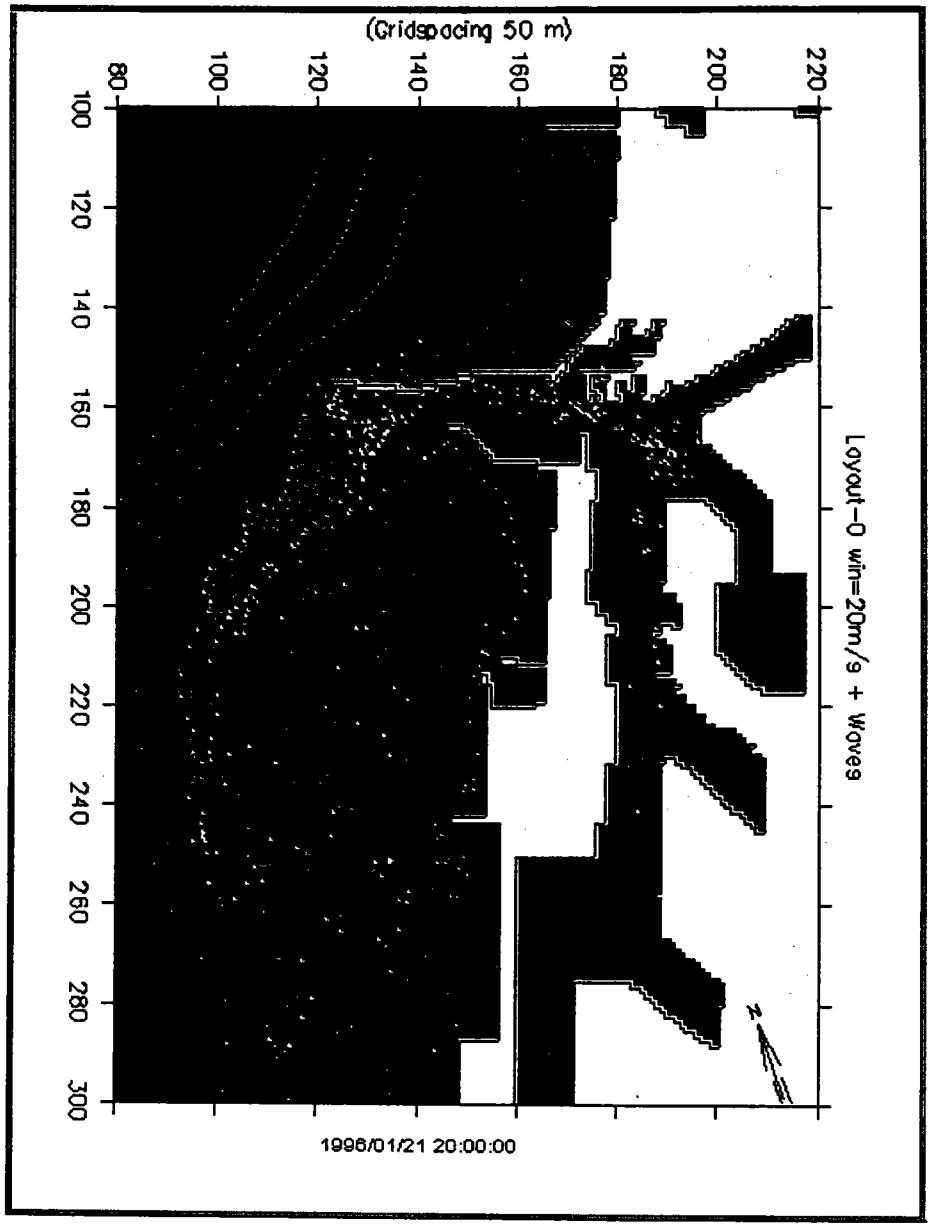


圖 3-29a 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 20:00:00)

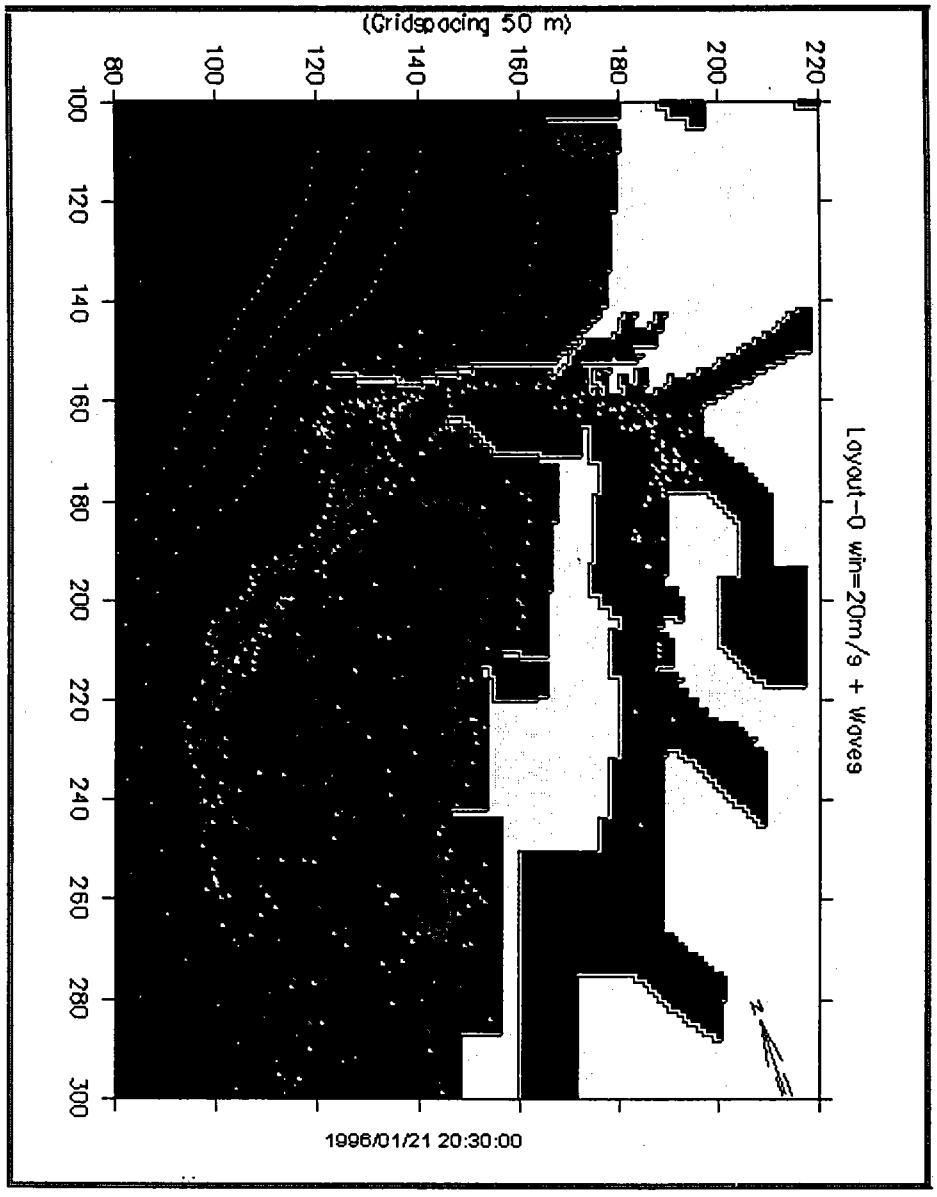


圖 3-29b 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 20:30:00)

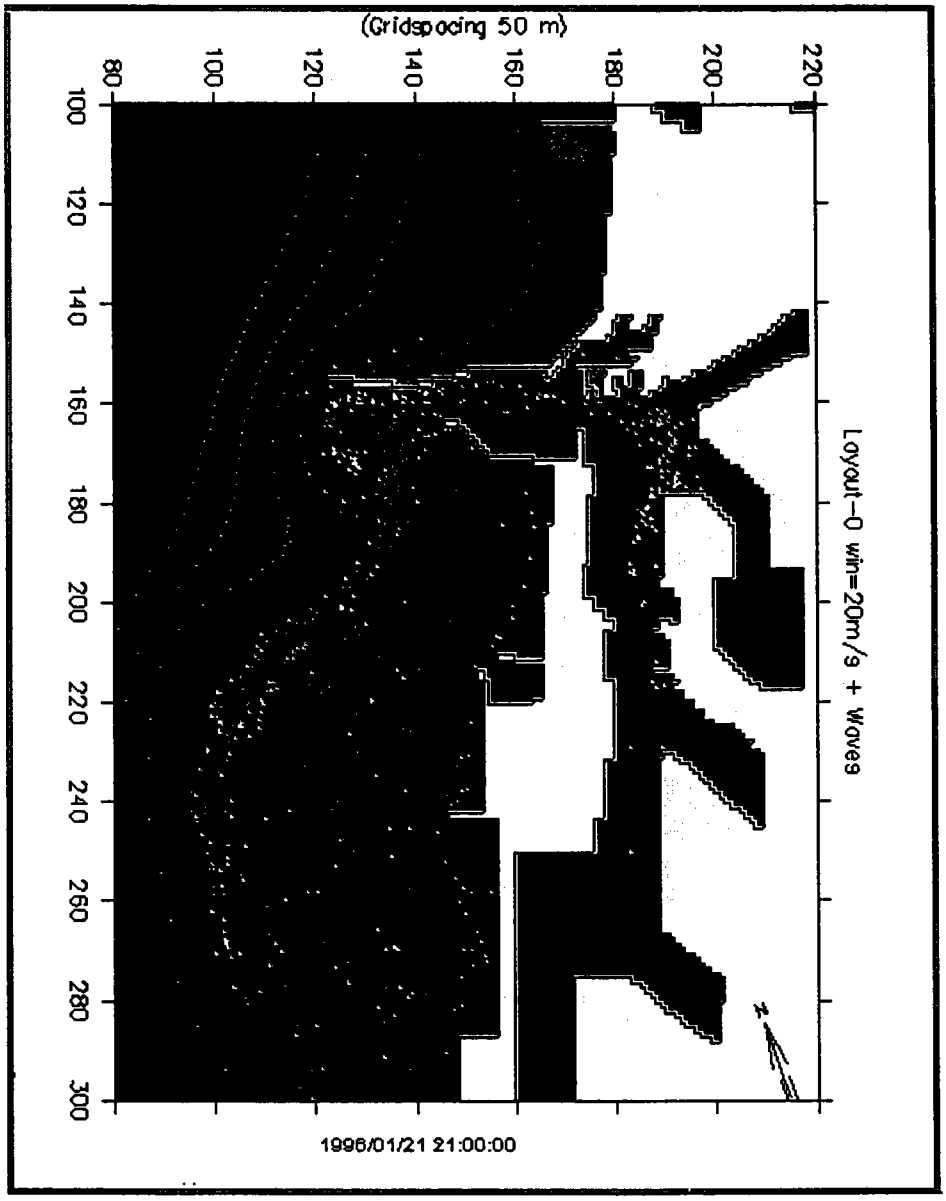


圖 3-29c 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 21:00:00)

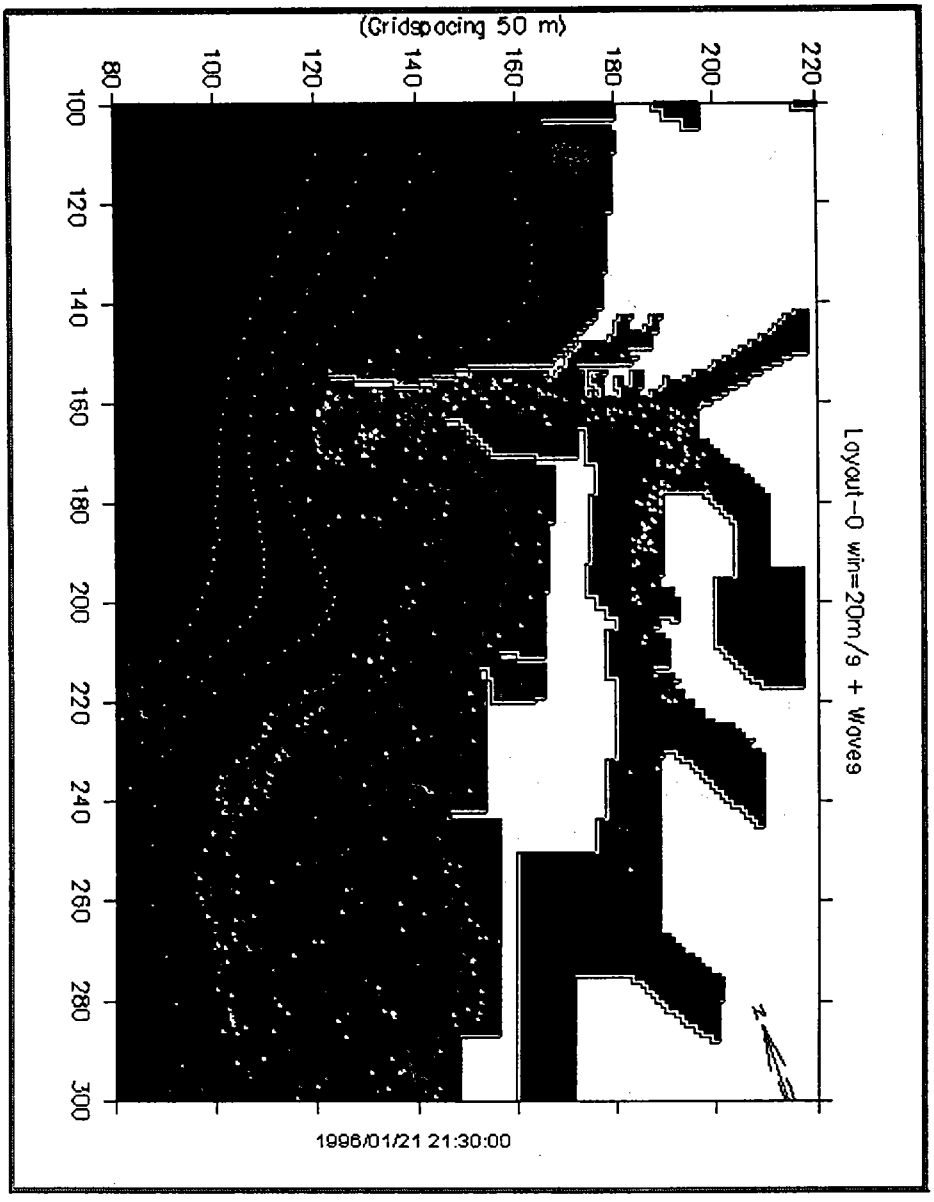


圖 3-29d 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 21:30:00)

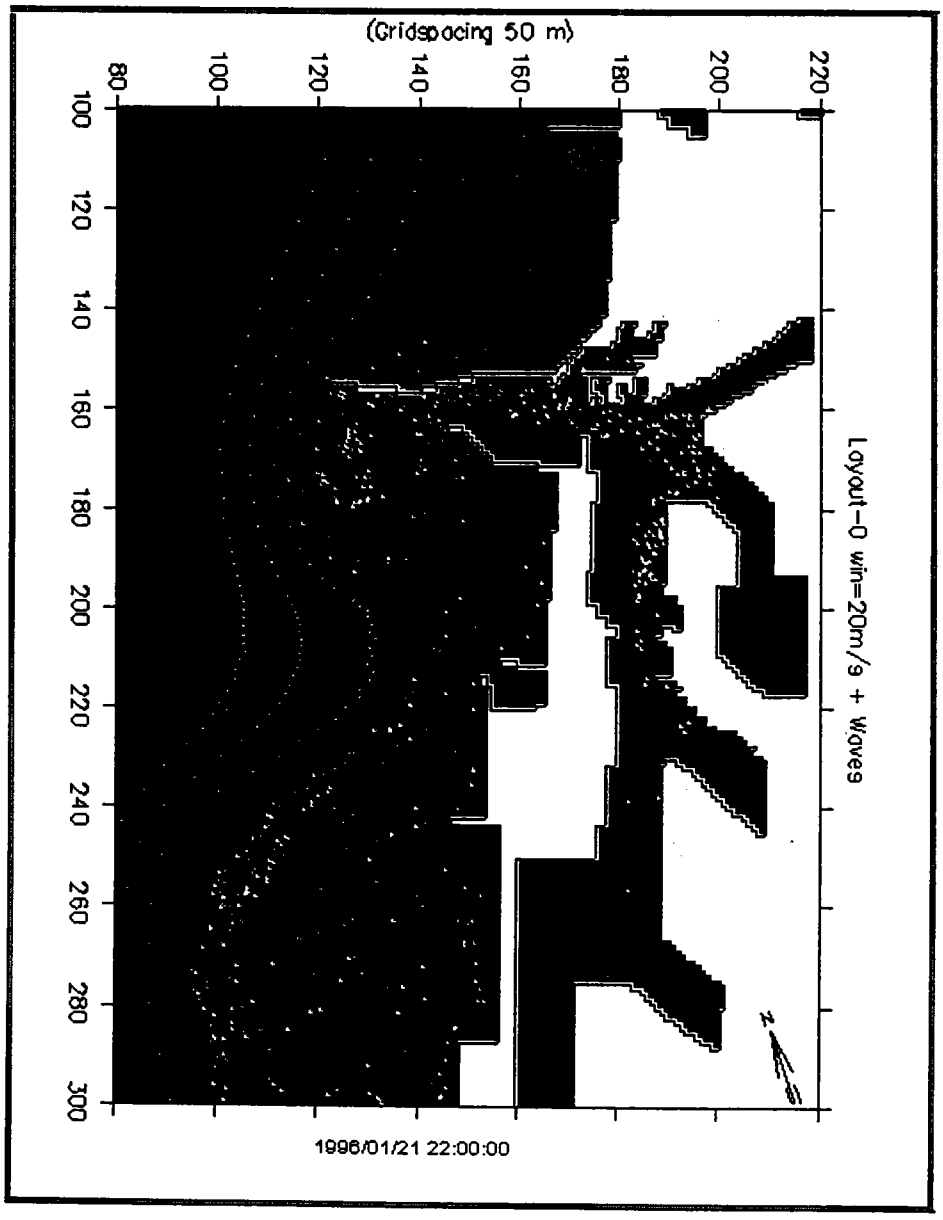


圖 3-29e 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 22:00:00)

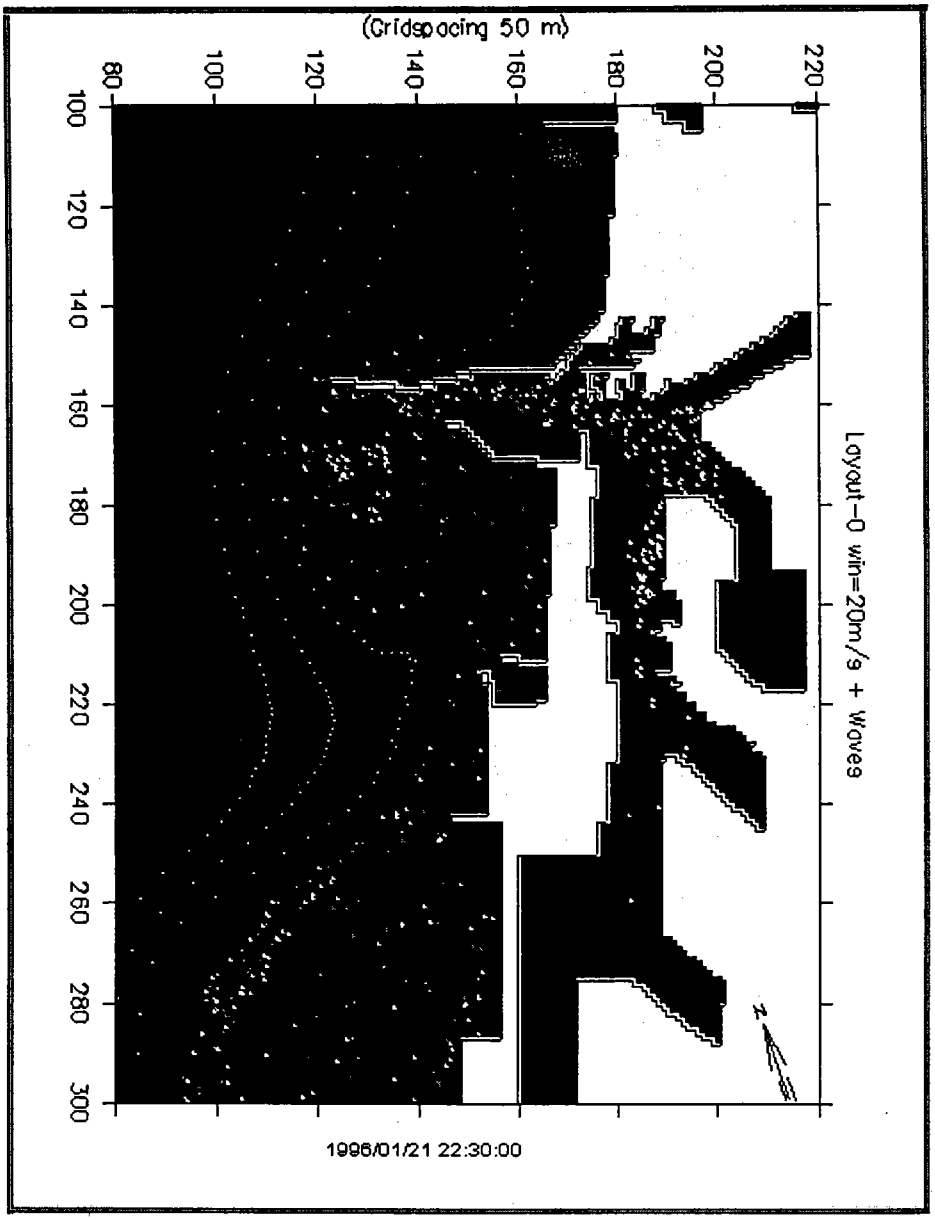


圖 3-29f 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 22:30:00)

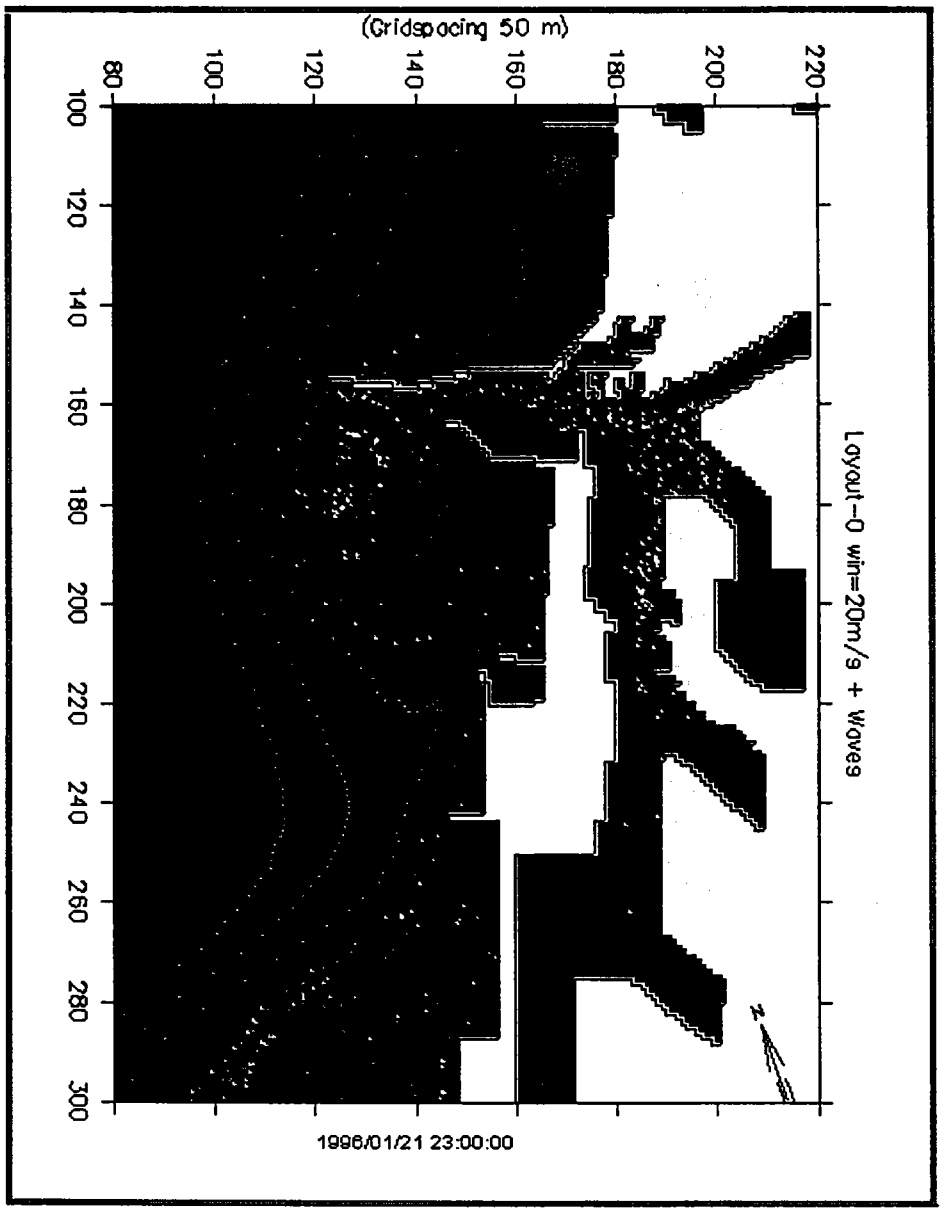


圖 3-29g 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 23:00:00)

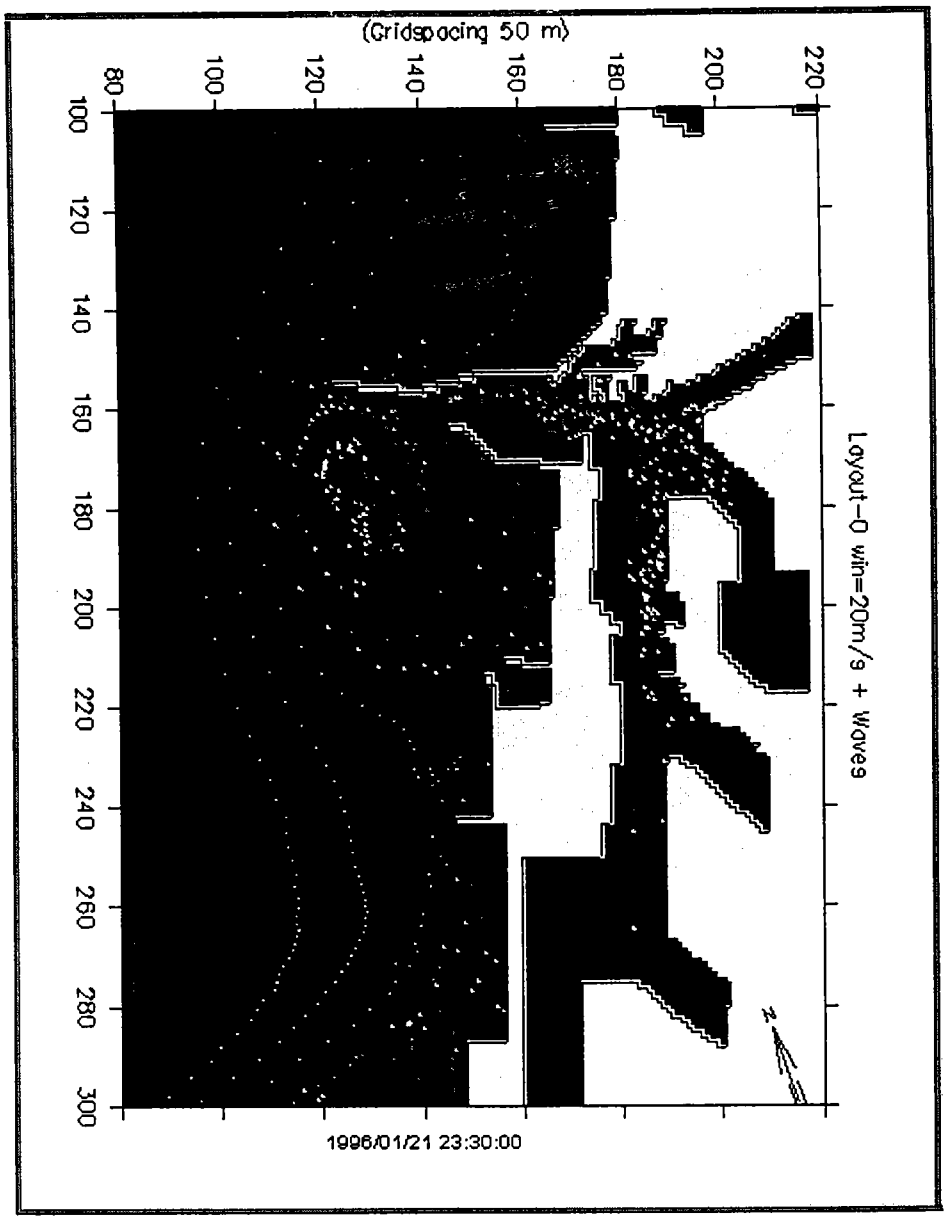


圖 3-29h 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/21 23:30:00)

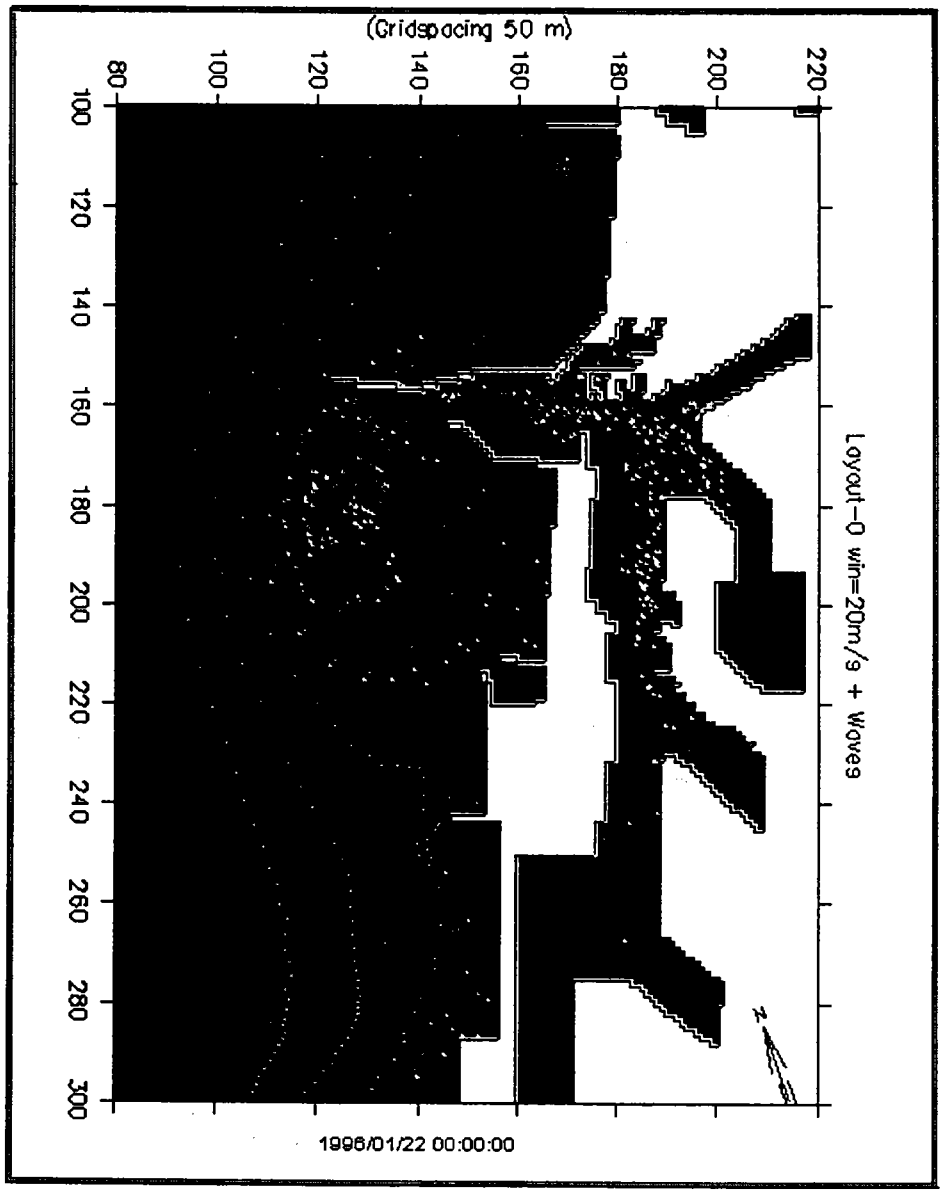


圖 3-29i 台中港海域，勁風、波浪與潮綜合影響之海流流場浮粒追蹤計算模擬 (1996/01/22 00:00:00)

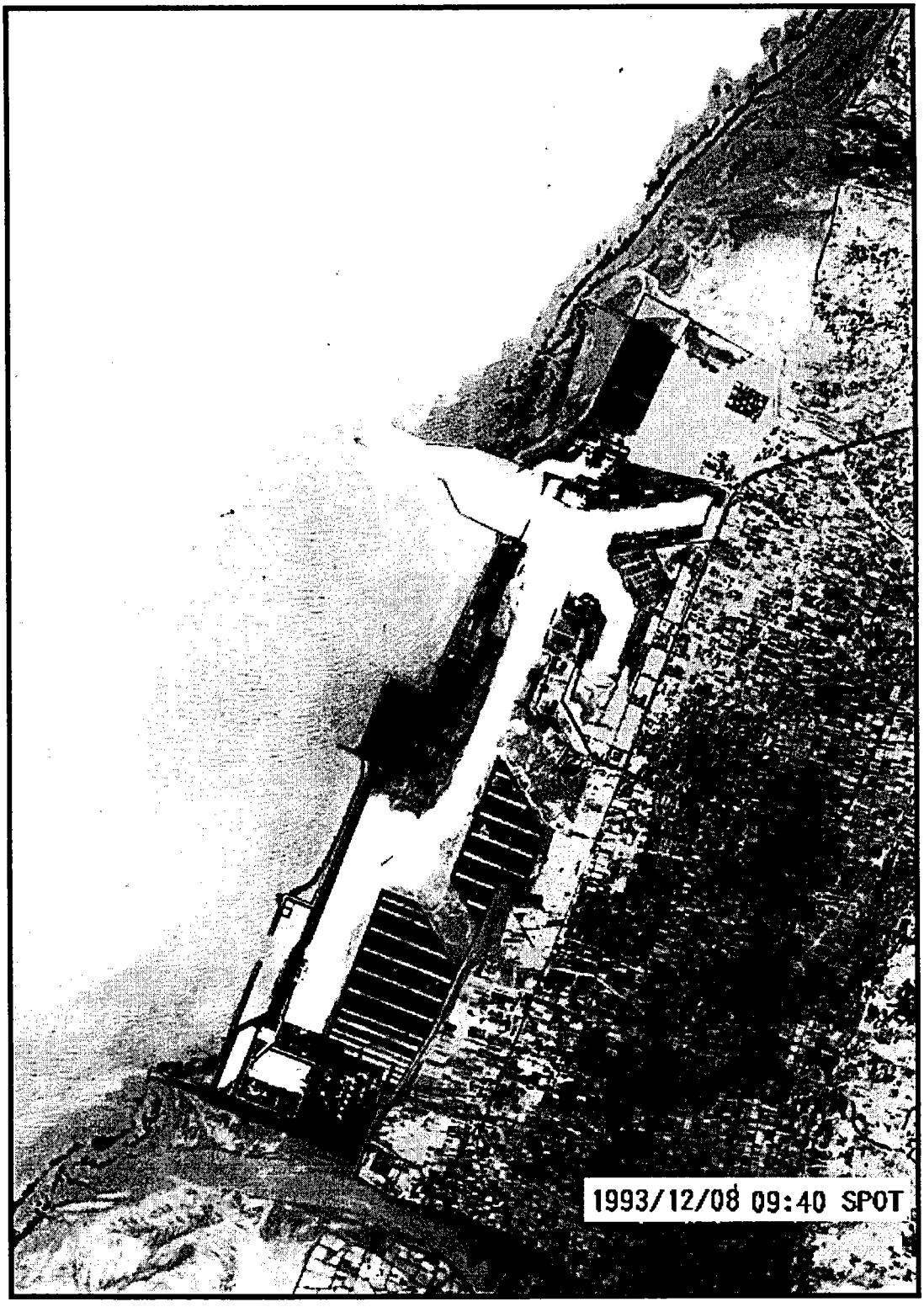


圖 3-30a 台中港海域 1993/12/08 SPOT 衛星影像



圖 3-30b 台中港海域 1994/03/04 SPOT 衛星影像

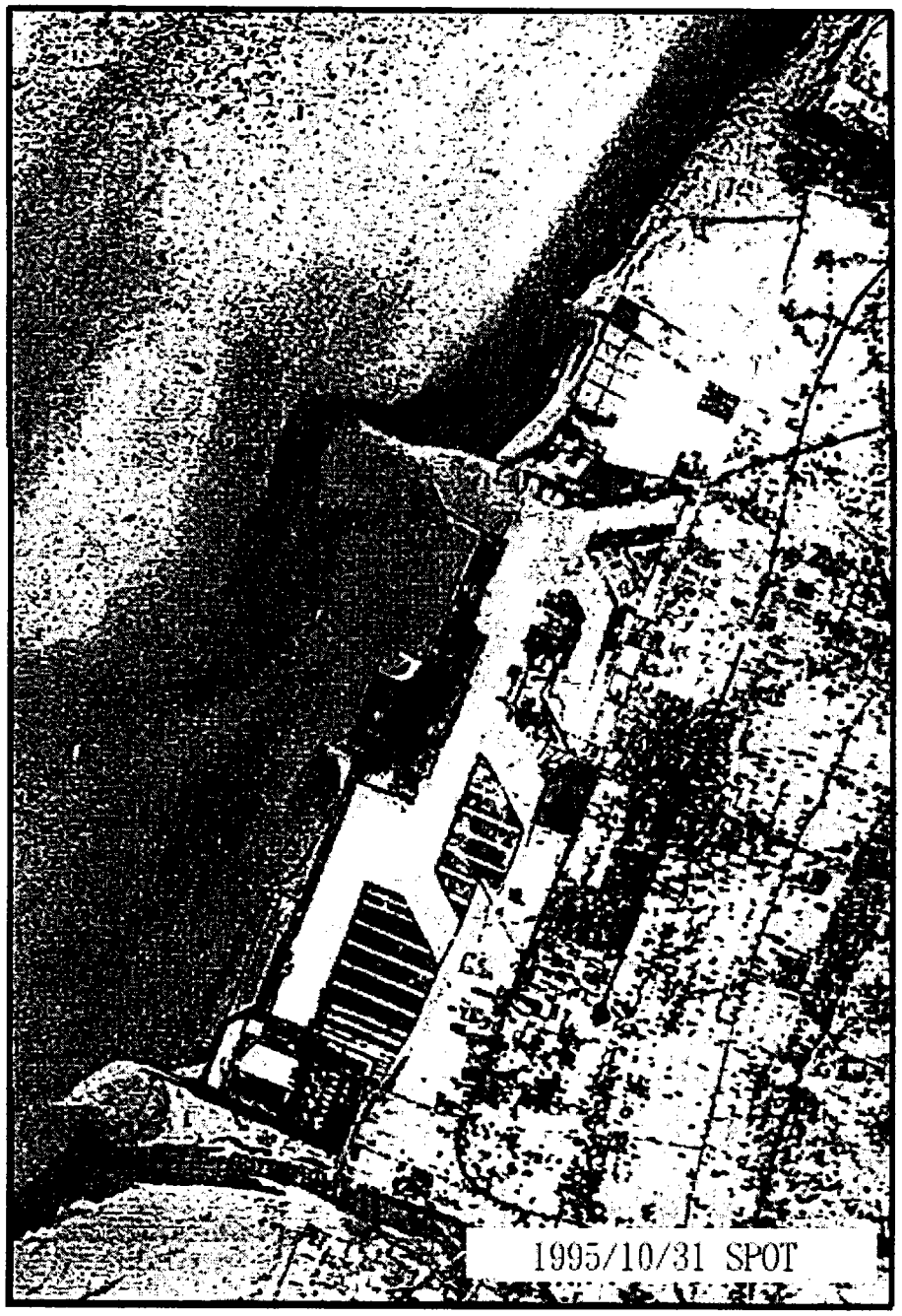


圖 3-30c 台中港海域 1995/10/31 SPOT 衛星影像

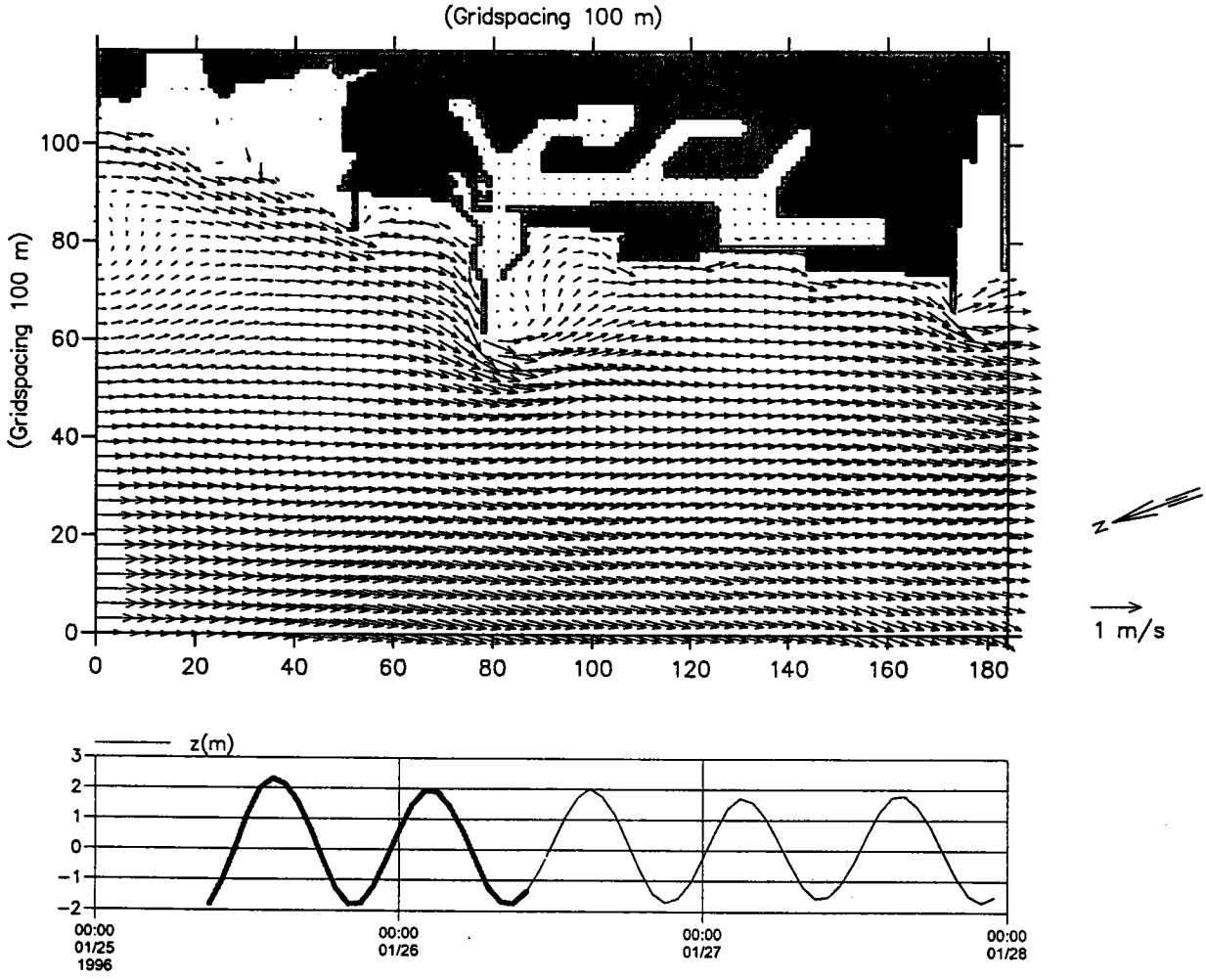


圖 3-31a 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 10:00)

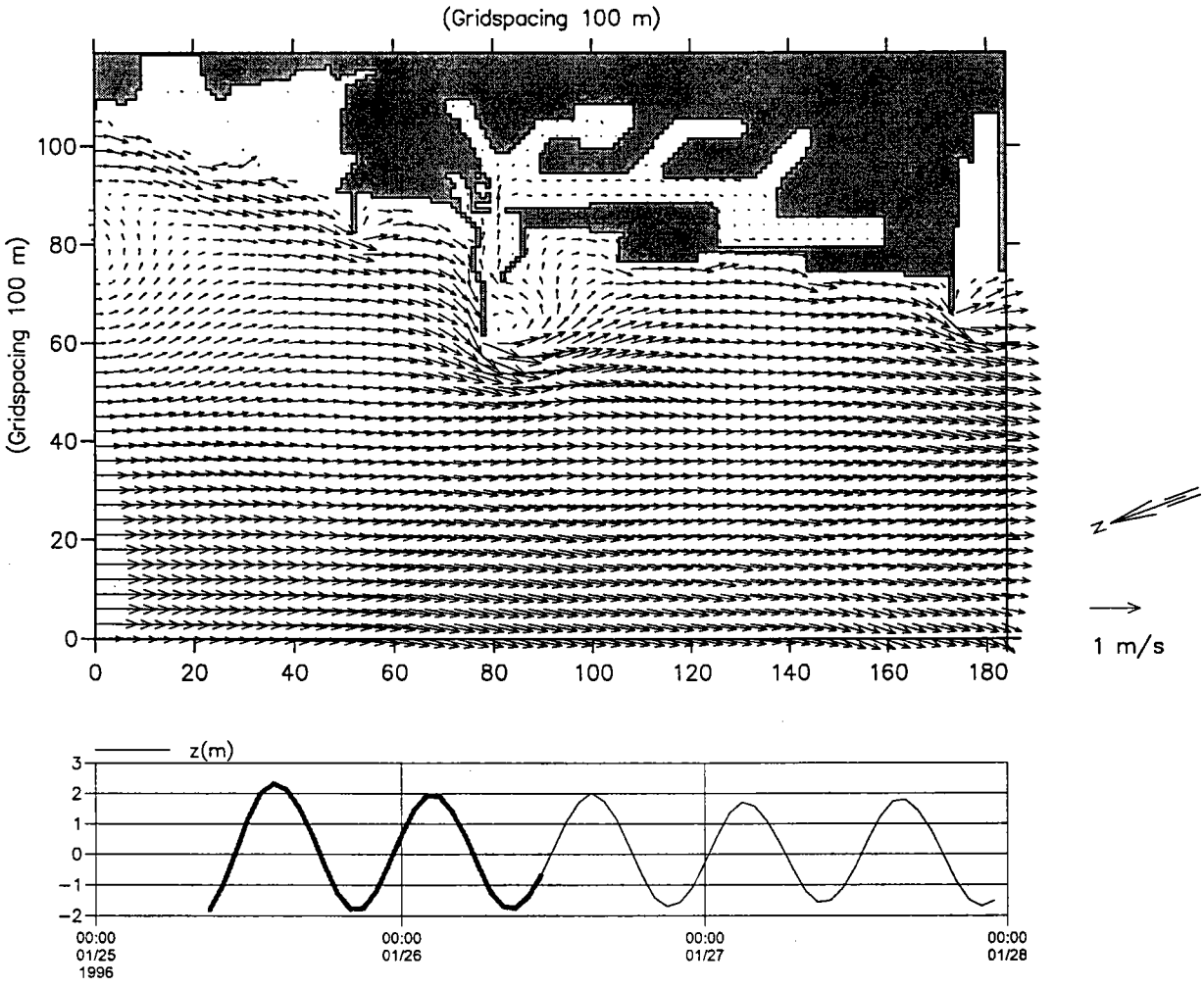


圖 3-31b 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 11:00)

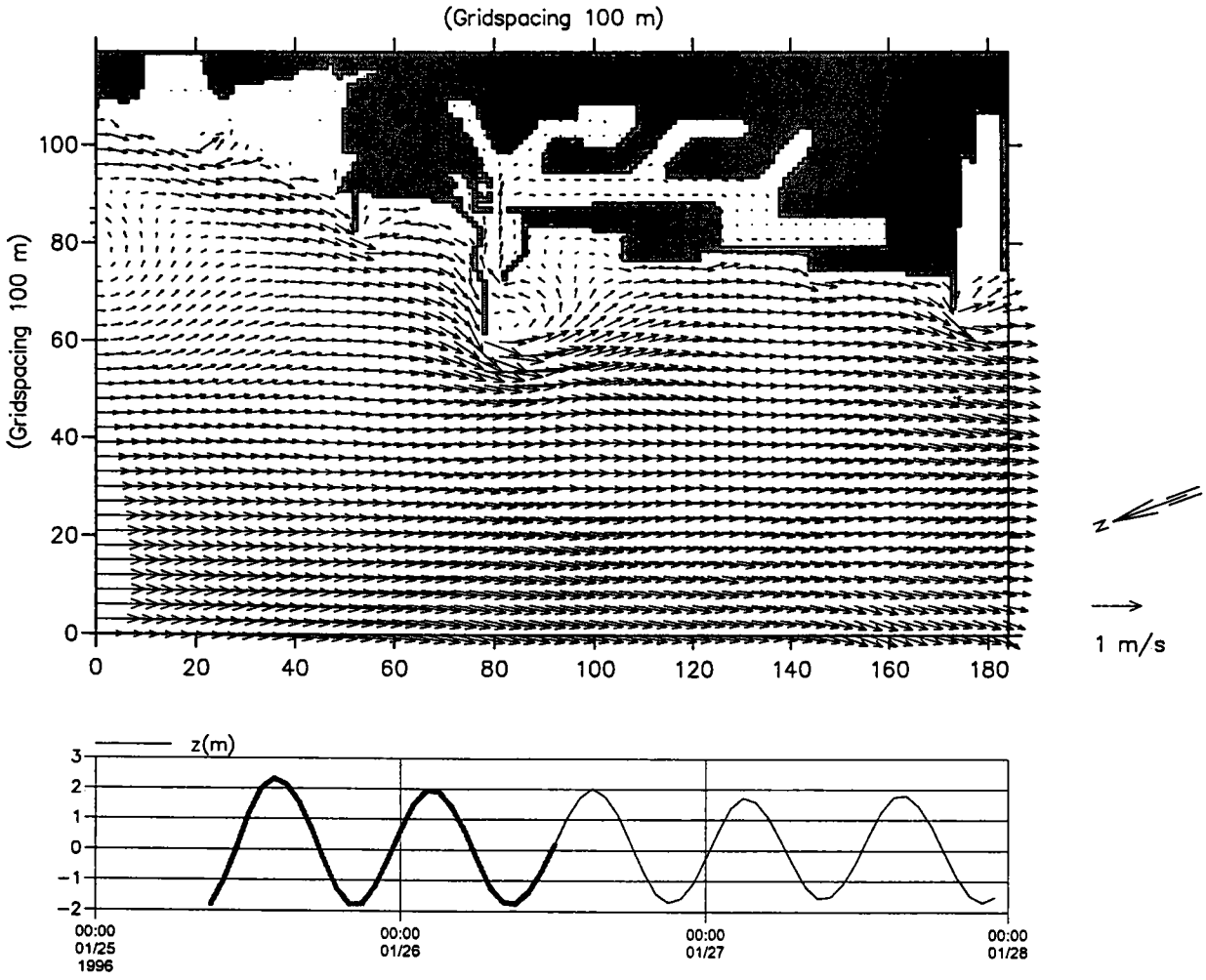


圖 3-31c 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 12:00)

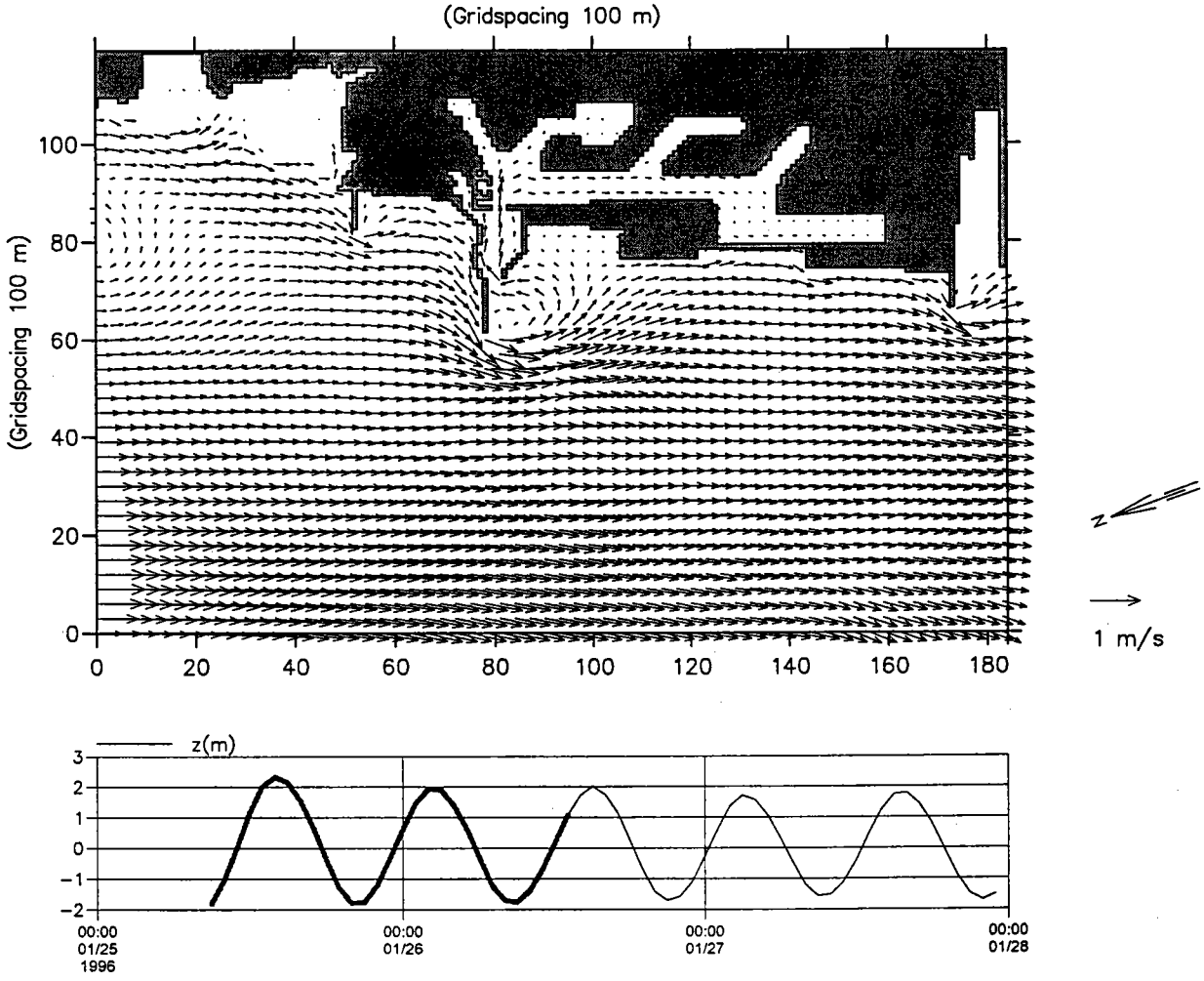


圖 3-31d 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 13:00)

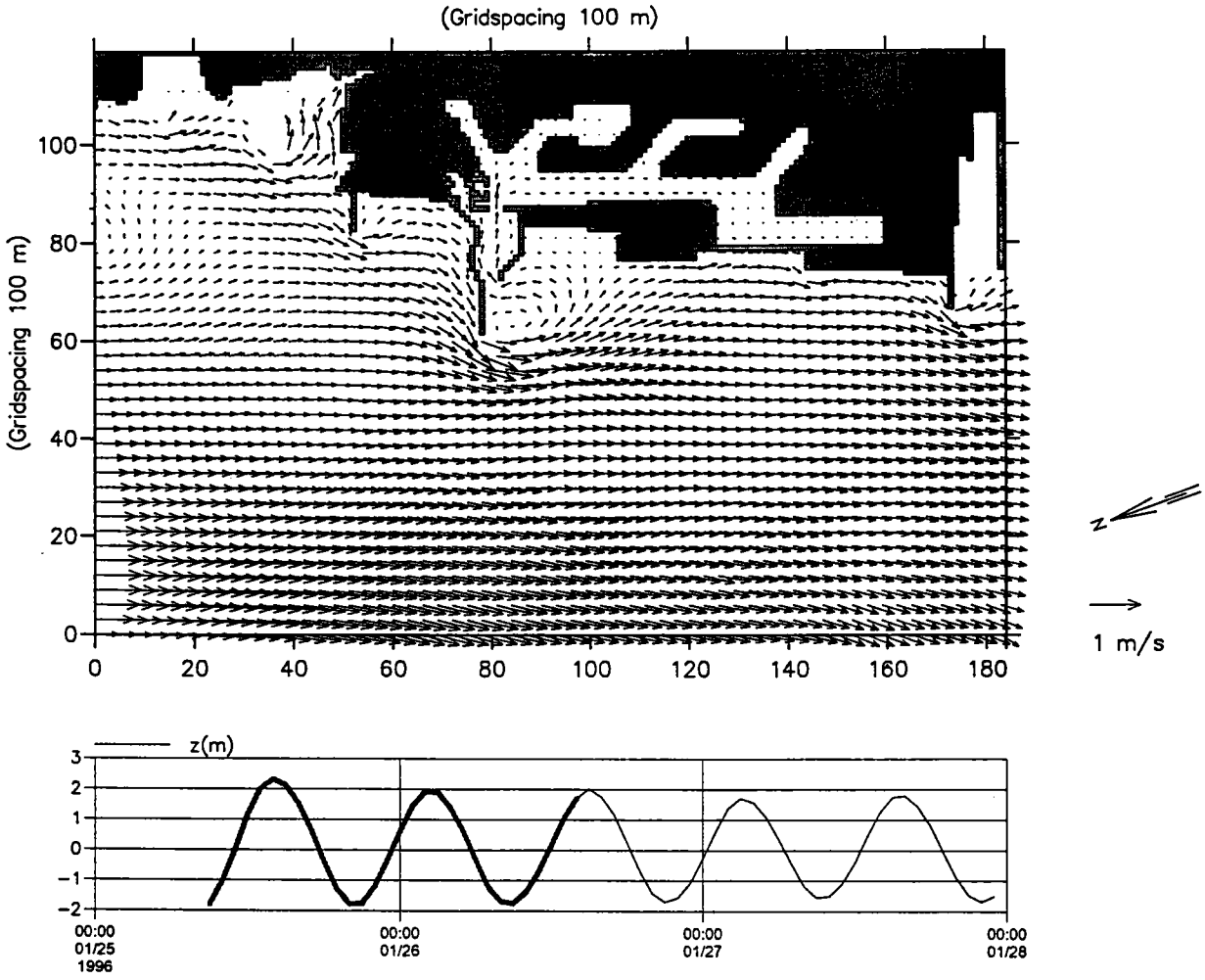


圖 3-31e 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 14:00)

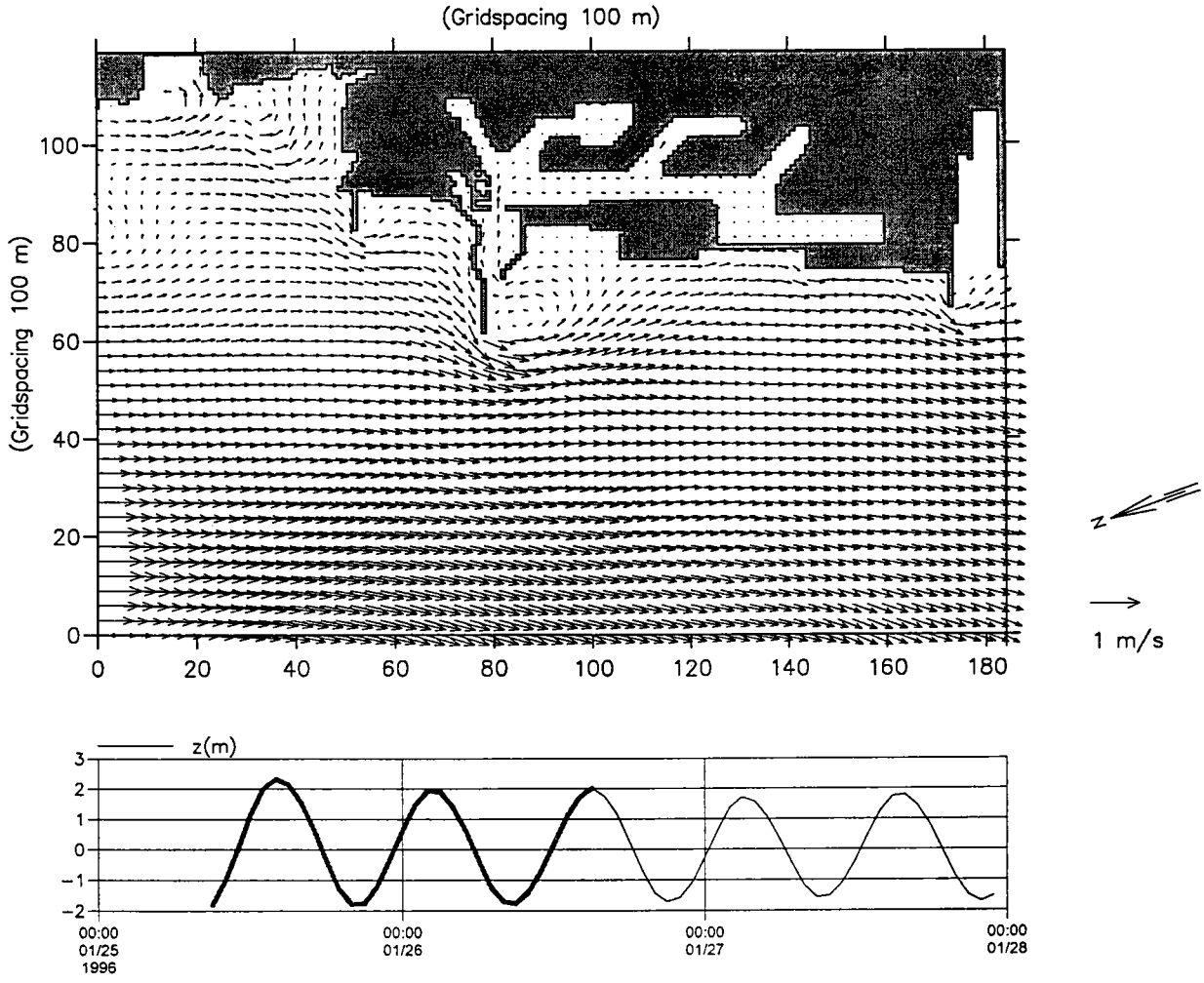


圖 3-31f 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 15:00)

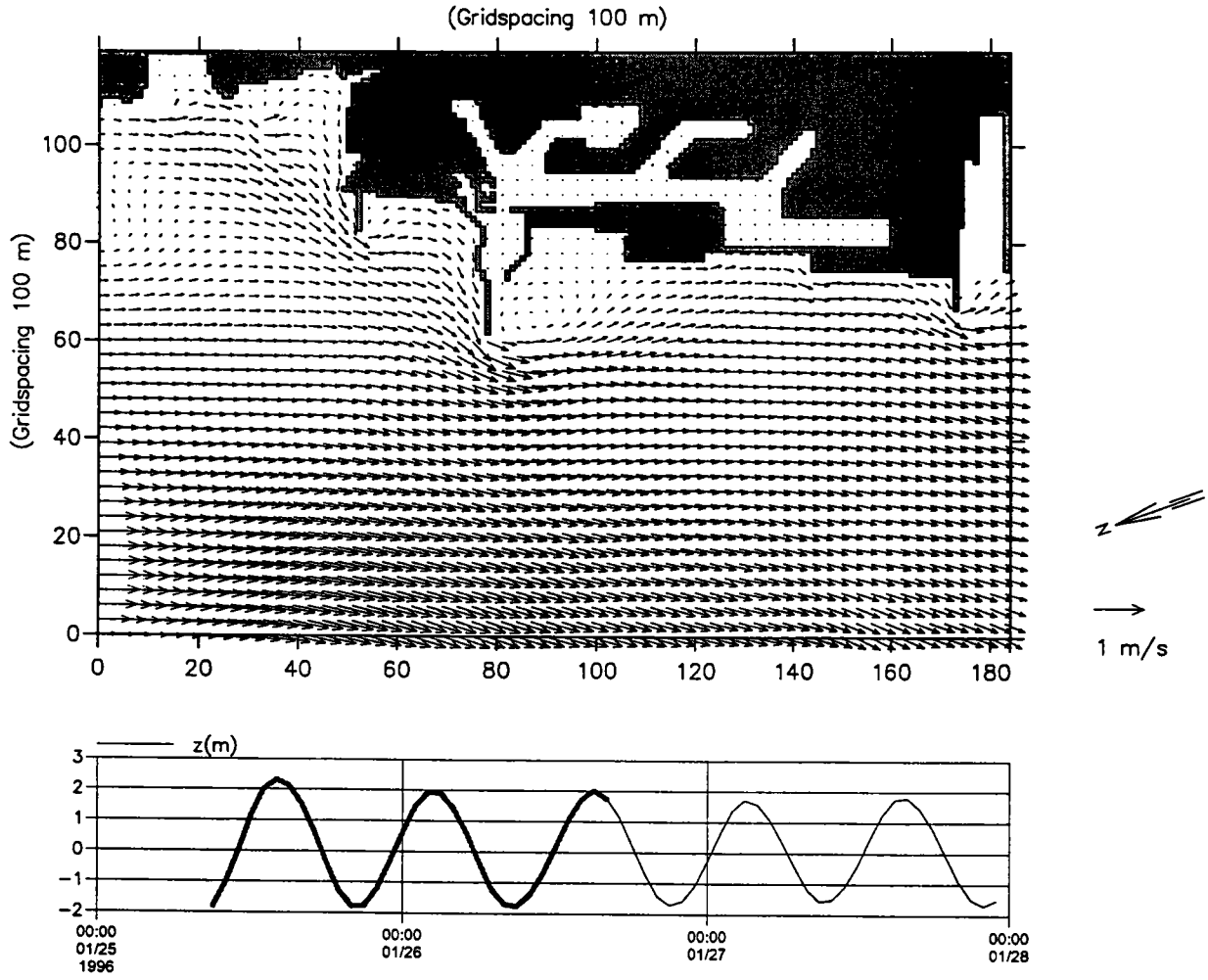


圖 3-31g 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 16:00)

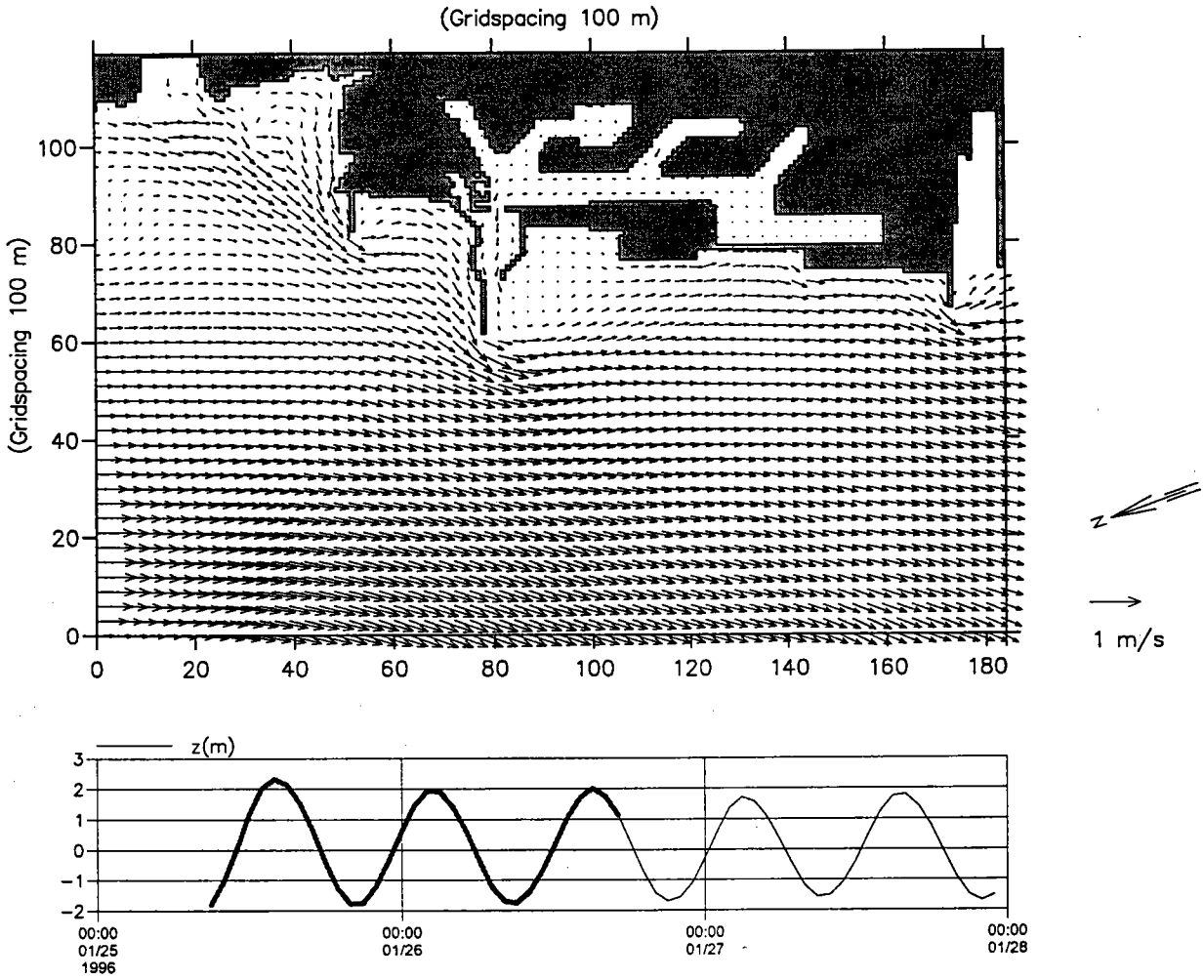


圖 3-31h 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 17:00)

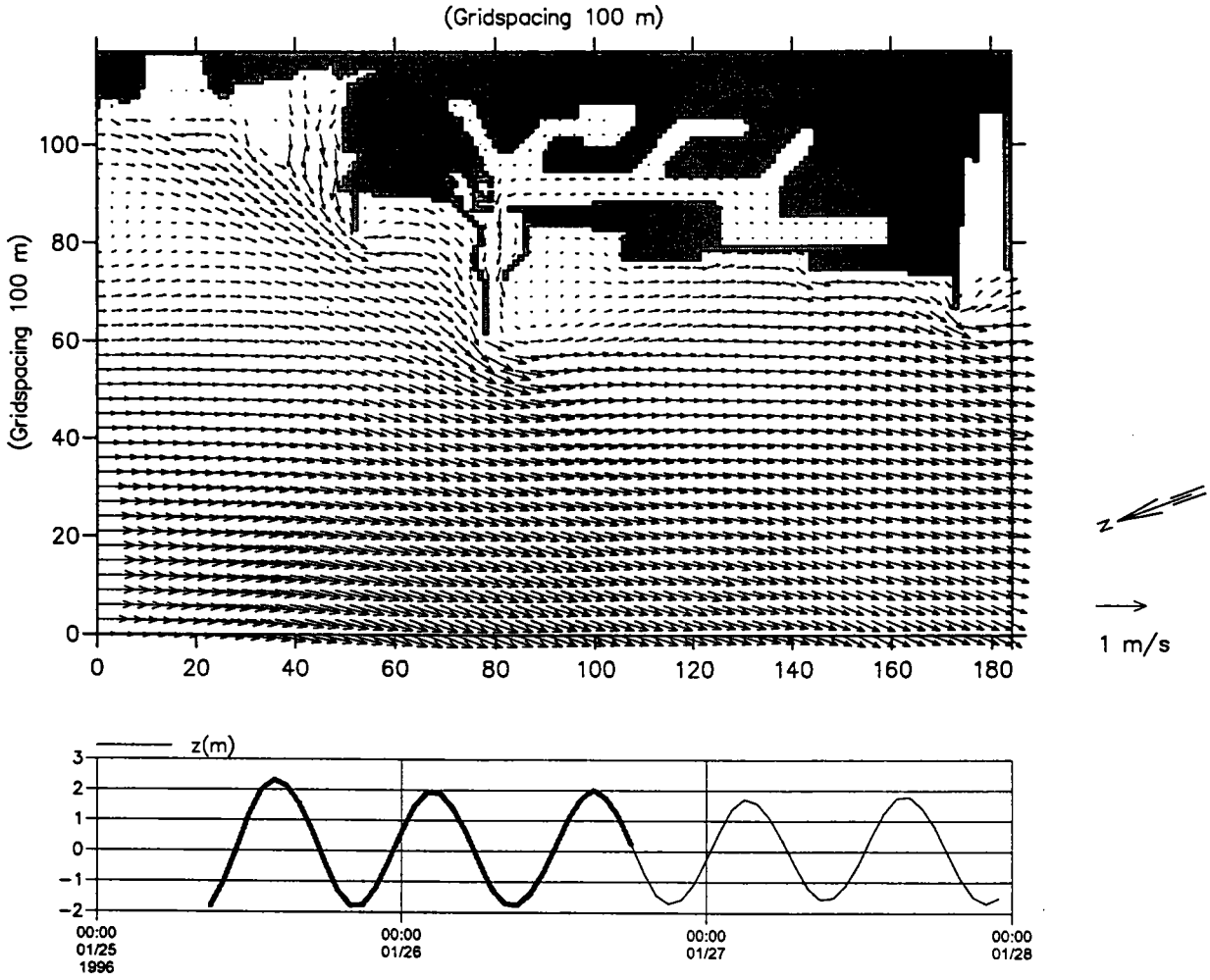


圖 3-31i 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 18:00)

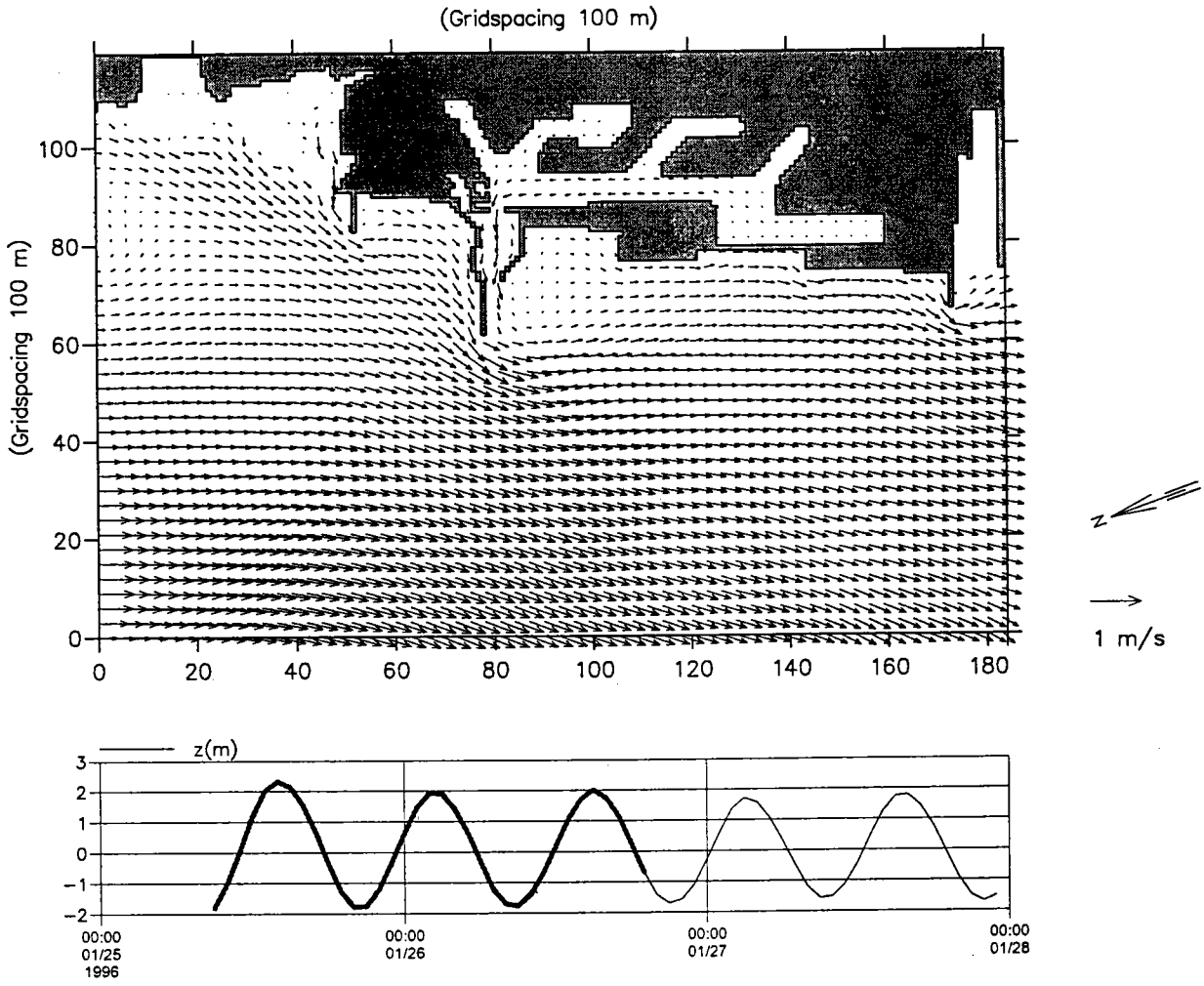


圖 3-31j 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 19:00)

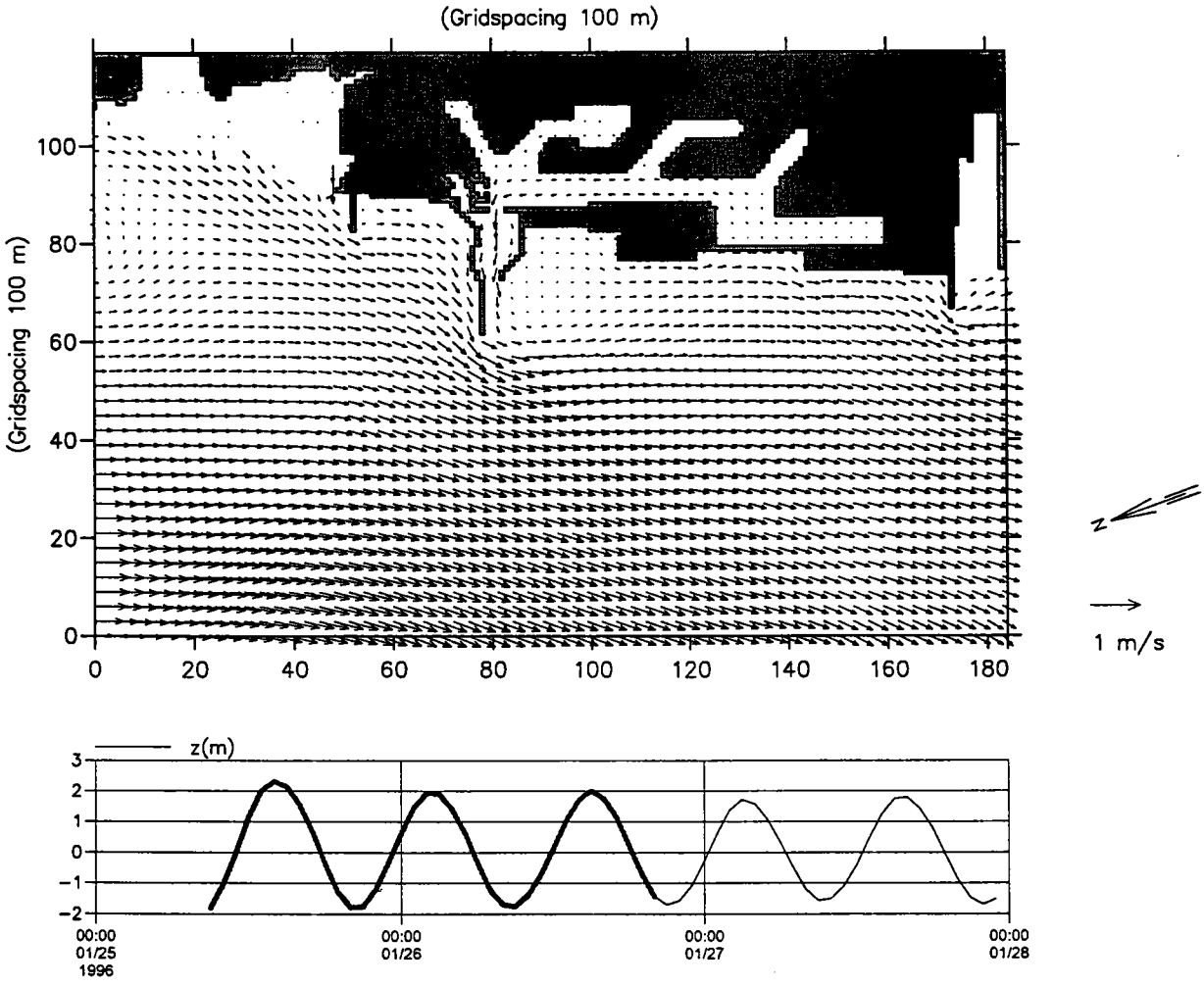


圖 3-31k 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 20:00)

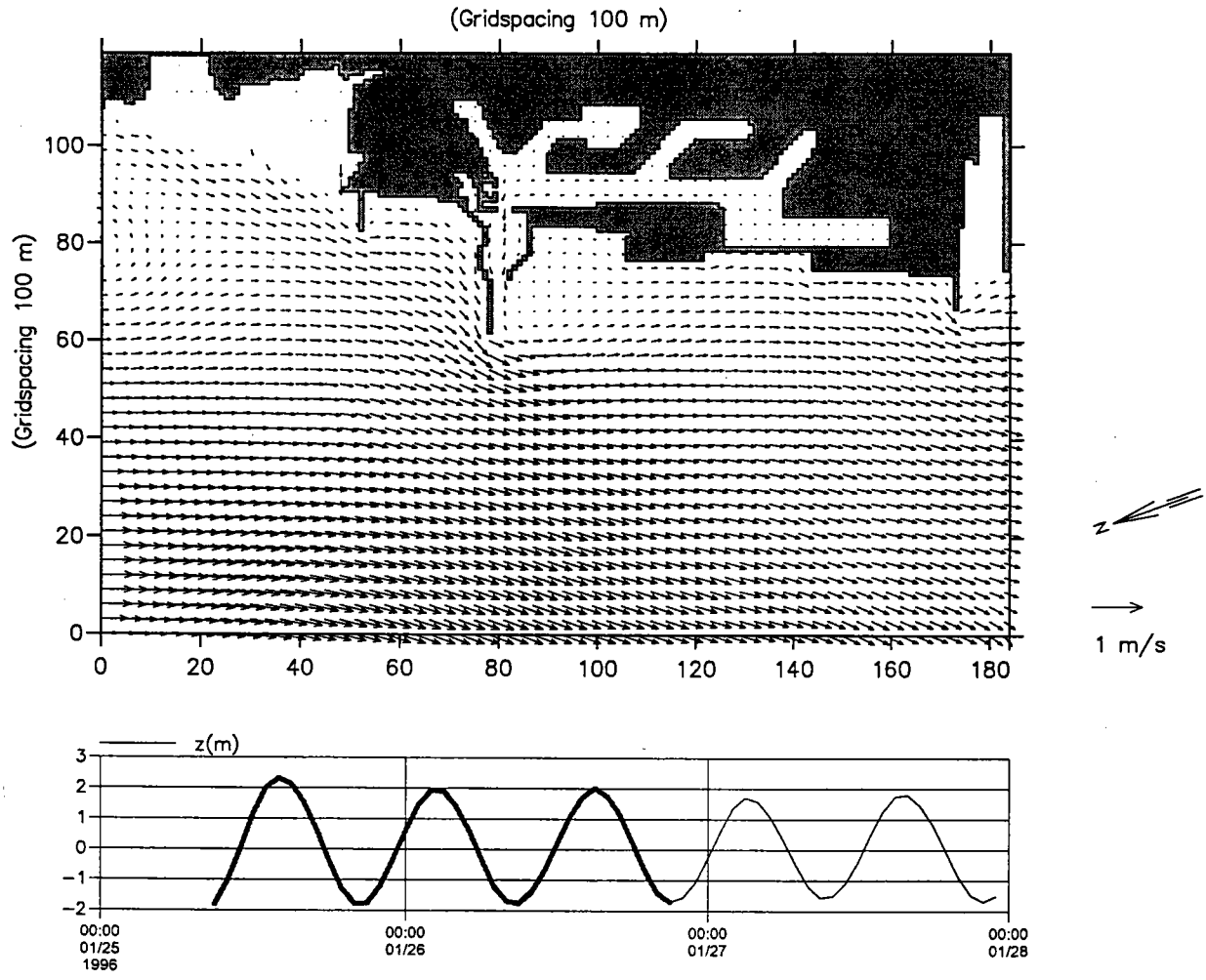


圖 3-31ℓ 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 21:00)

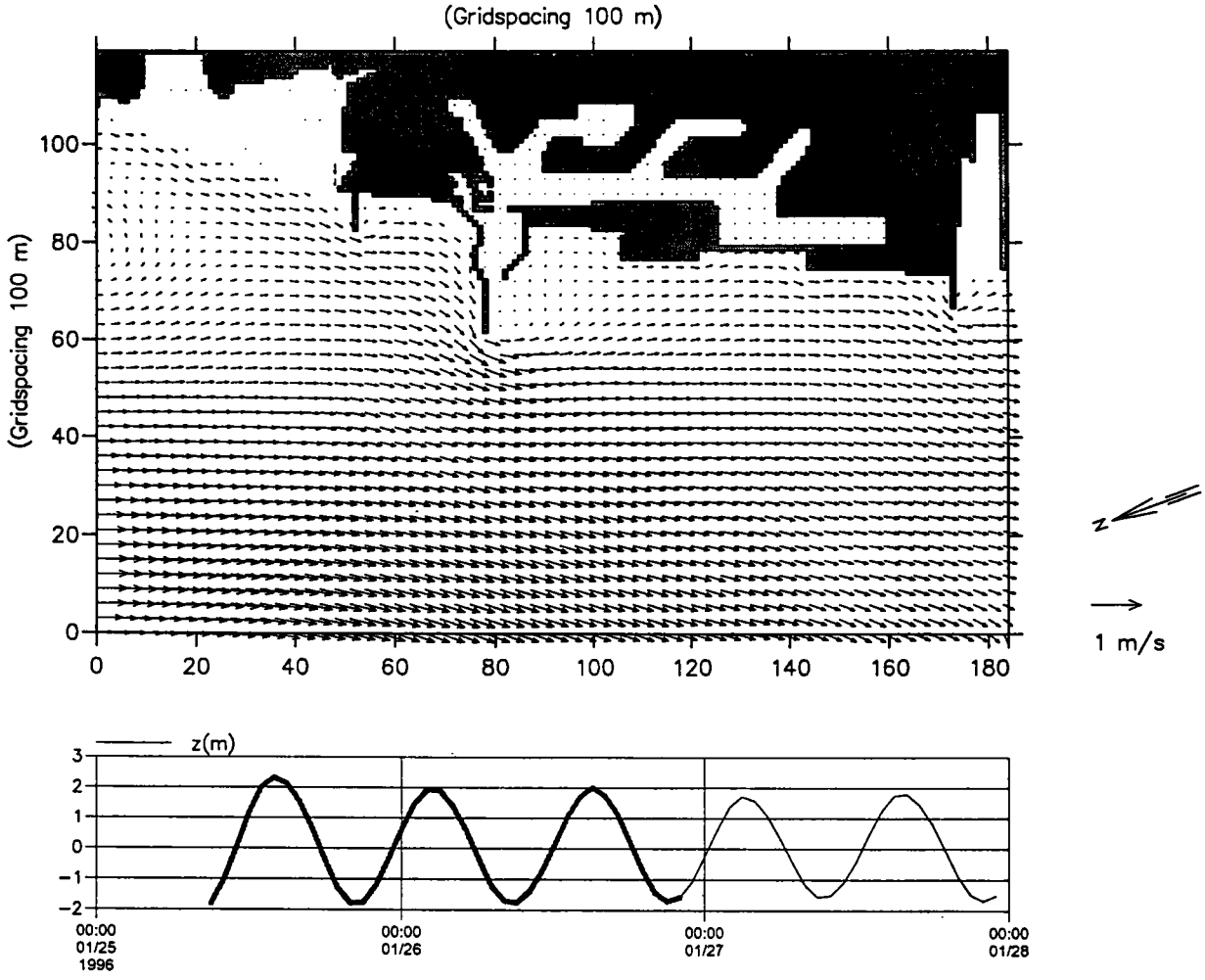


圖 3-31m 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 22:00)

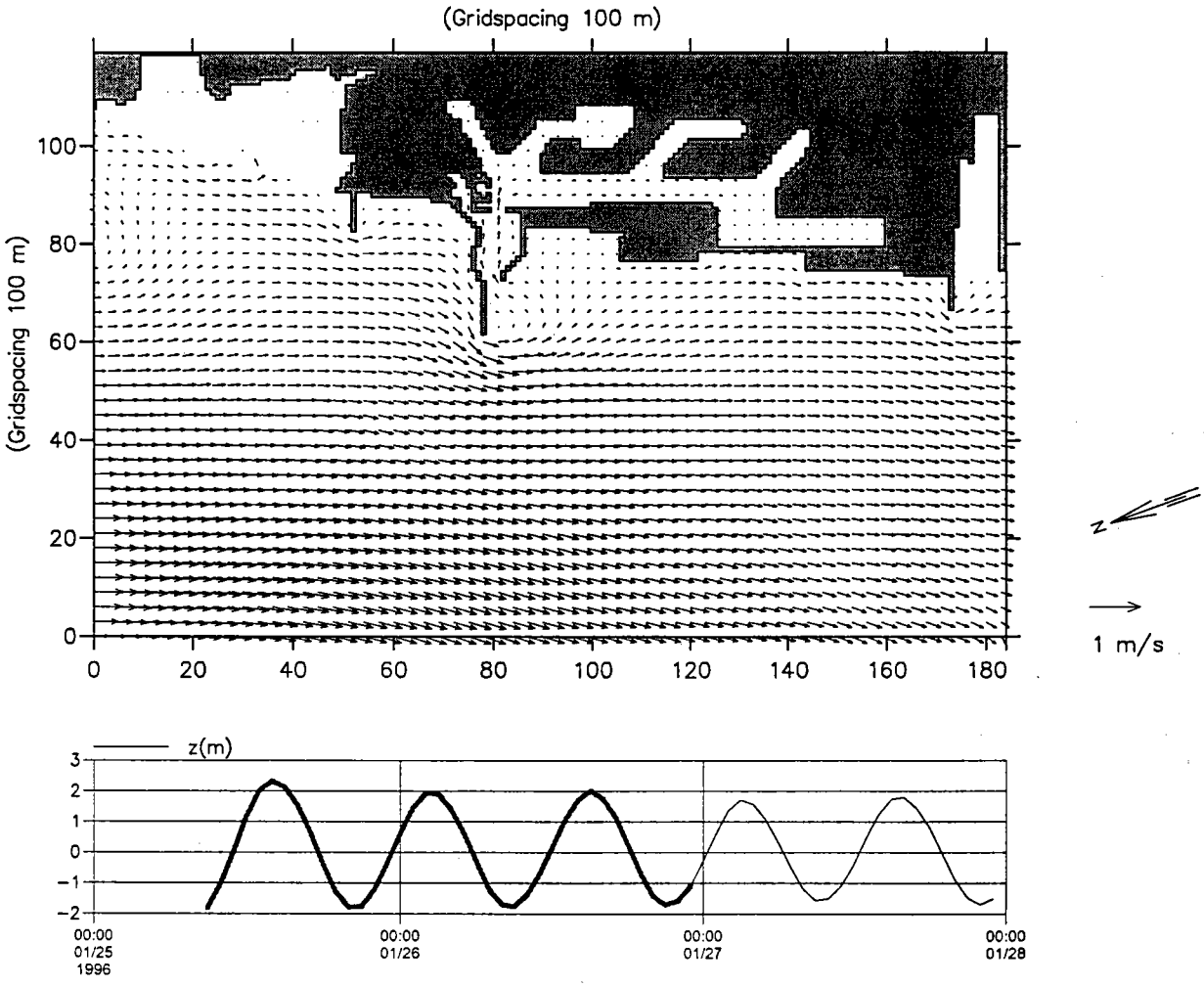
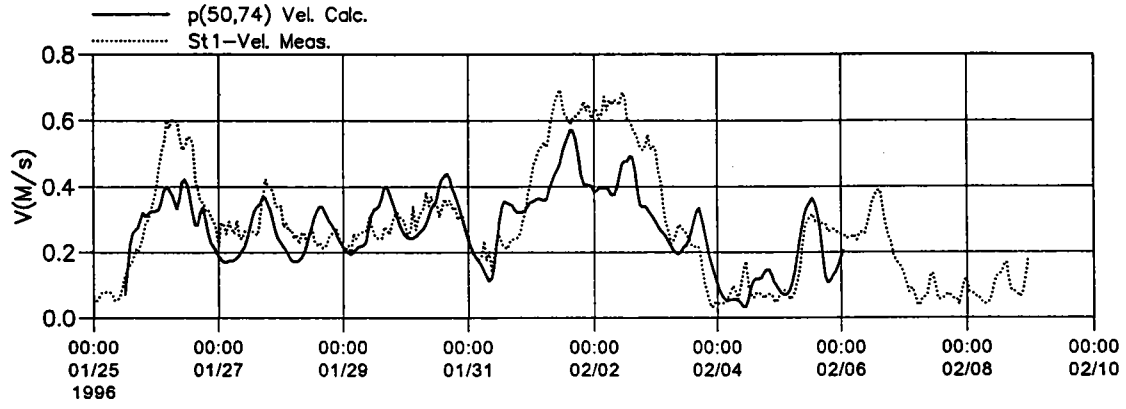
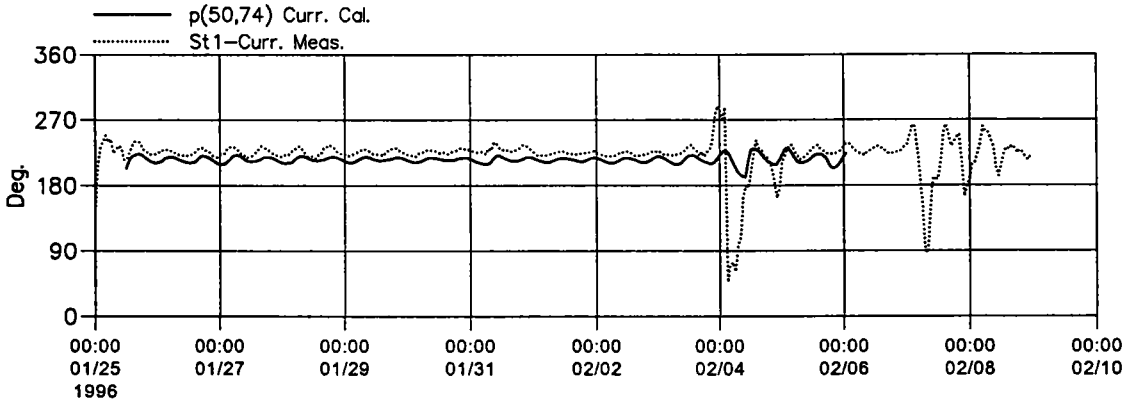


圖 3-31n 無浪且無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 23:00)





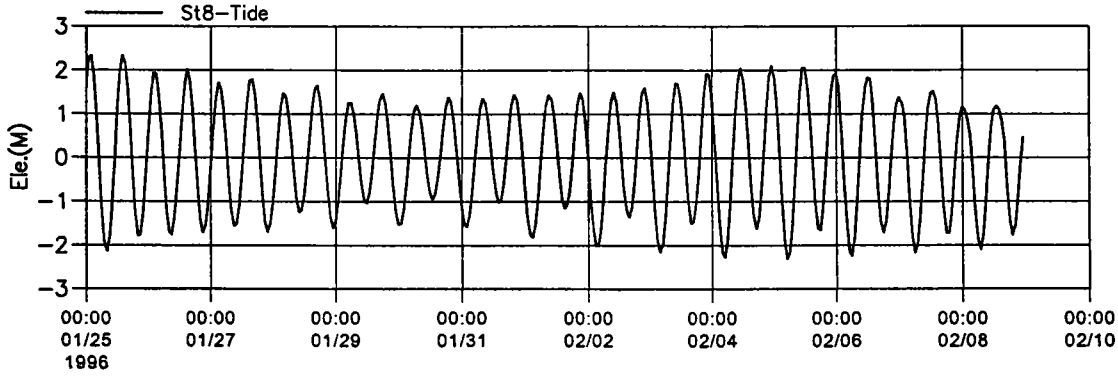


圖 3-32a 無浪且無潮，台中港區 ST-1 測站在不同水位下受勁風影響之實測與計算流速比較

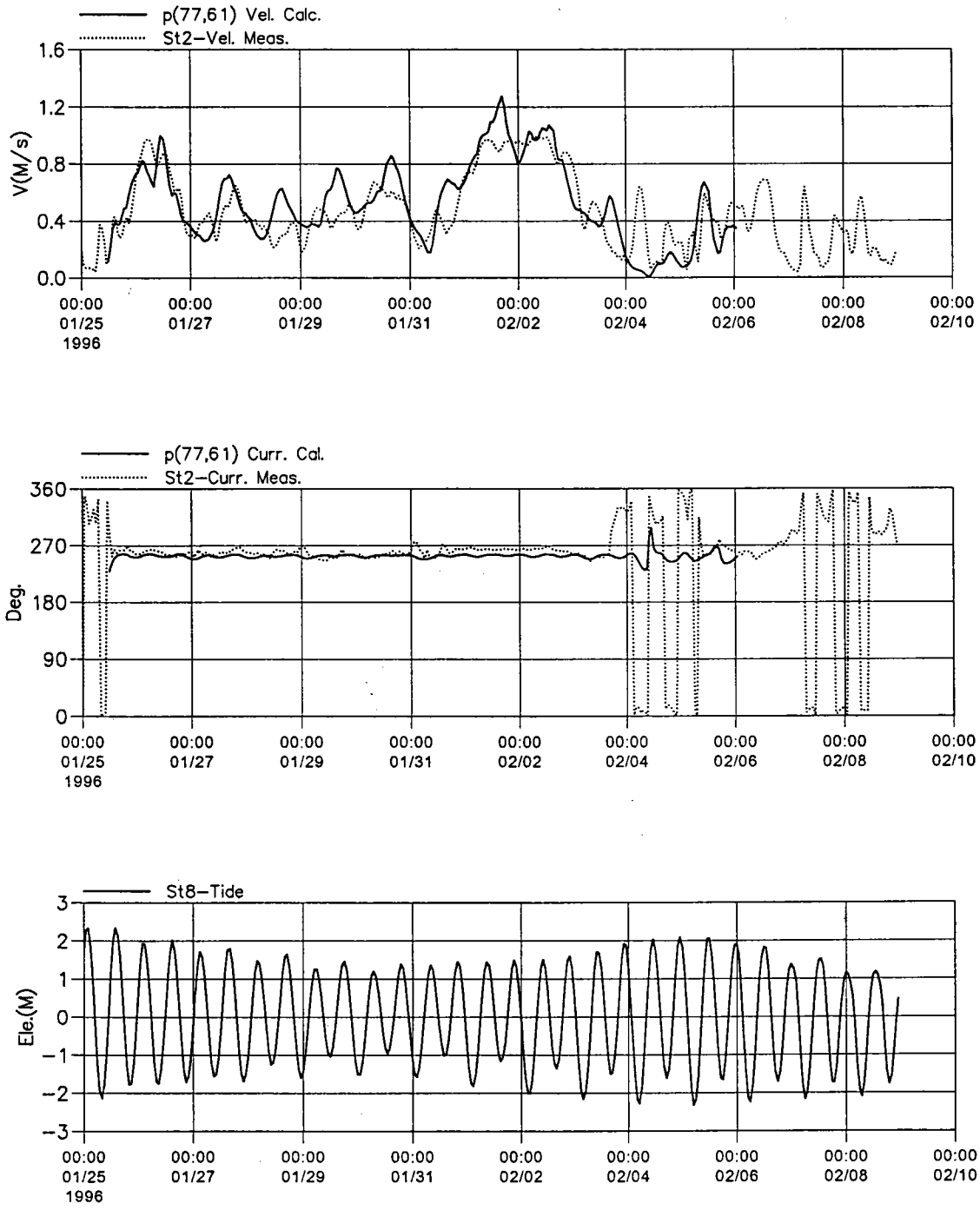
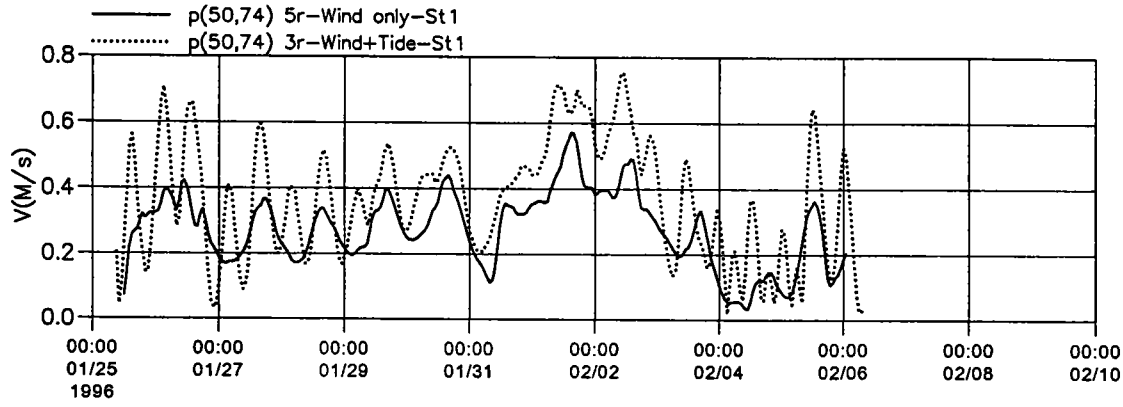
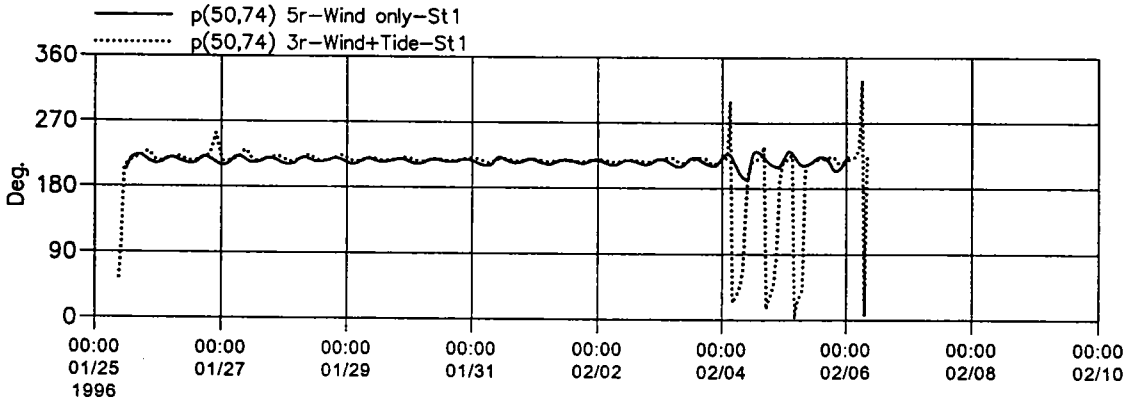


圖 3-32b 無浪且無潮，台中港區 ST-2 測站在不同水位下受勁風影響之實測與計算流速比較





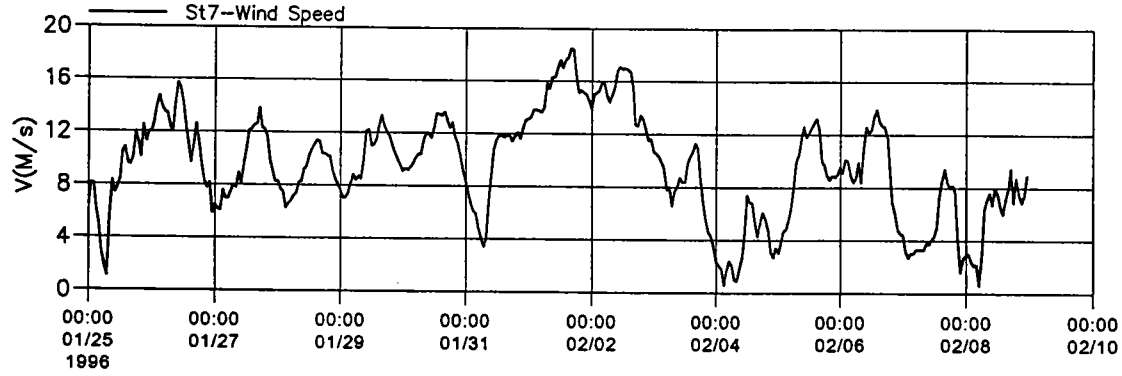


圖 3-33a 台中港區 ST-1 測站在勁風而無浪情形下，潮汐影響有無之計算流速比較

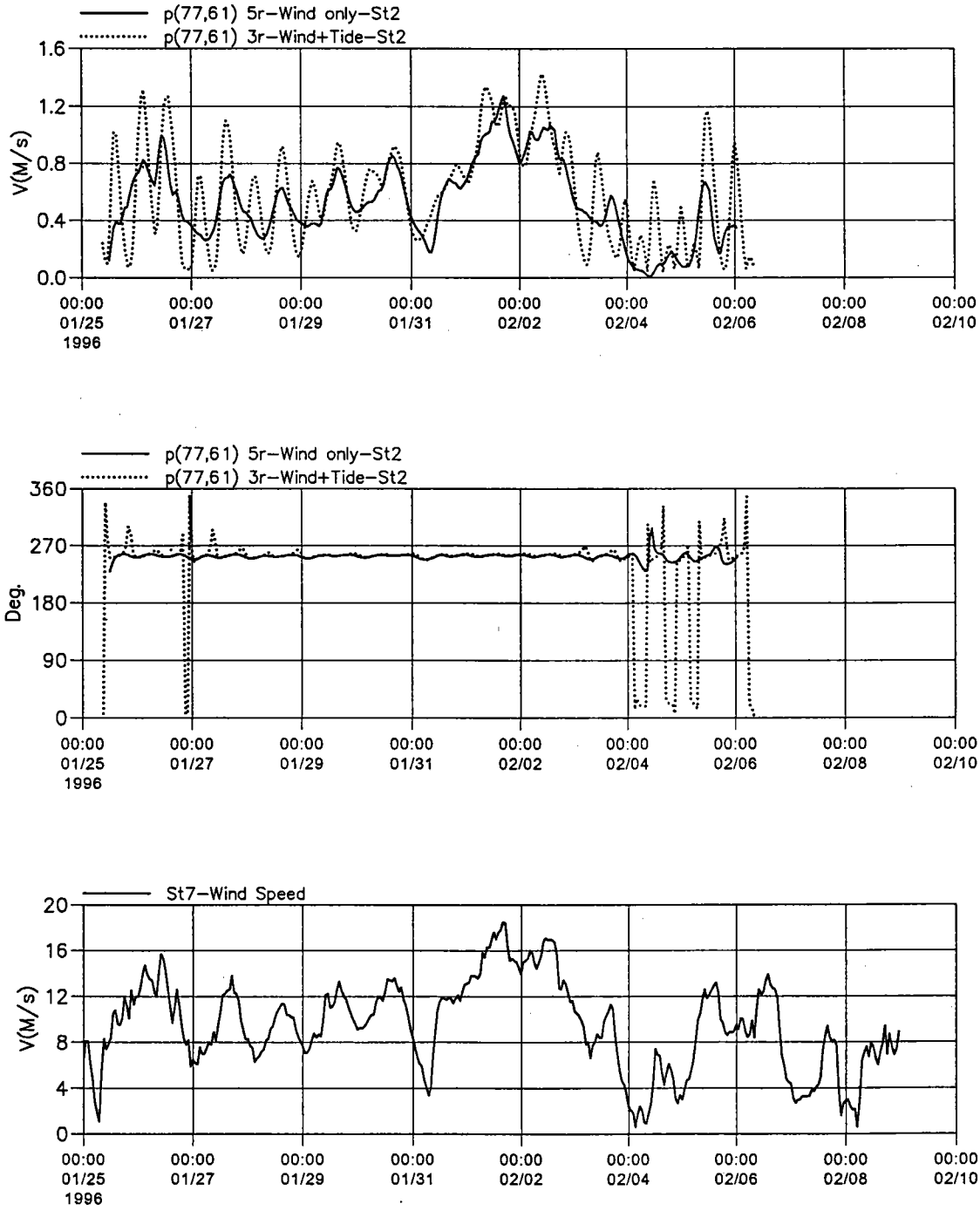


圖 3-33b 台中港區 ST-2 測站在勁風而無浪情形下，潮汐影響有無之計算流速比較

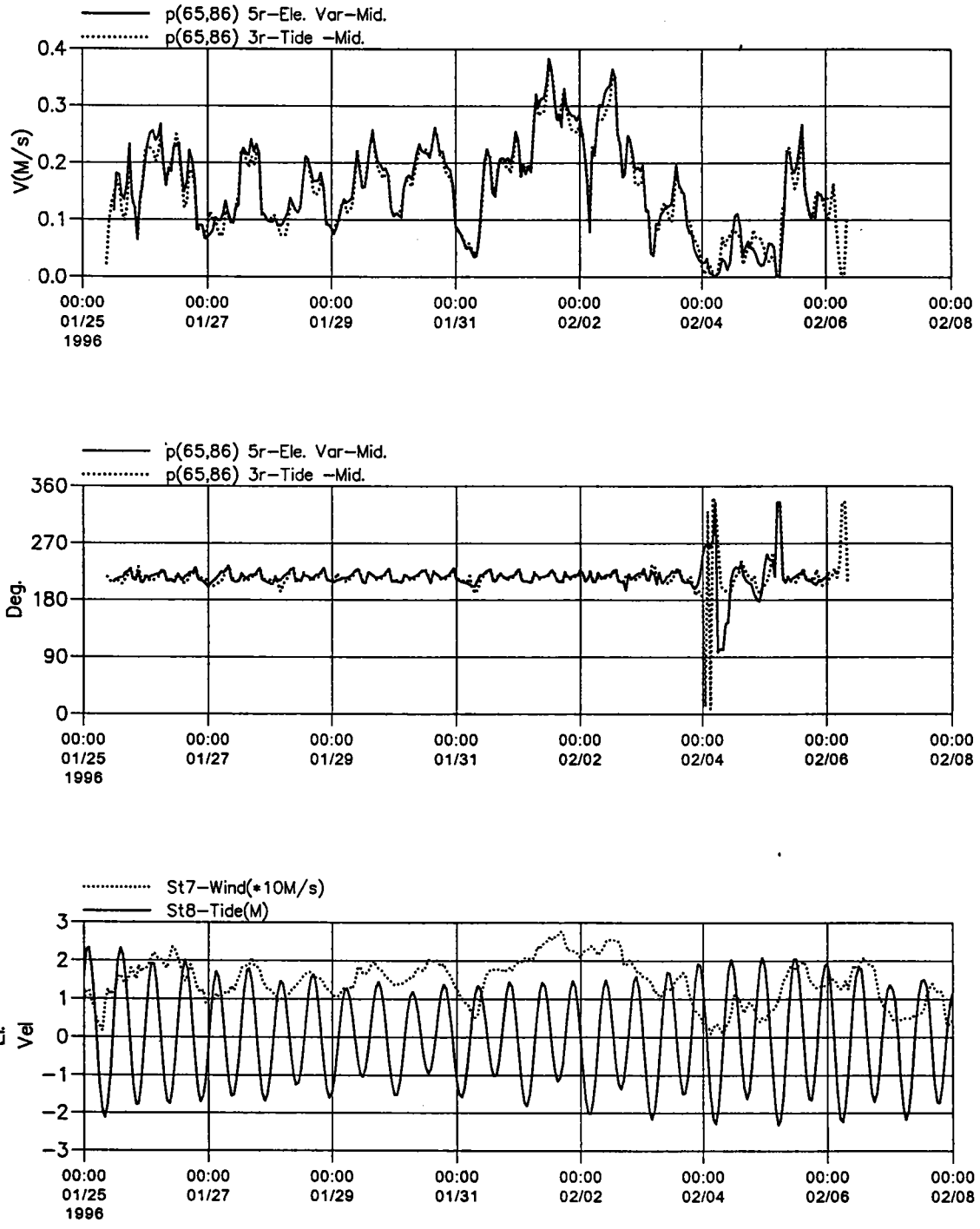
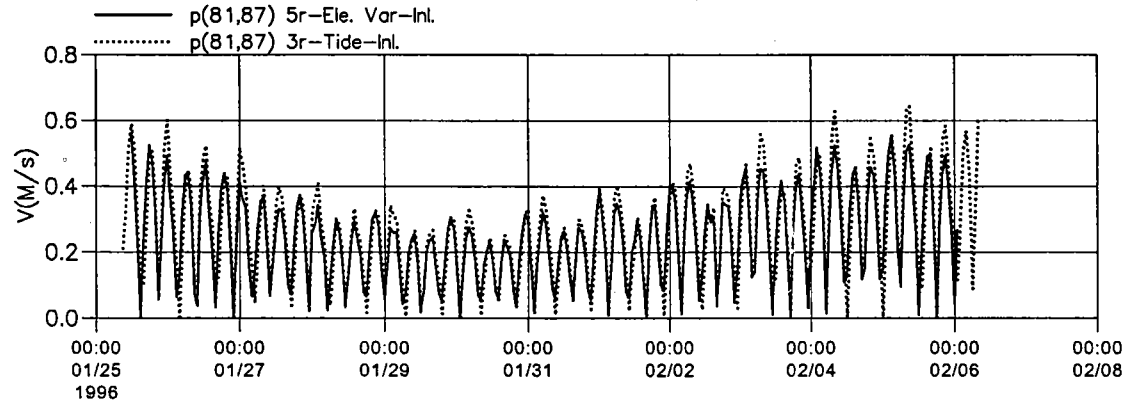
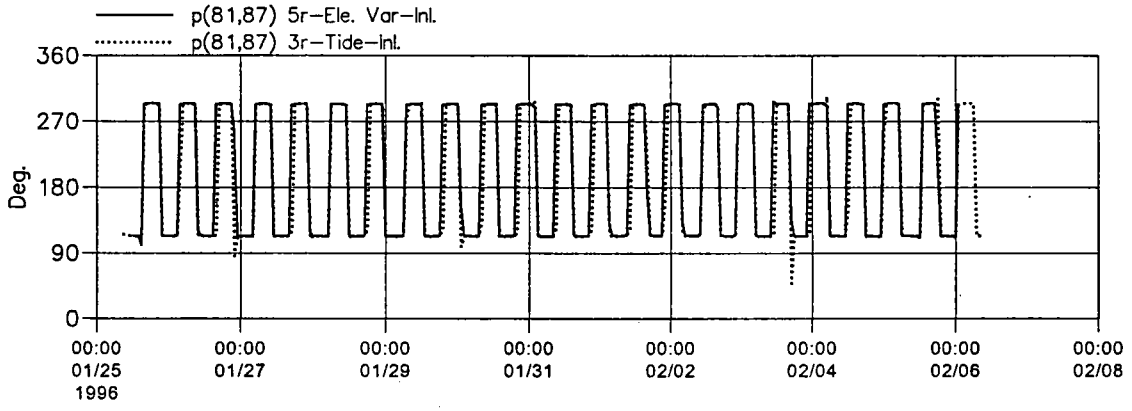


圖 3-33c 台中港北淤沙區中點於勁風及無浪情形下，考慮潮汐有無之計算流速比較





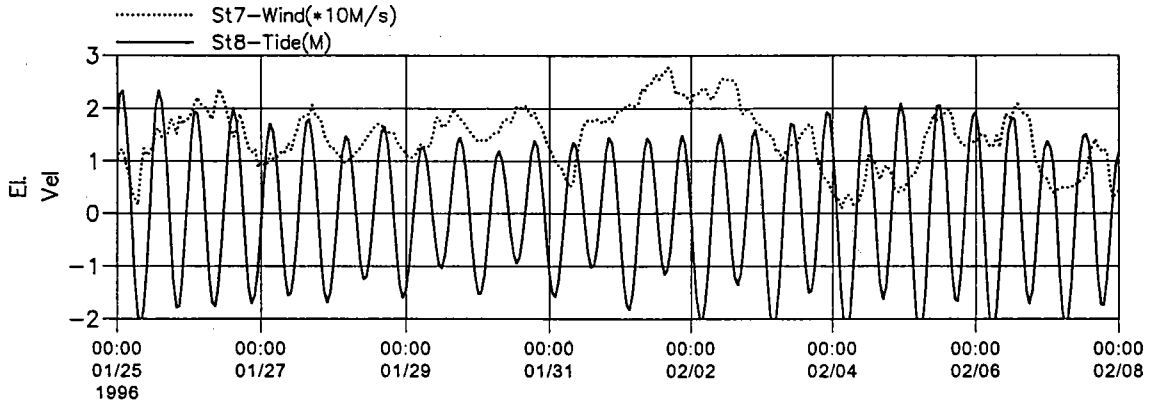


圖 3-33d 台中港內防波堤口中央於勁風及無浪情形下，考慮潮汐有無之計算流速比較

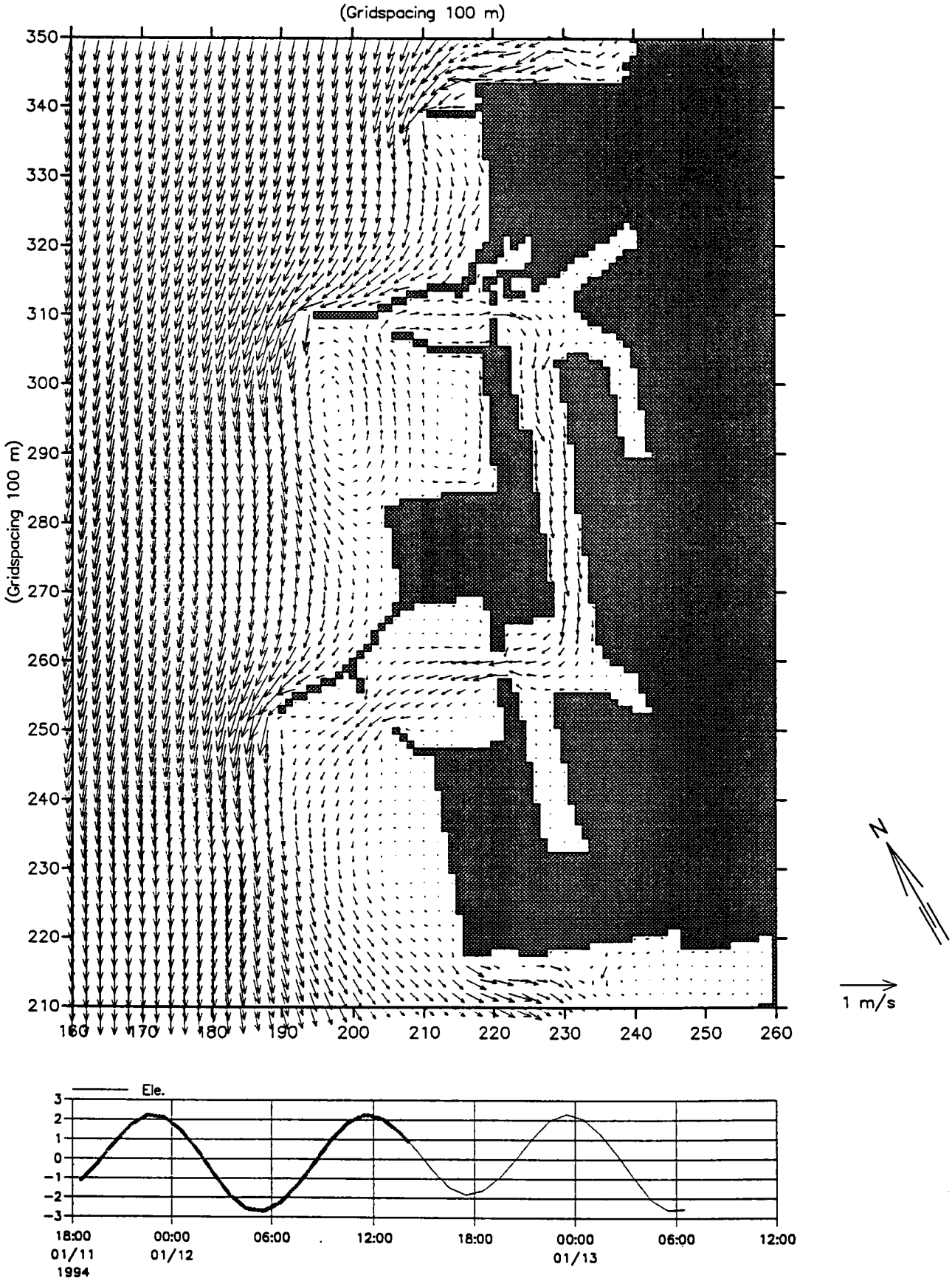


圖 3-50i 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 13:00)

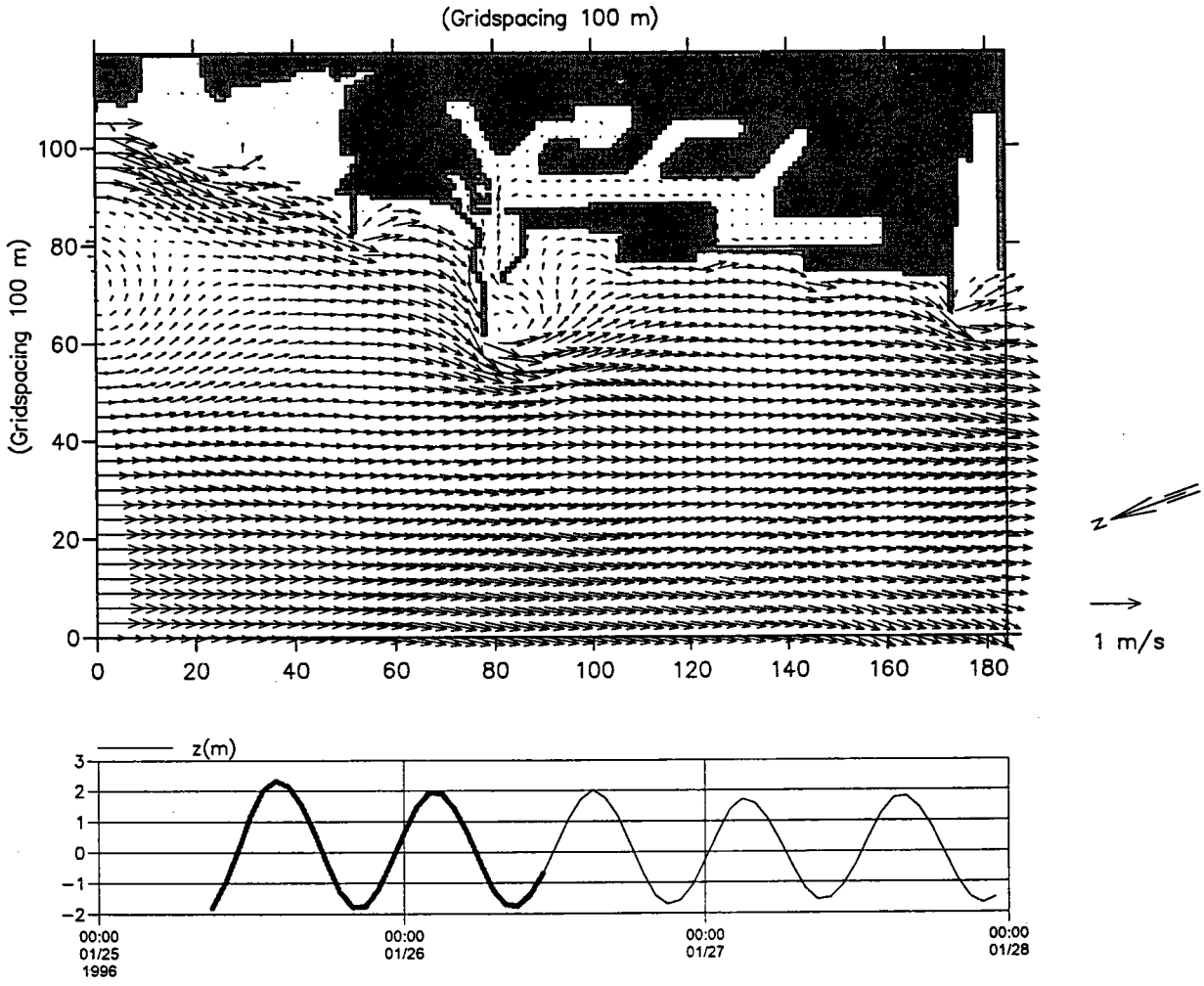


圖 3-34b 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 11:00)

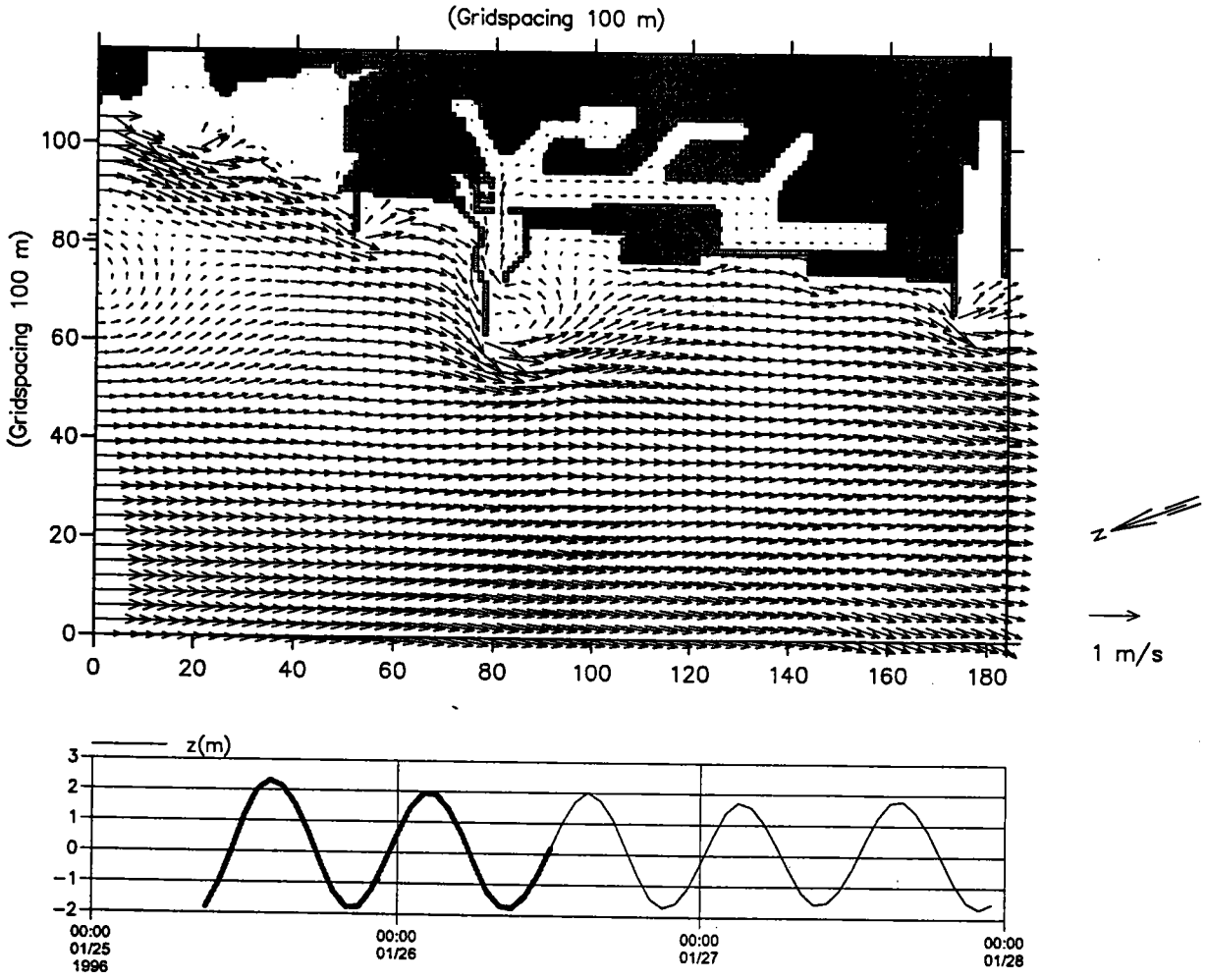


圖 3-34c 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 12:00)

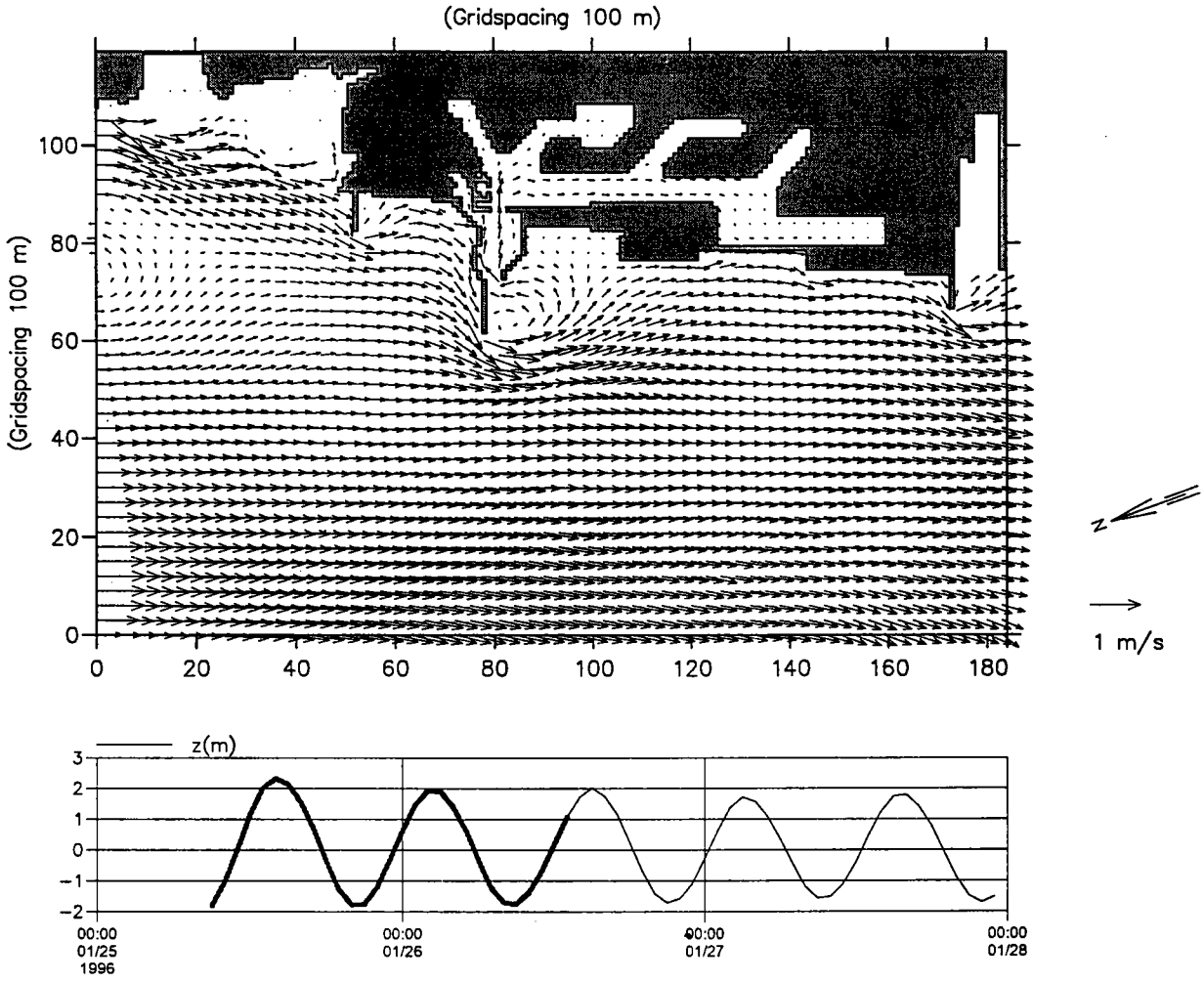


圖 3-34d 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 13:00)

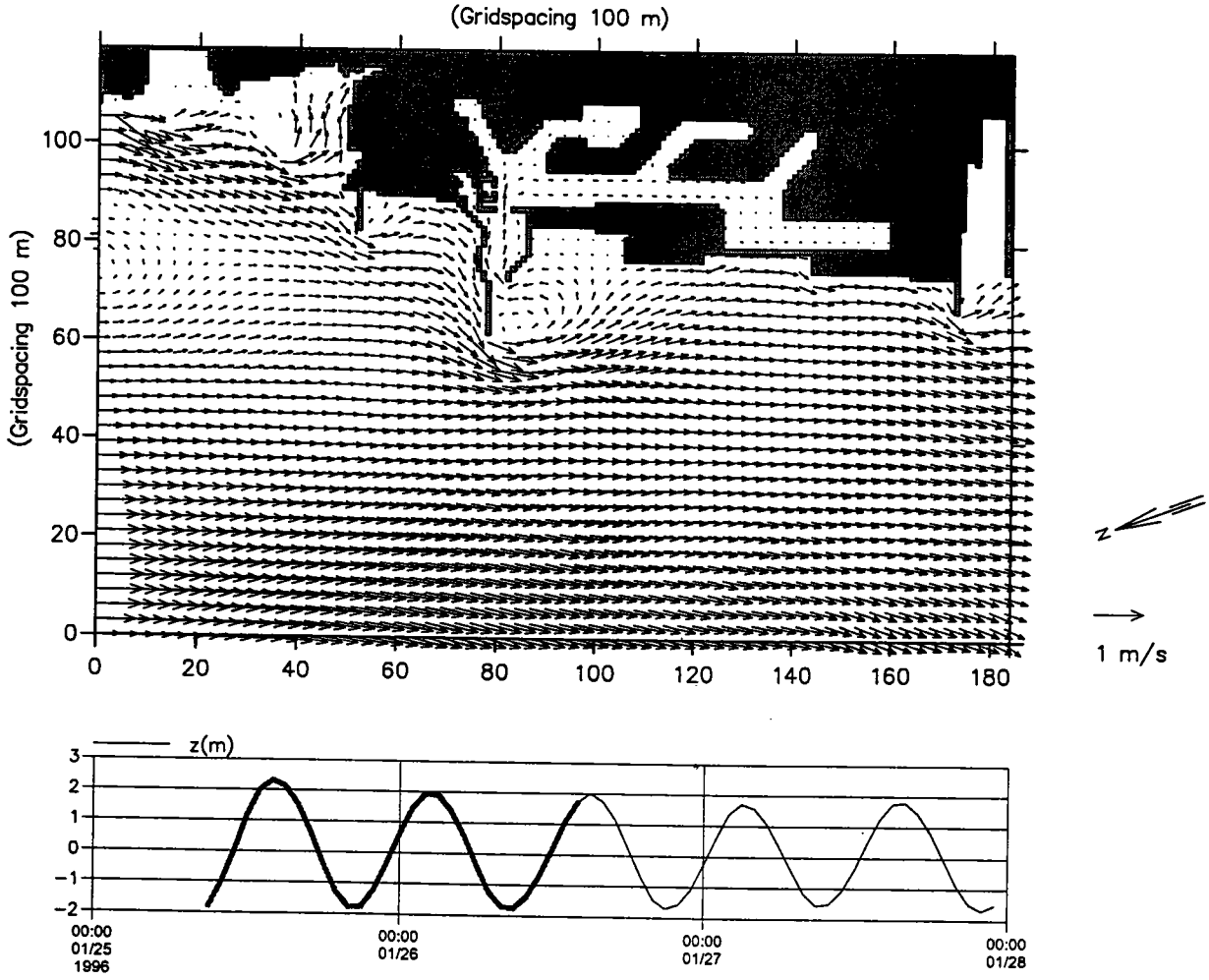


圖 3-34e 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 14:00)

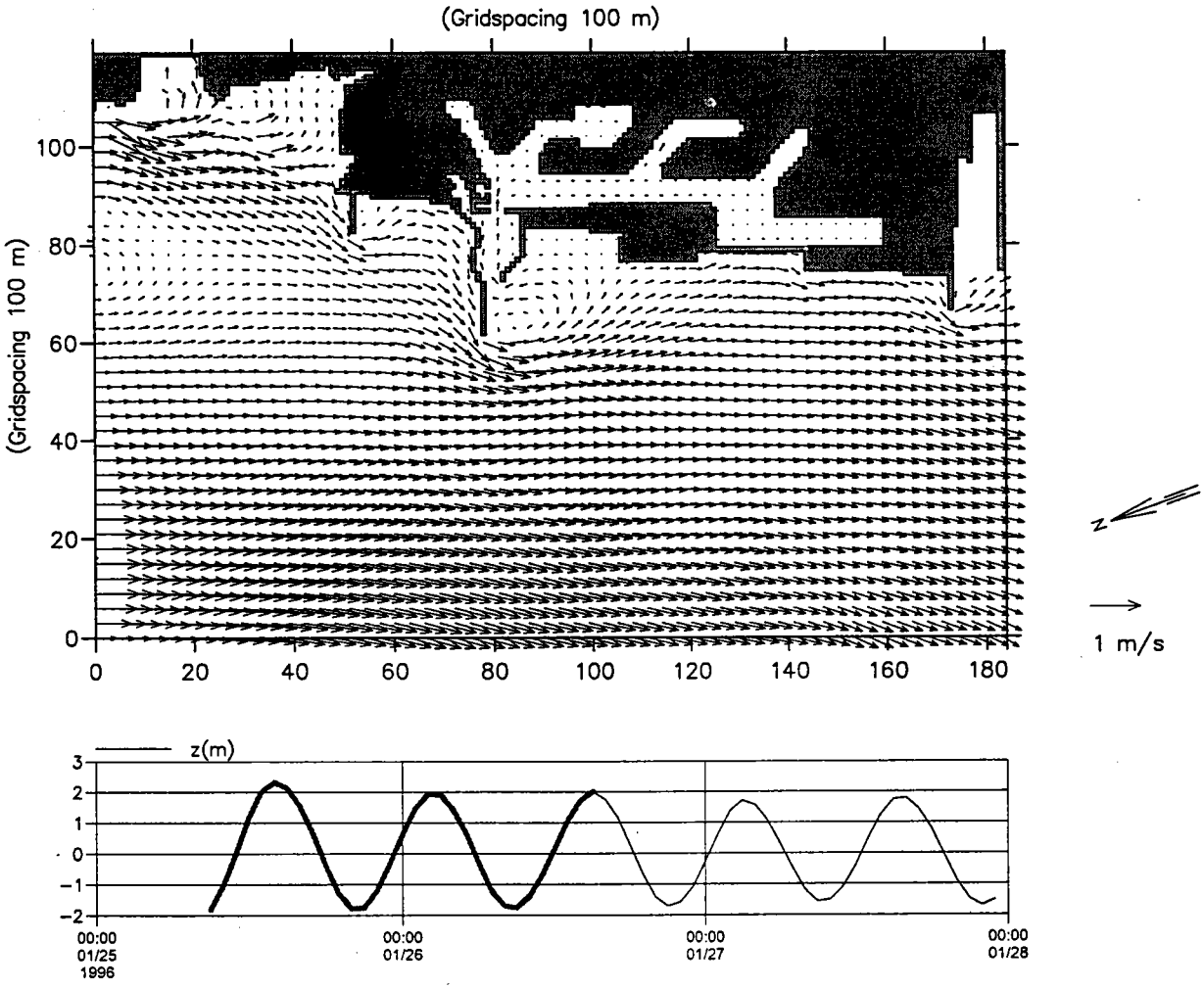


圖 3-34f 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 15:00)

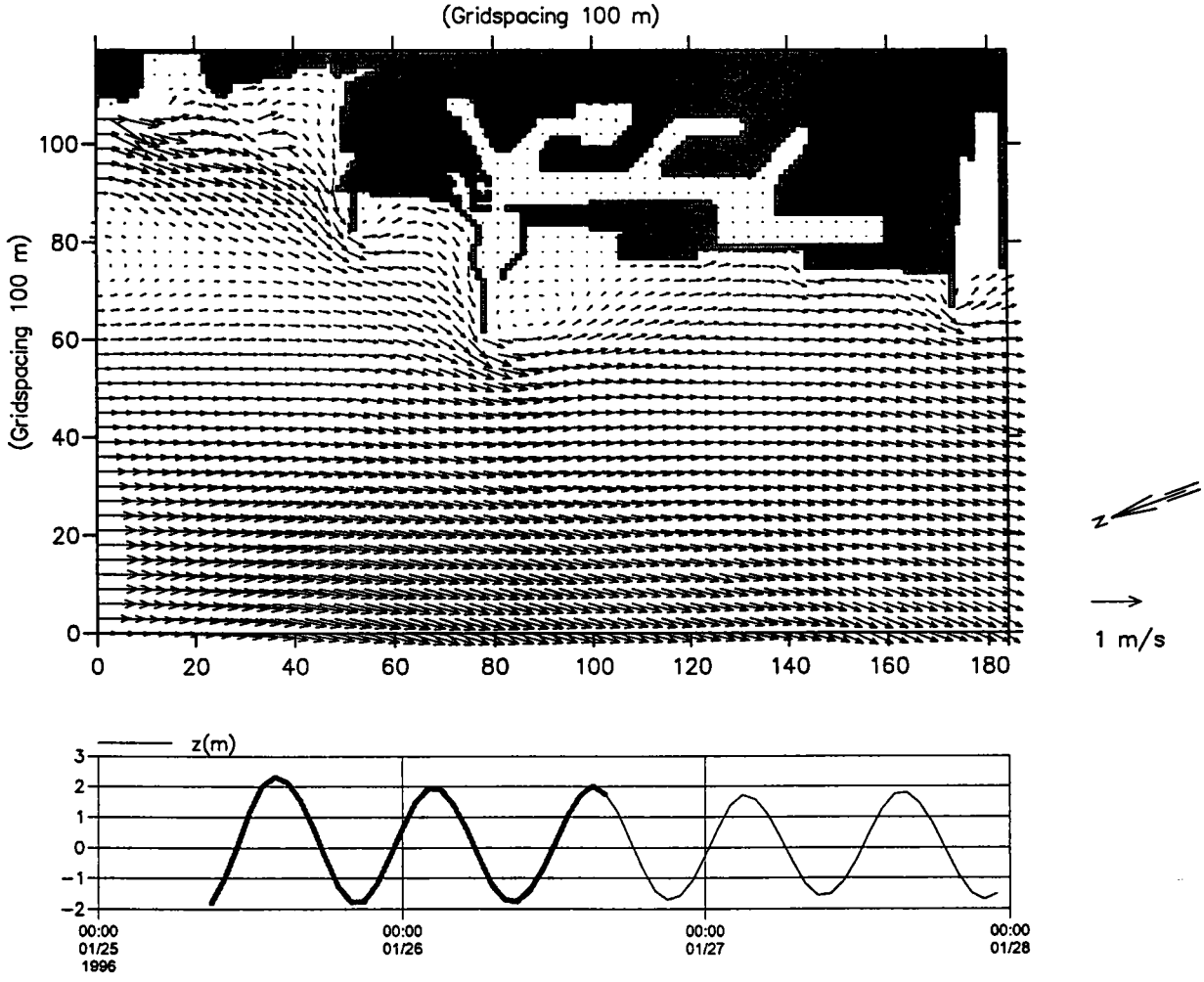


圖 3-34g 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 16:00)

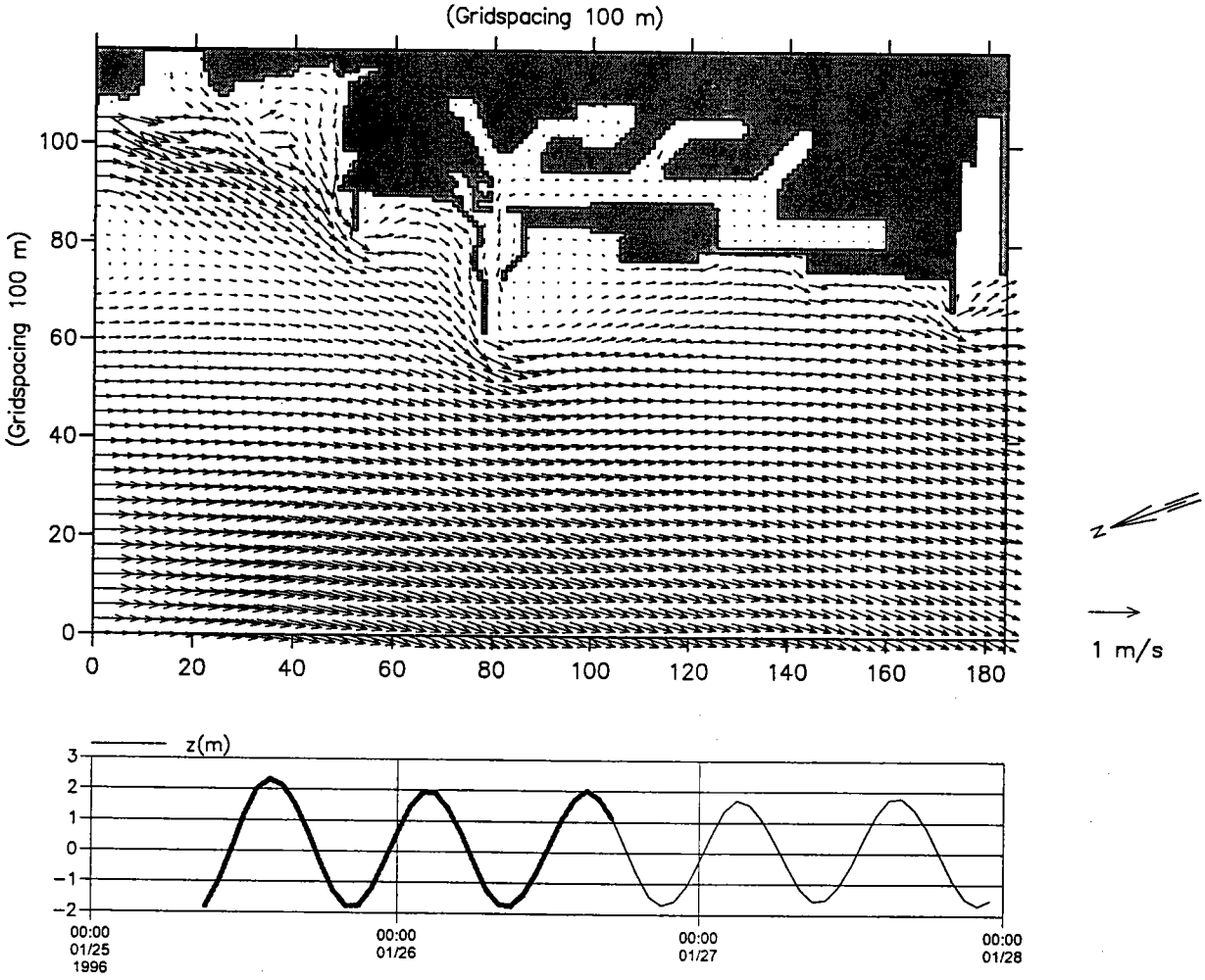


圖 3-34h 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 17:00)

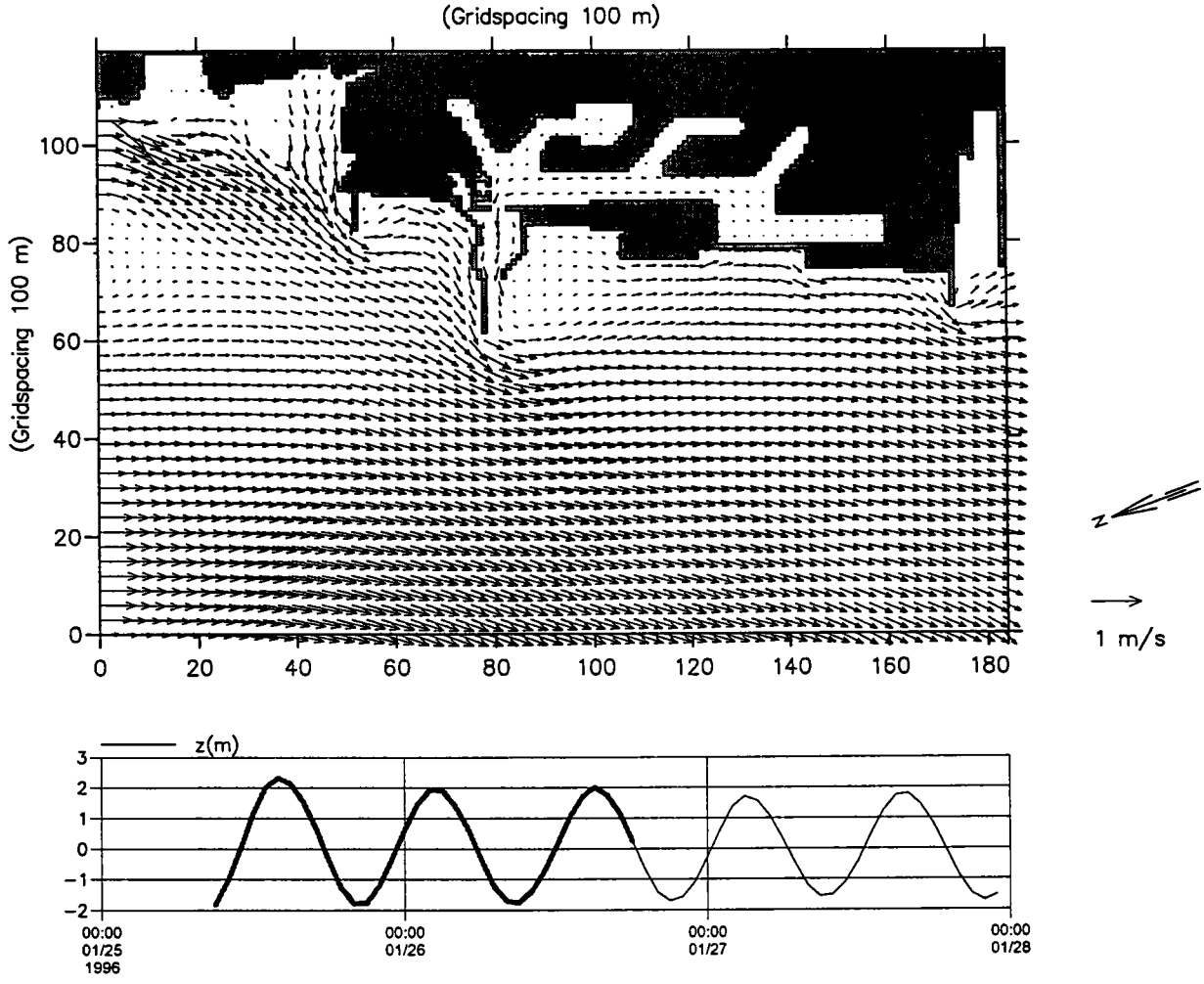


圖 3-34i 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場
(1996/01/26 18:00)

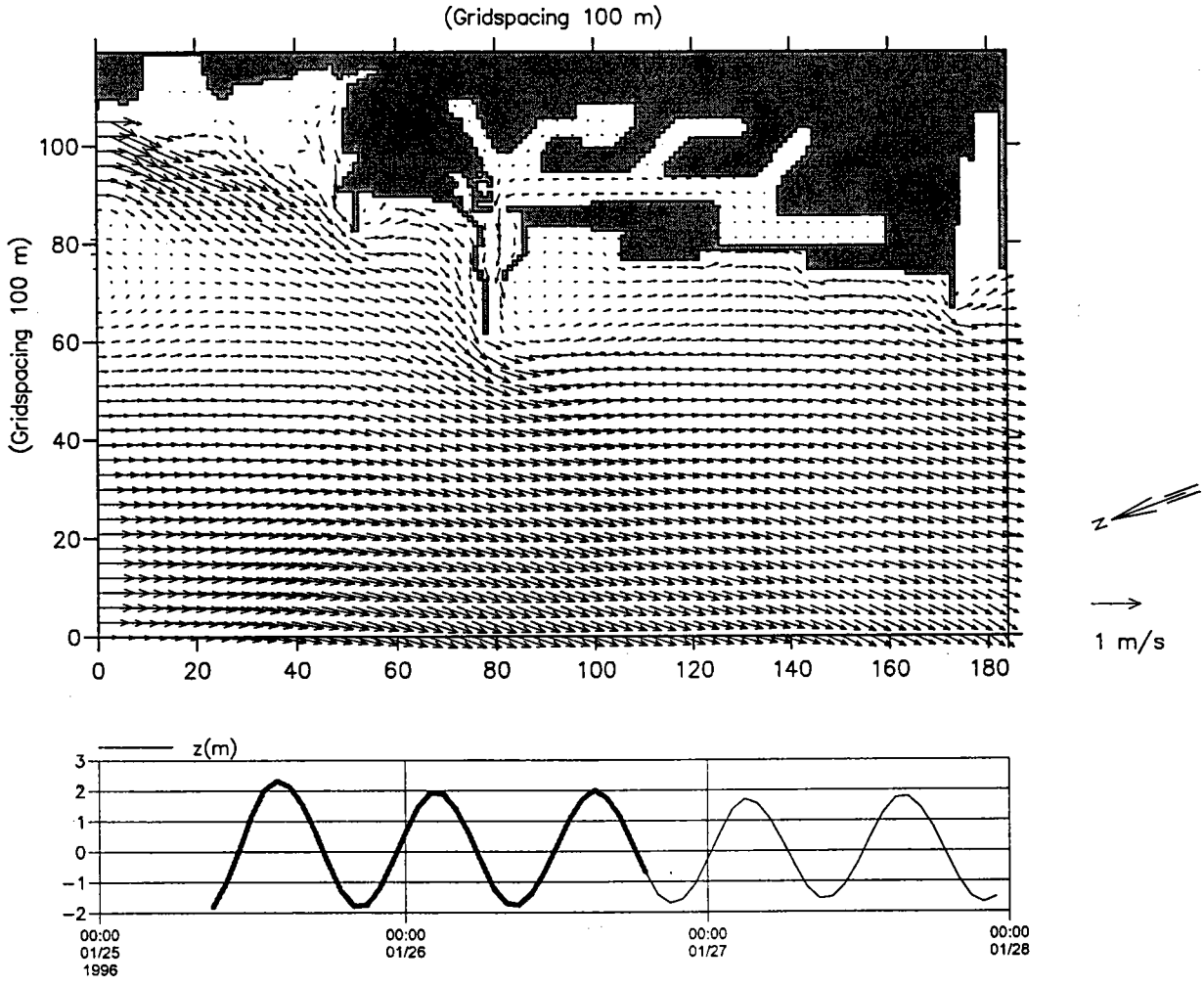


圖 3-34j 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 19:00)

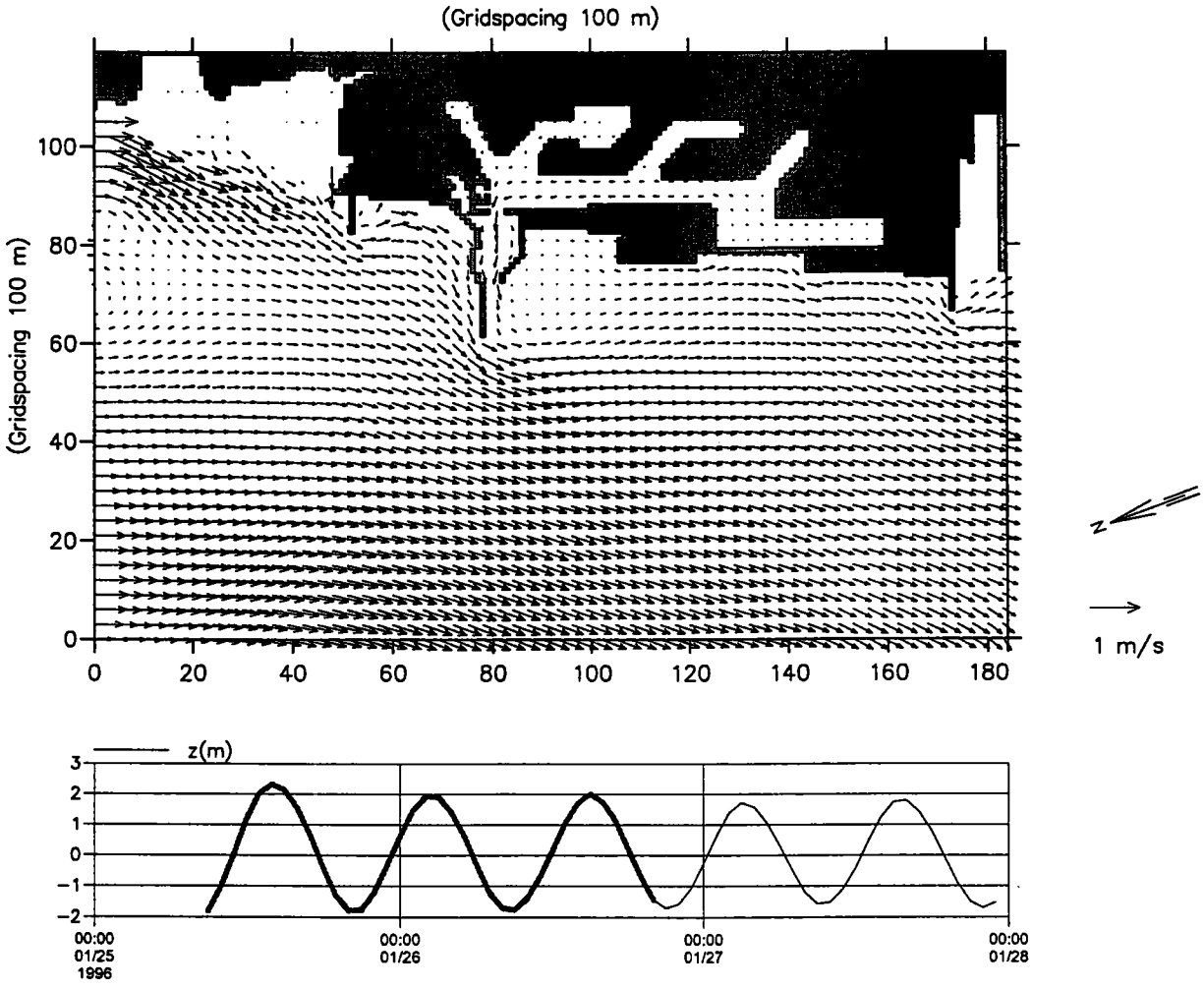


圖 3-34k 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 20:00)

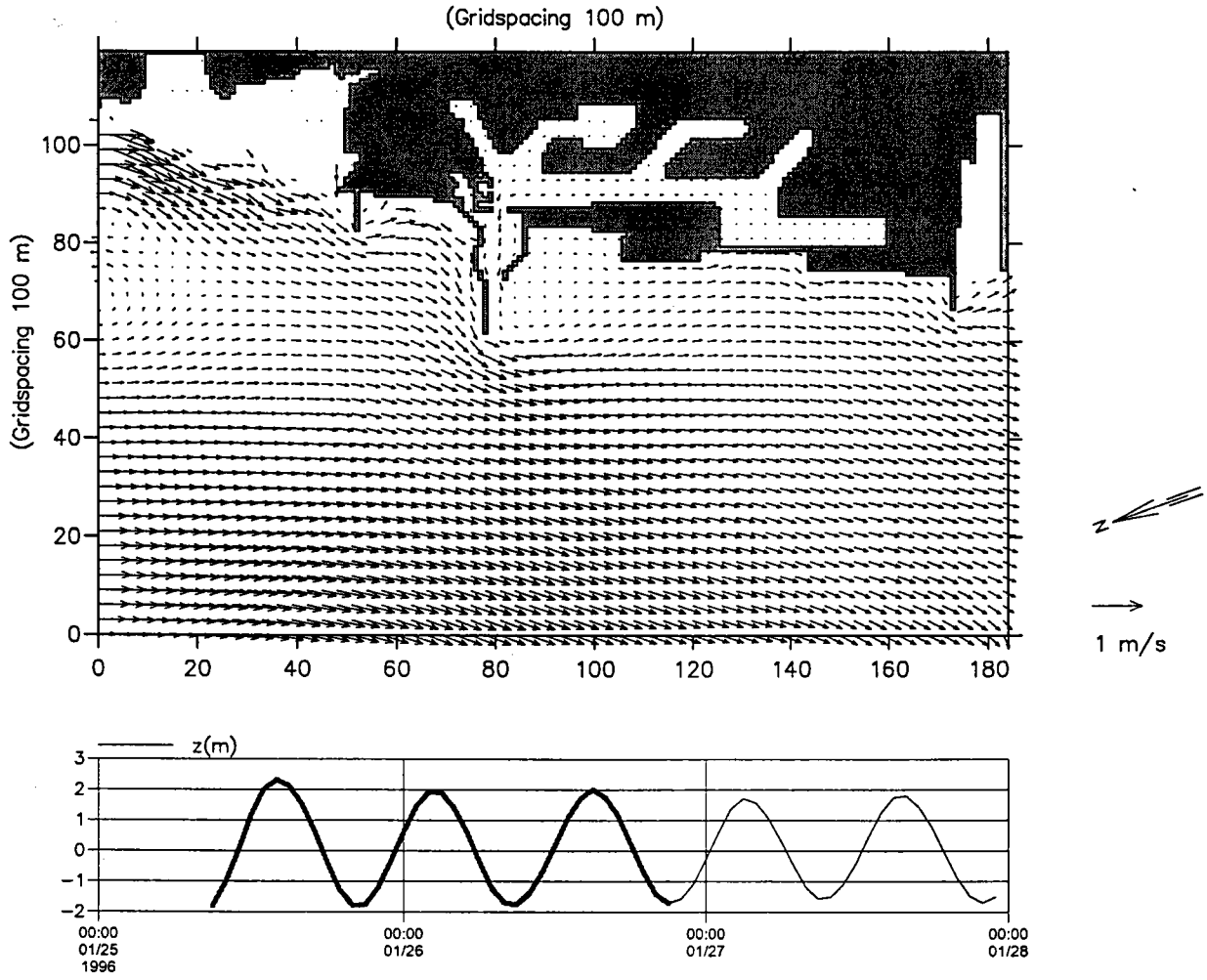


圖 3-34ℓ 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 21:00)

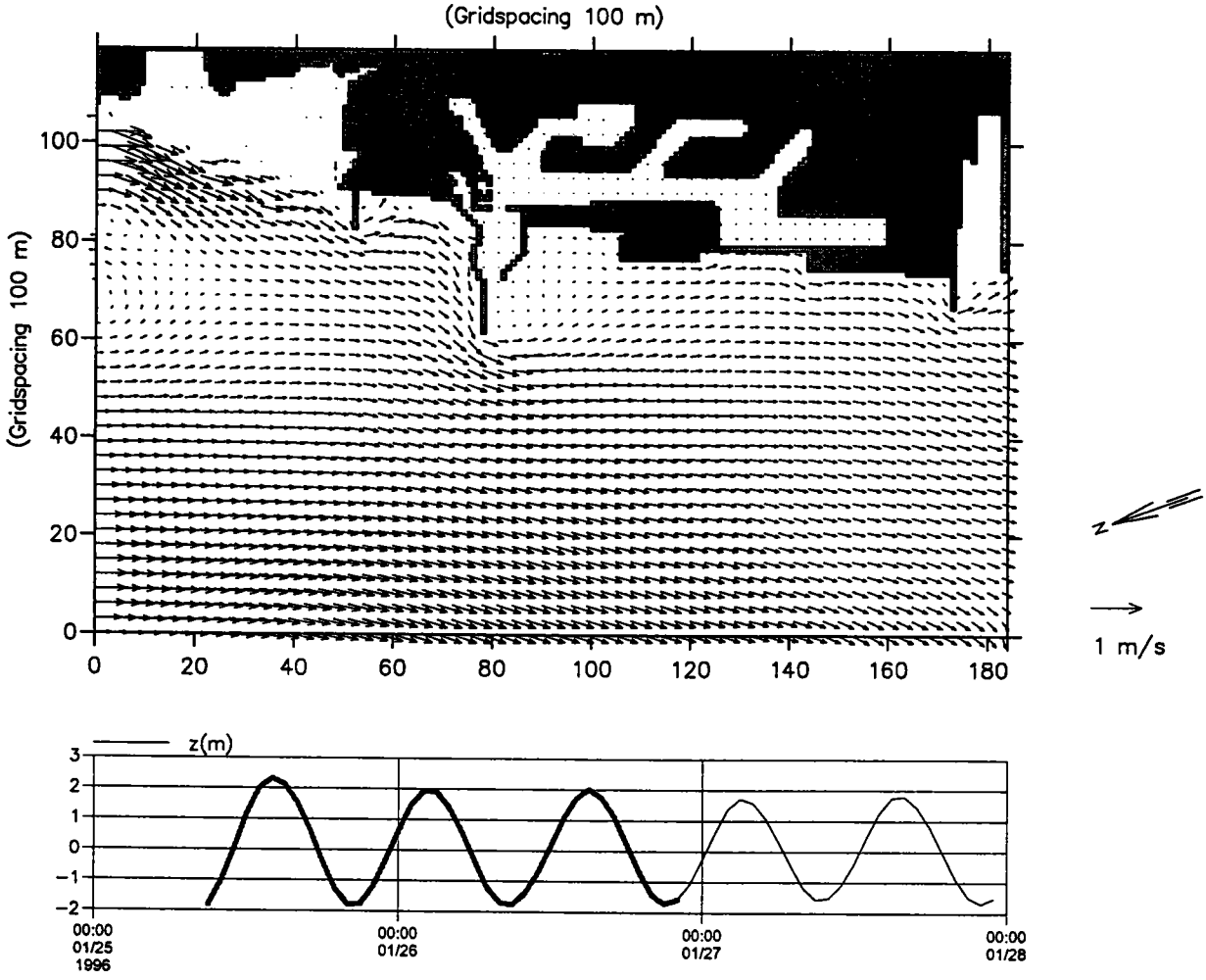


圖 3-34m 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 22:00)

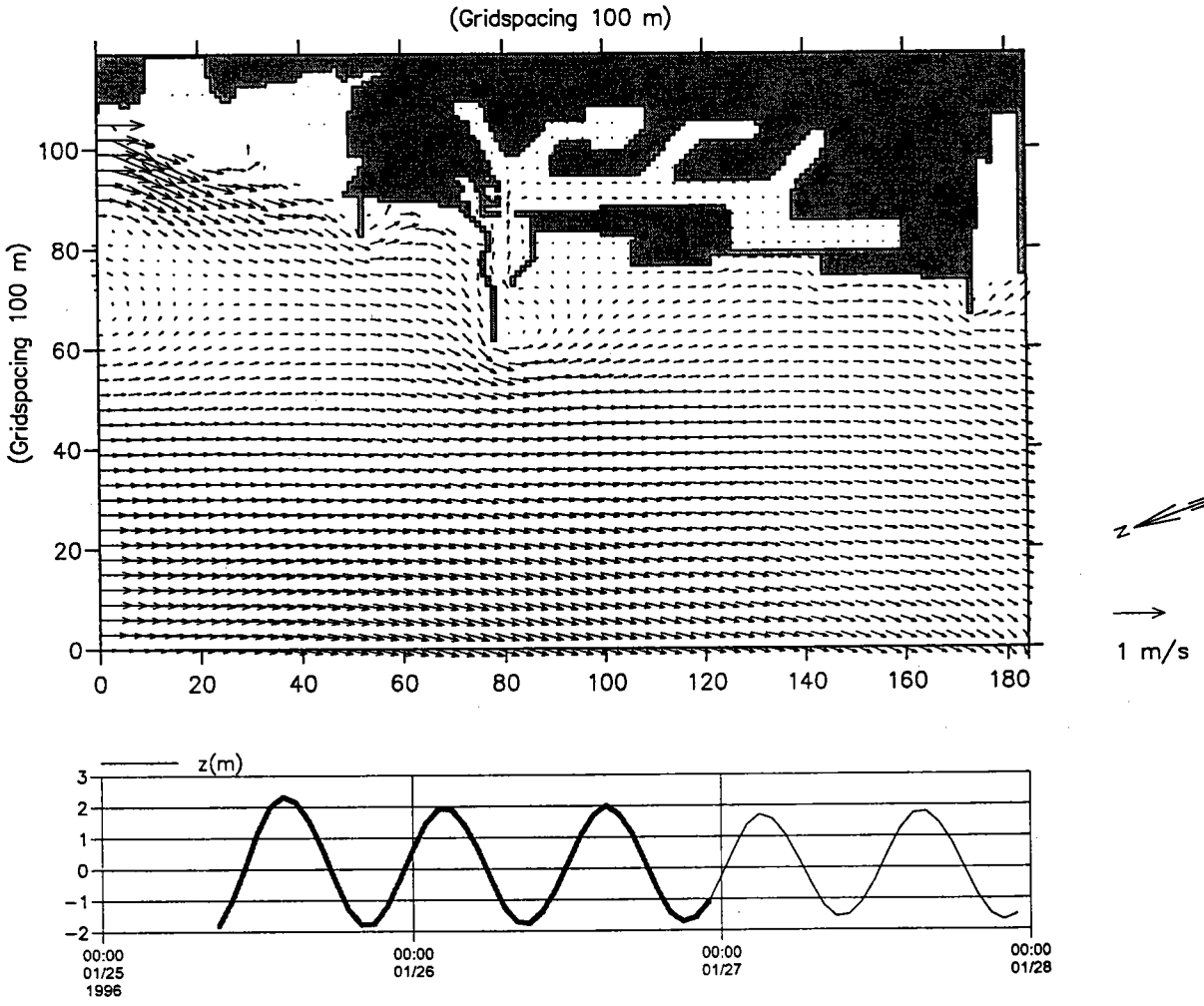


圖 3-34n 有浪而無潮，台中港區在不同水位下受勁風影響之計算流場 (1996/01/26 23:00)

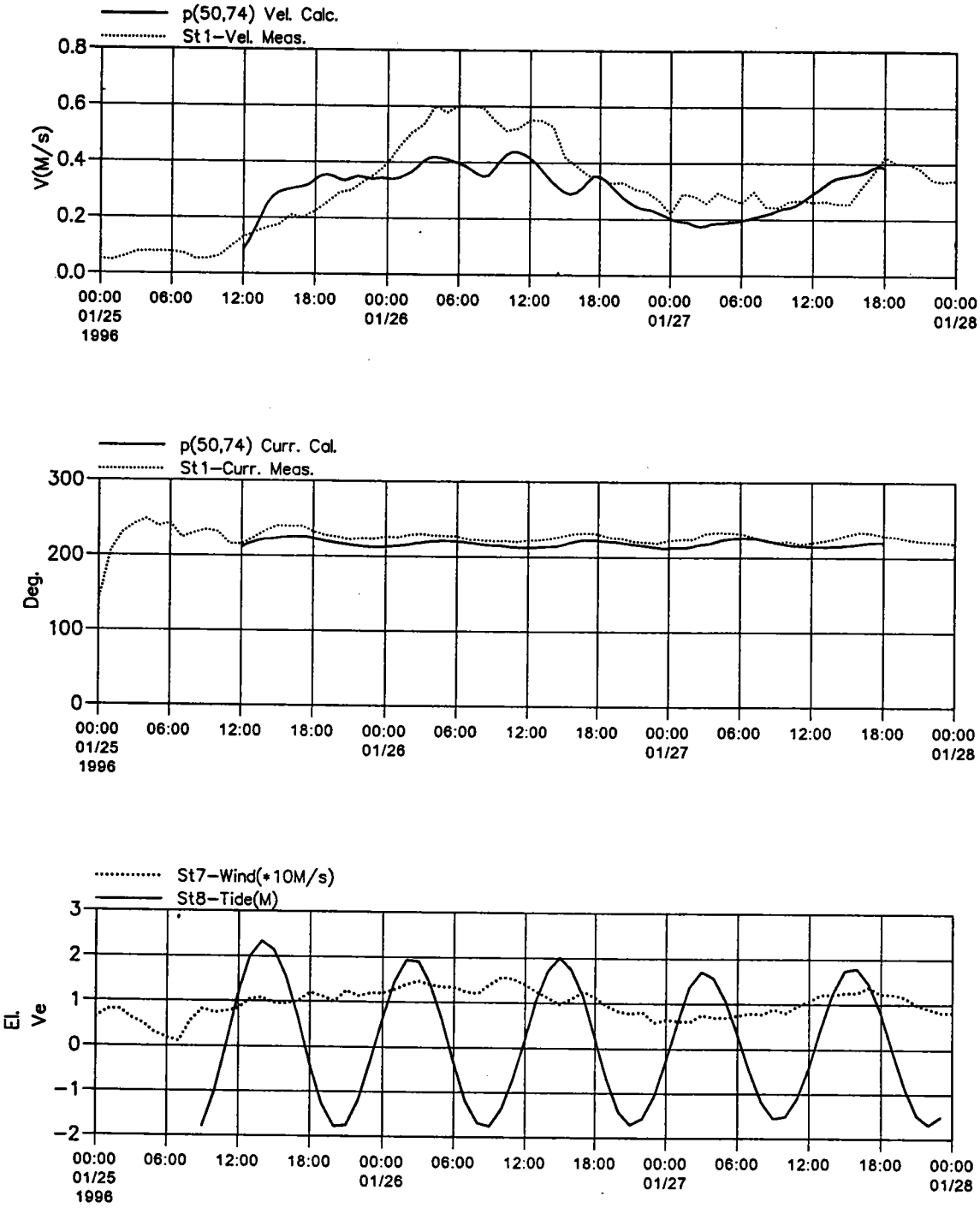


圖 3-35a 有浪而無潮，台中港區 ST-1 測站在不同水位下，受強風影響之計算實測流速比較

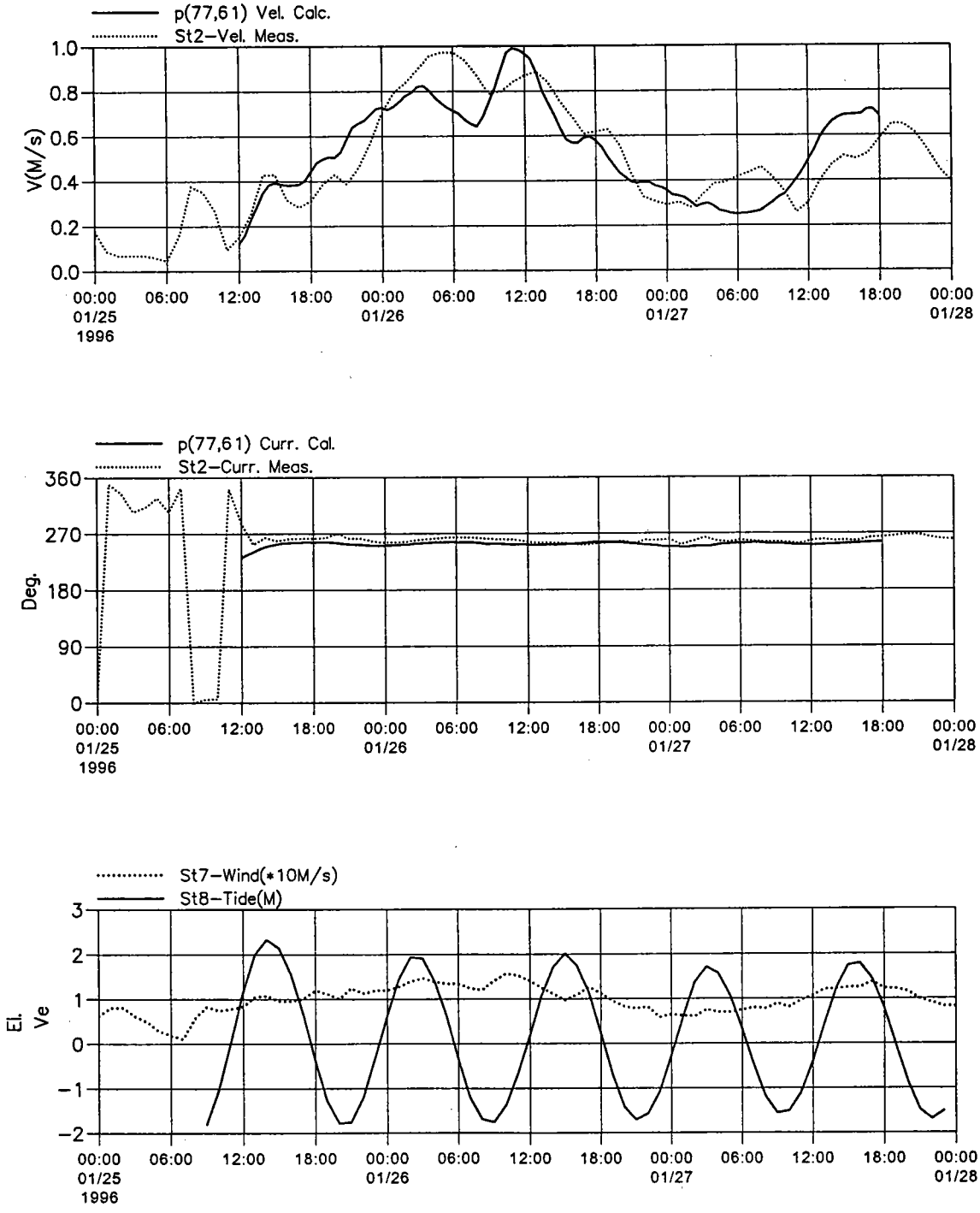
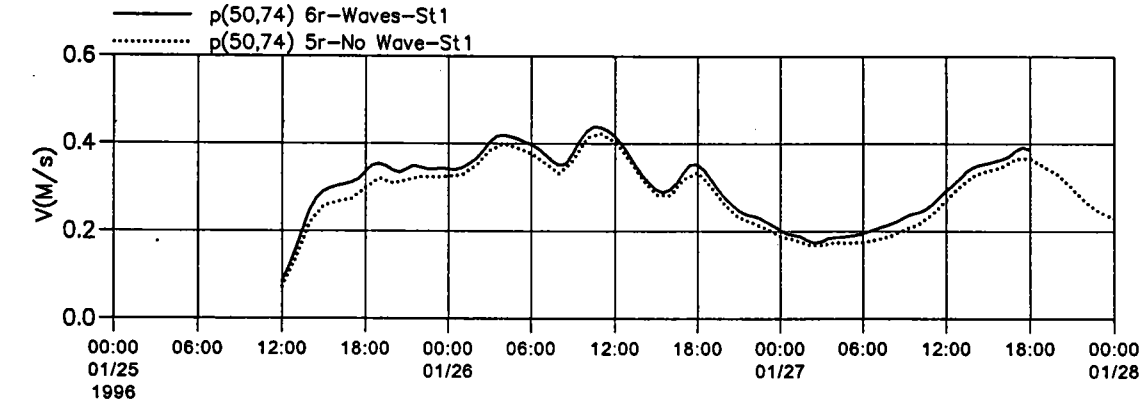
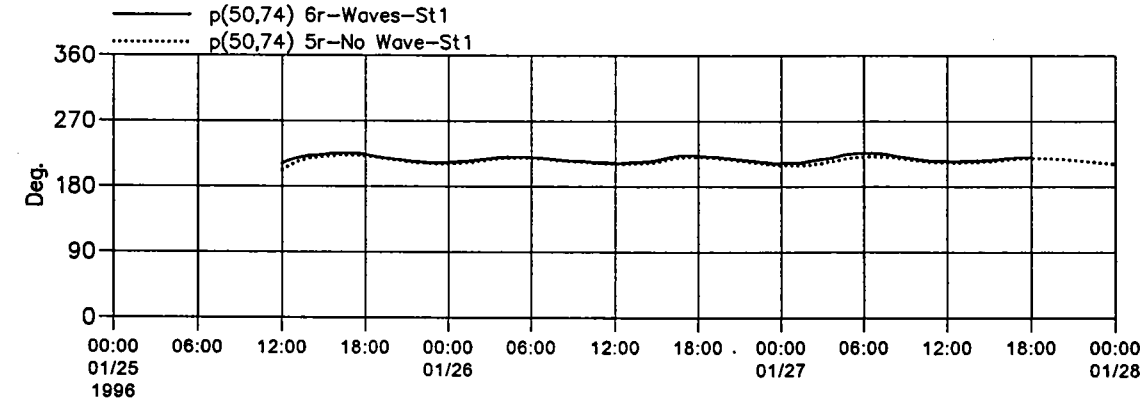


圖 3-35b 有浪而無潮，台中港區 ST-2 測站在不同水位下，受強風影響下之實測與計算流速比較





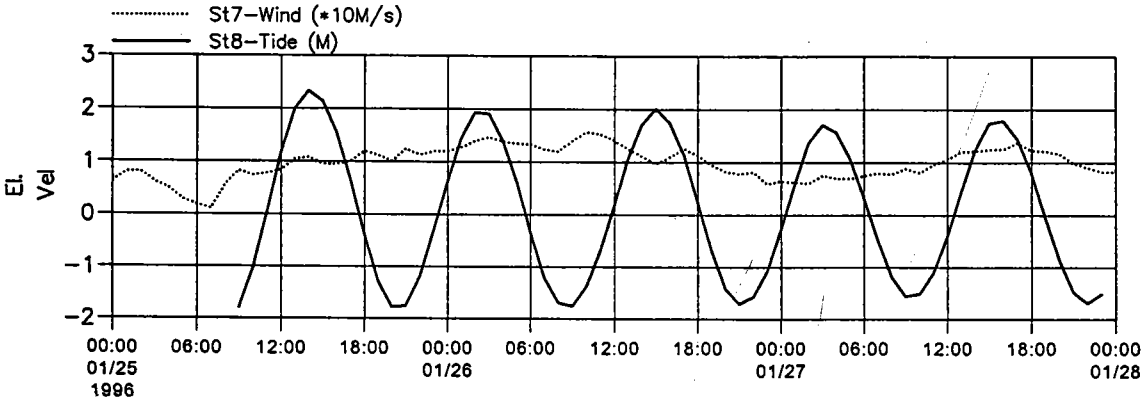


圖 3-36a 台中港區 ST-1 測站在強風影響下，波浪作用有無在不同水位之計算流速比較

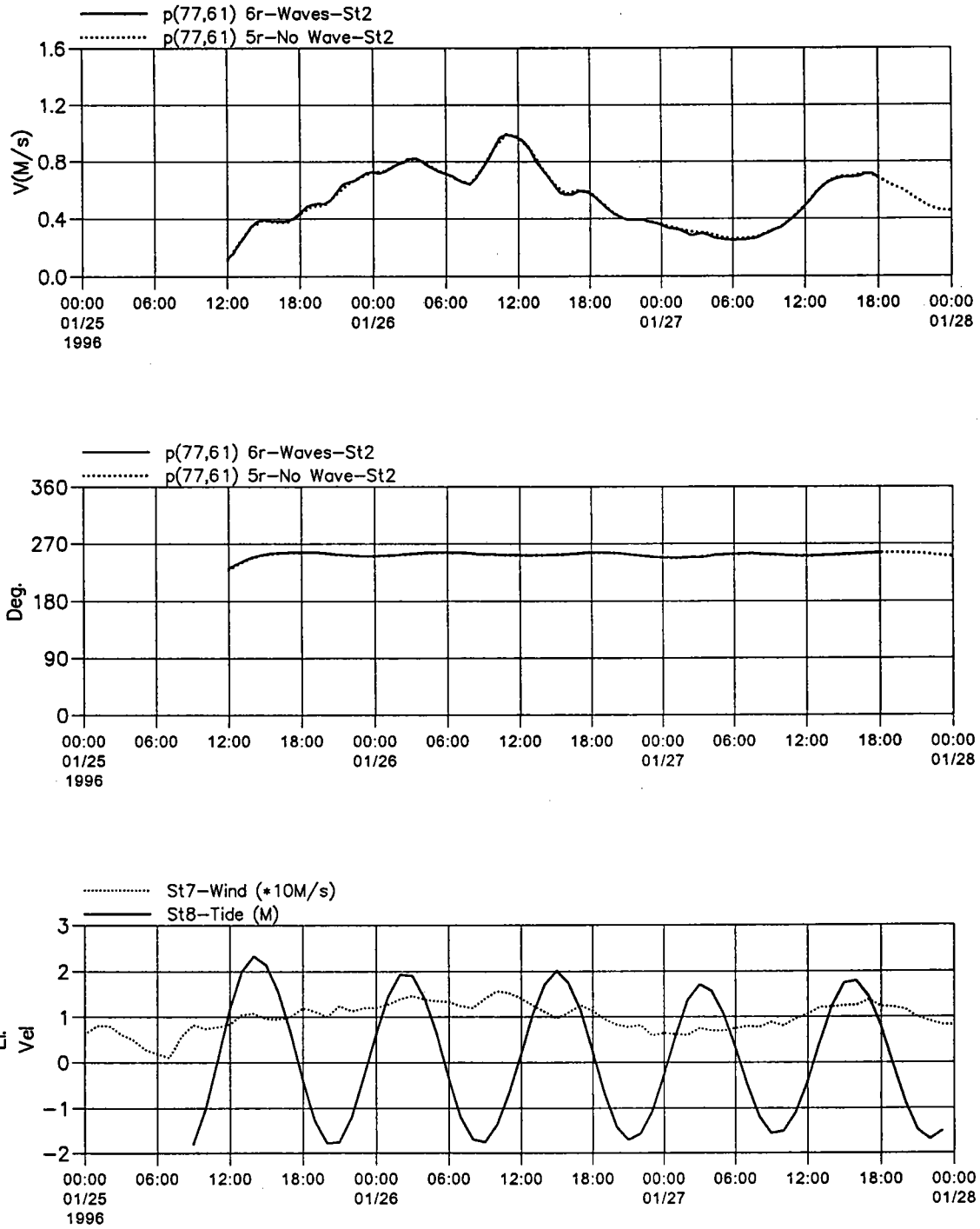
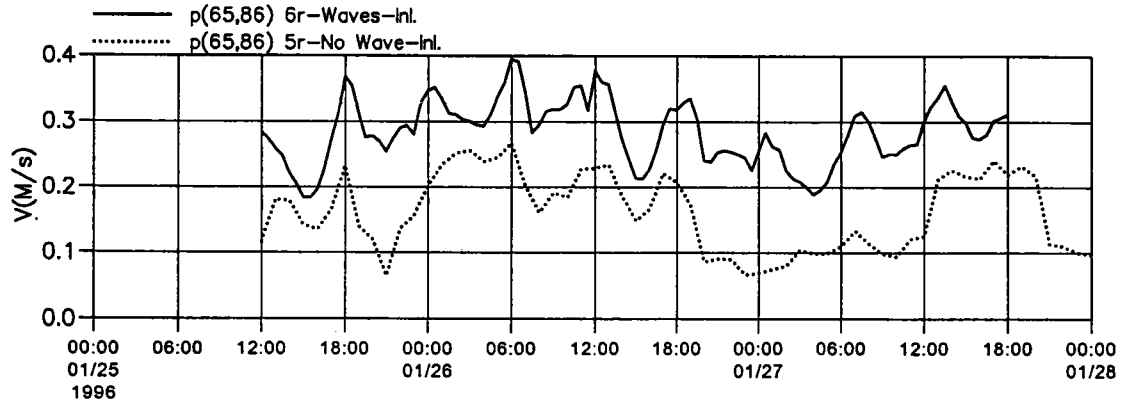
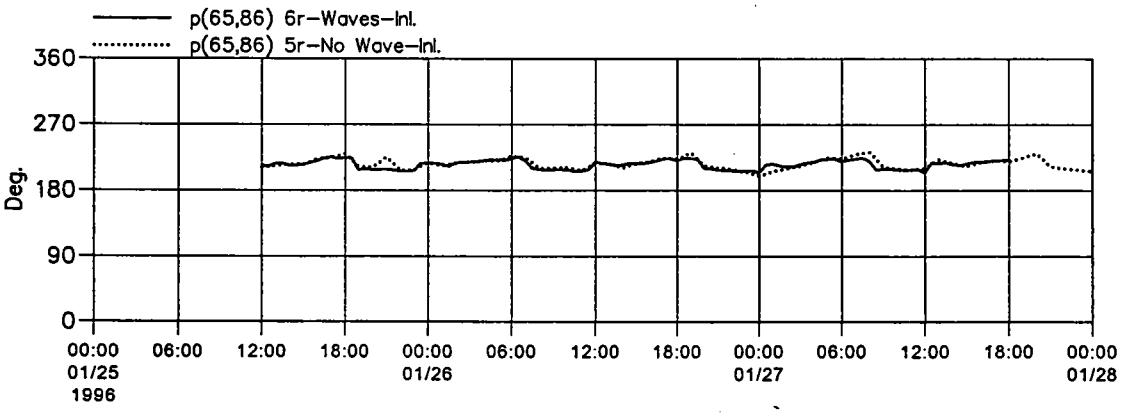


圖 3-36b 台中港區 ST-2 測站在強風影響下，波浪作用有無在不同水位之計算流速比較





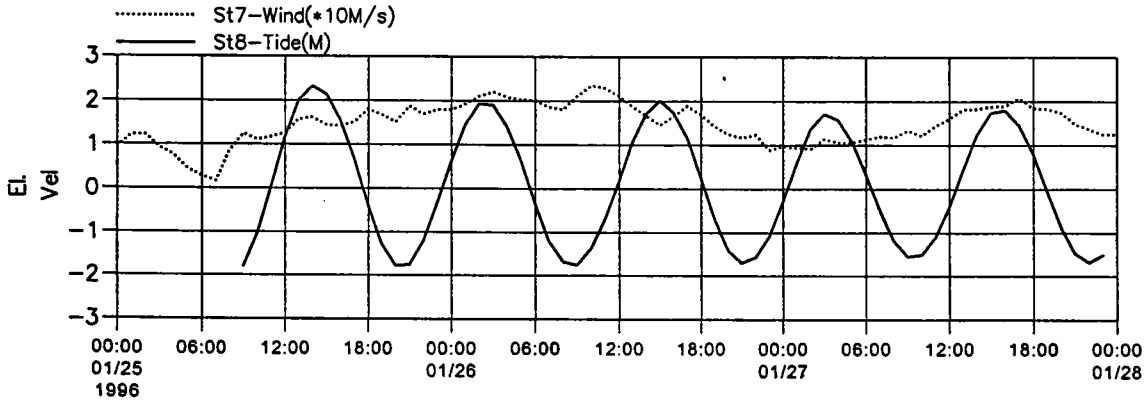
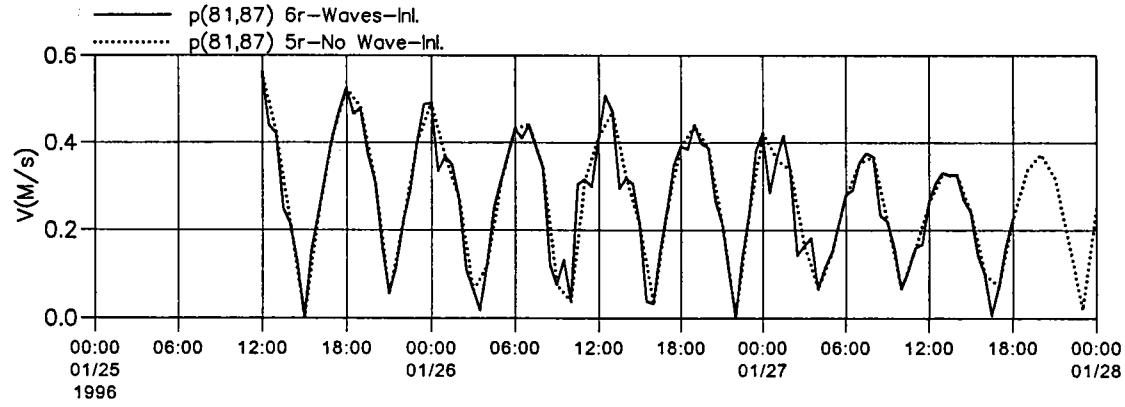
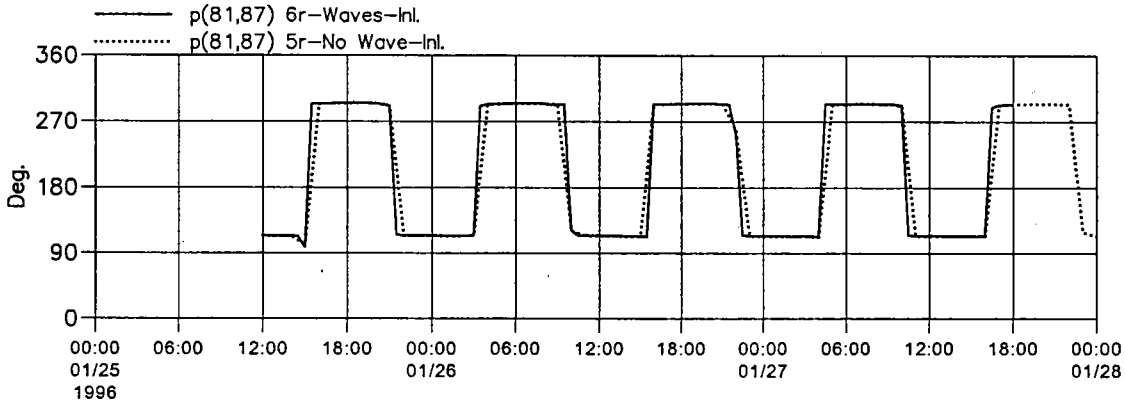


圖 3-36c 台中港北淤沙區中點於勁風及不同水位下，考量波浪有無之計算流速比較





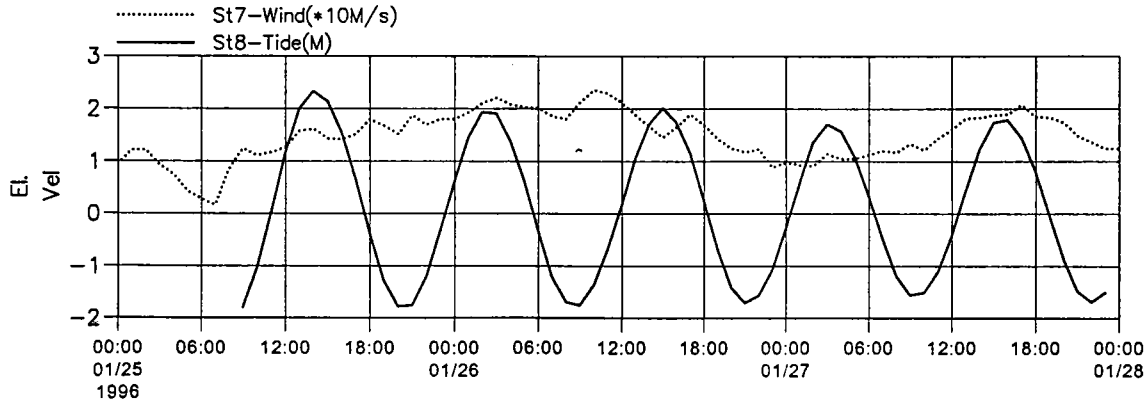


圖 3-36d 台中港內防波堤口中央於勁風及不同水位下，考量波浪有無之計算流速比較

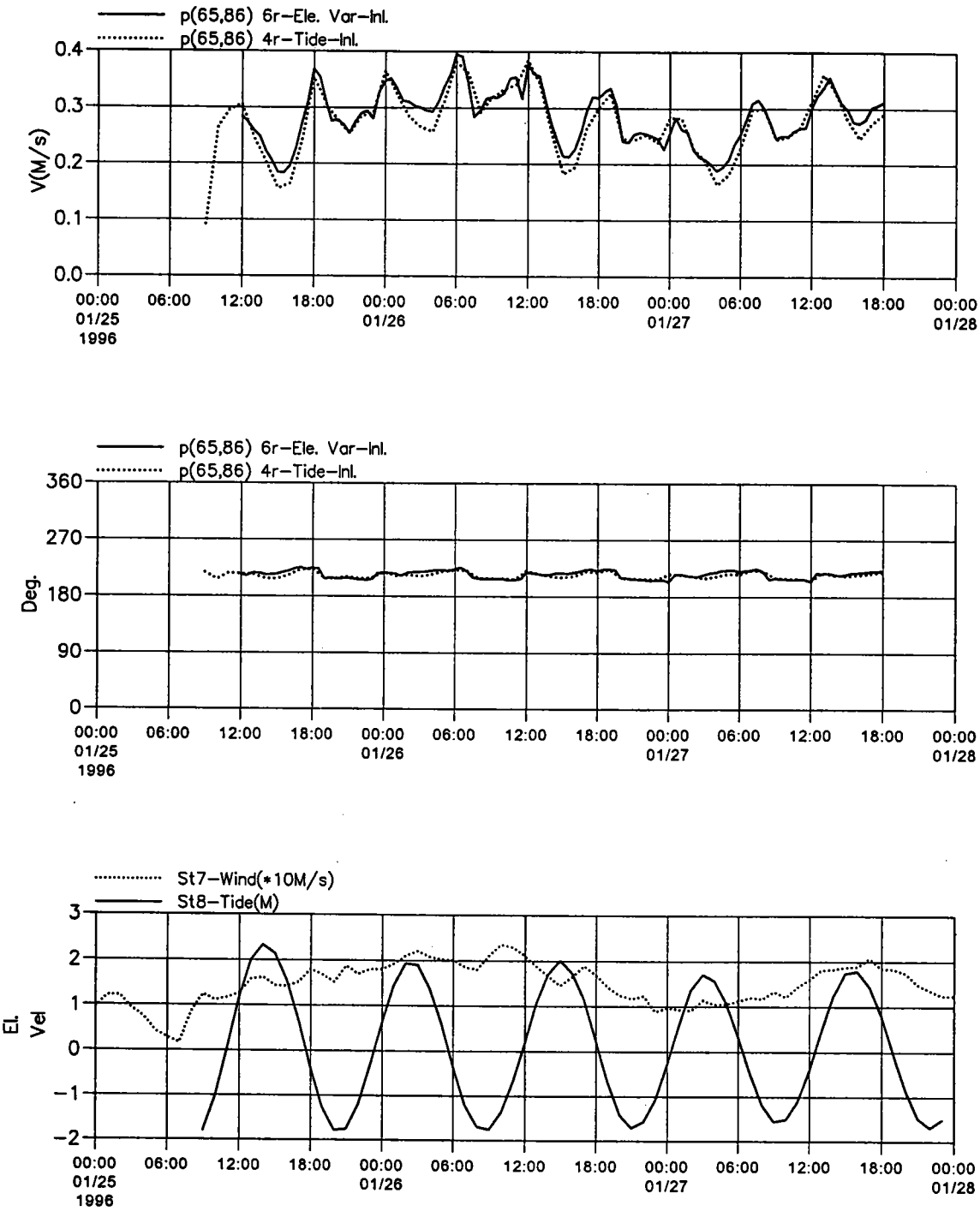


圖 3-37a 台中港北淤沙區中點於勁風及波浪作用下，考量潮汐影響之計算流速比較

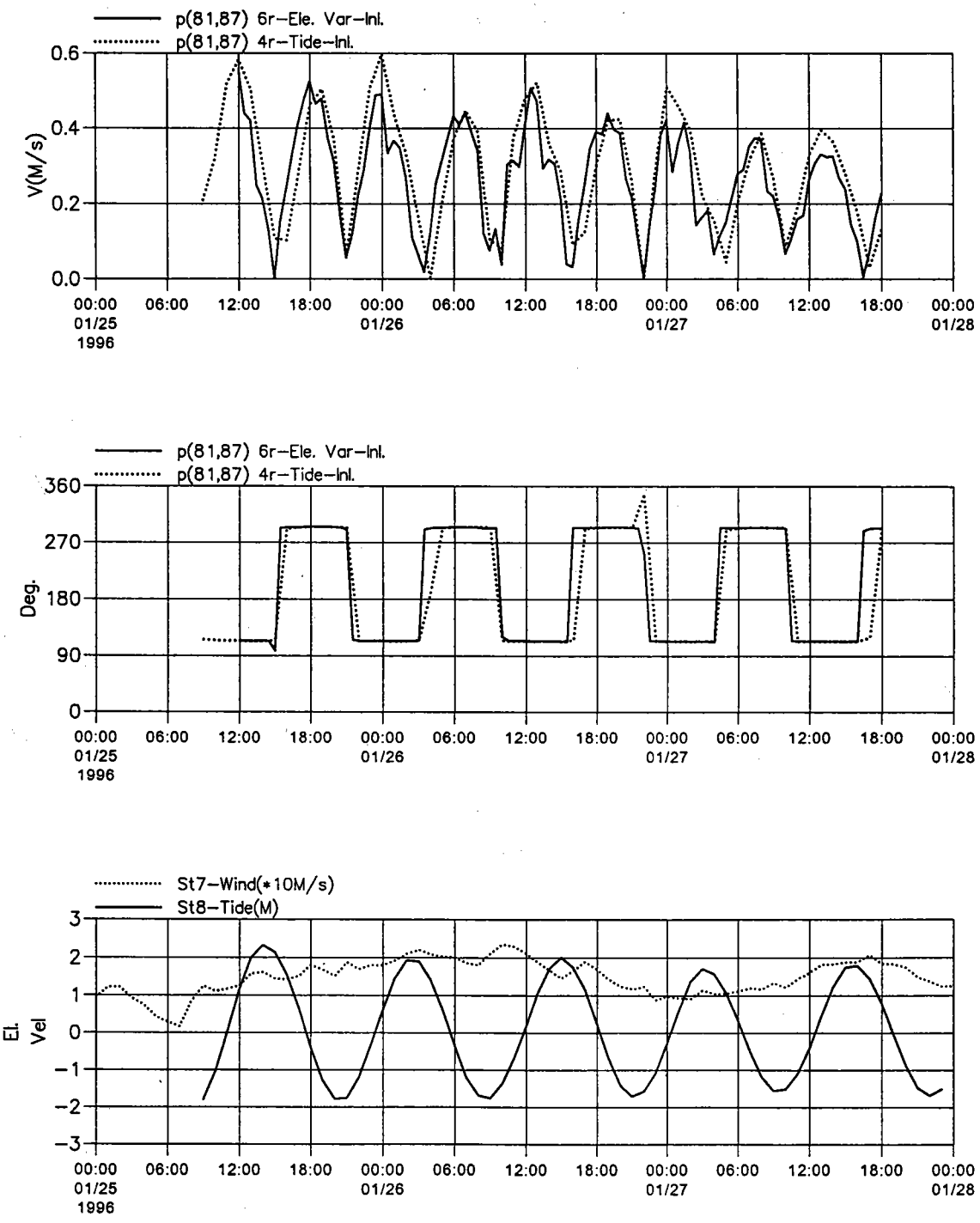


圖 3-37b 台中港內防波堤口中央於勁風及波浪作用下，考量潮汐影響之計算流速比較

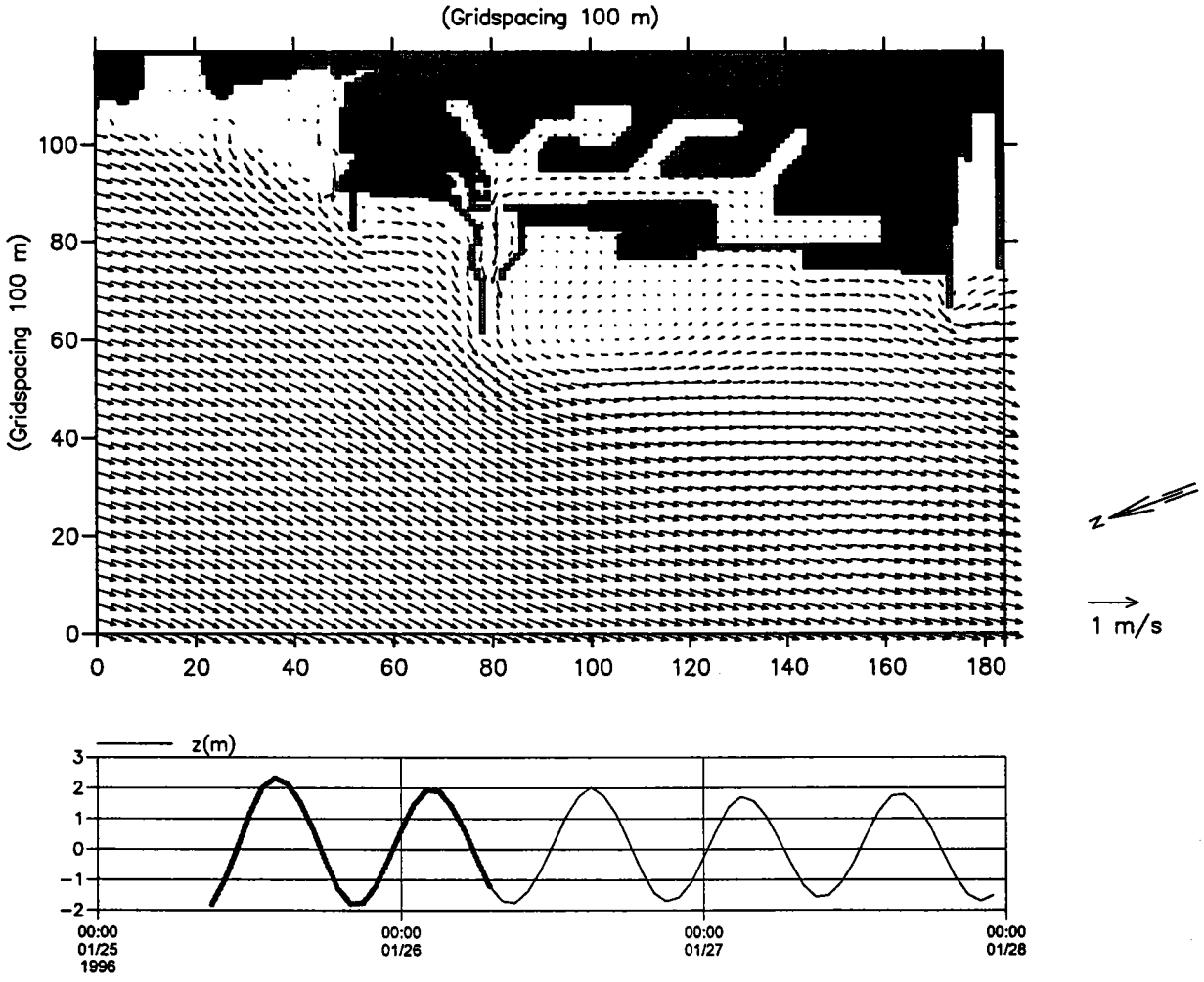


圖 3-38a 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 07:00)

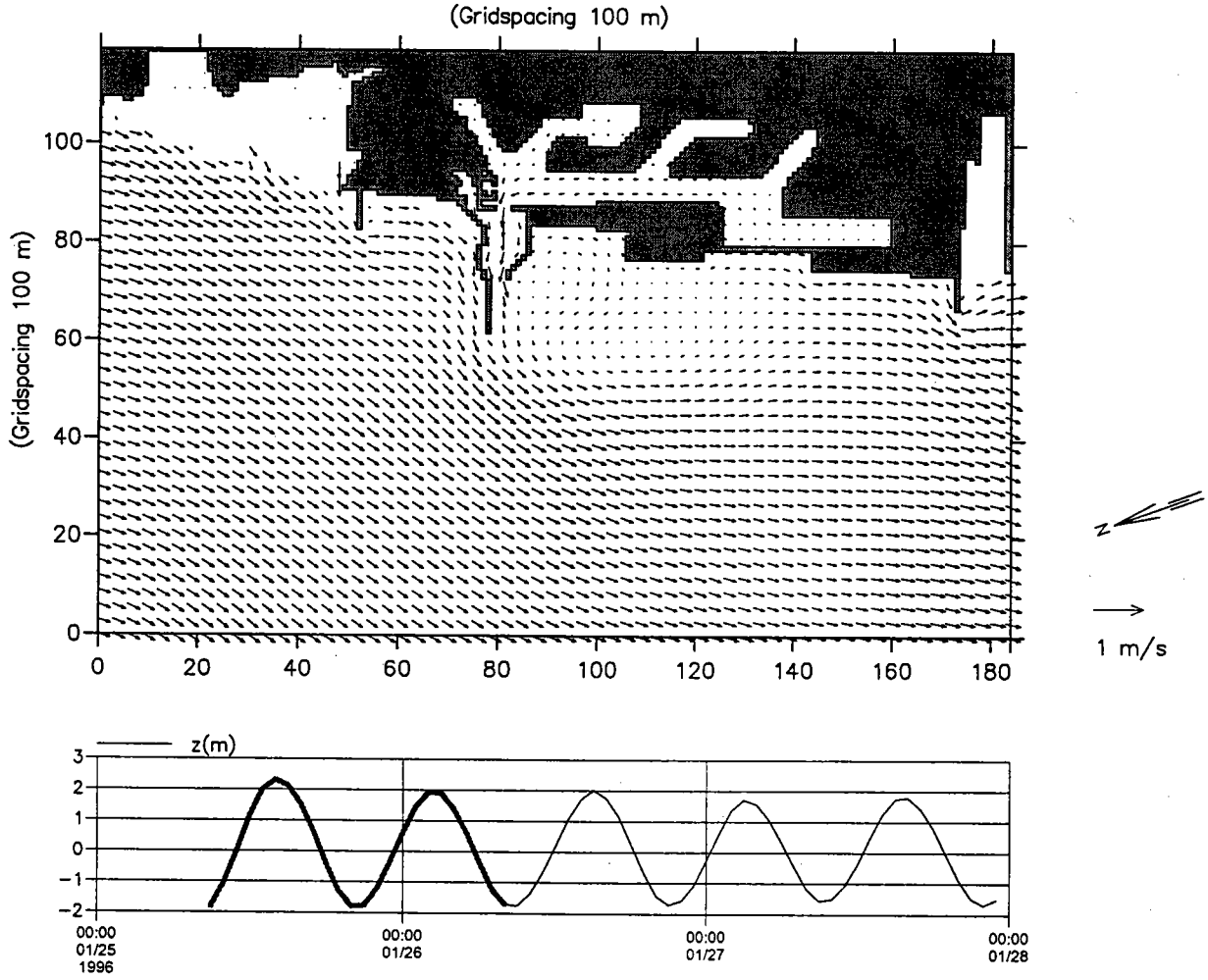


圖 3-38b 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 08:00)

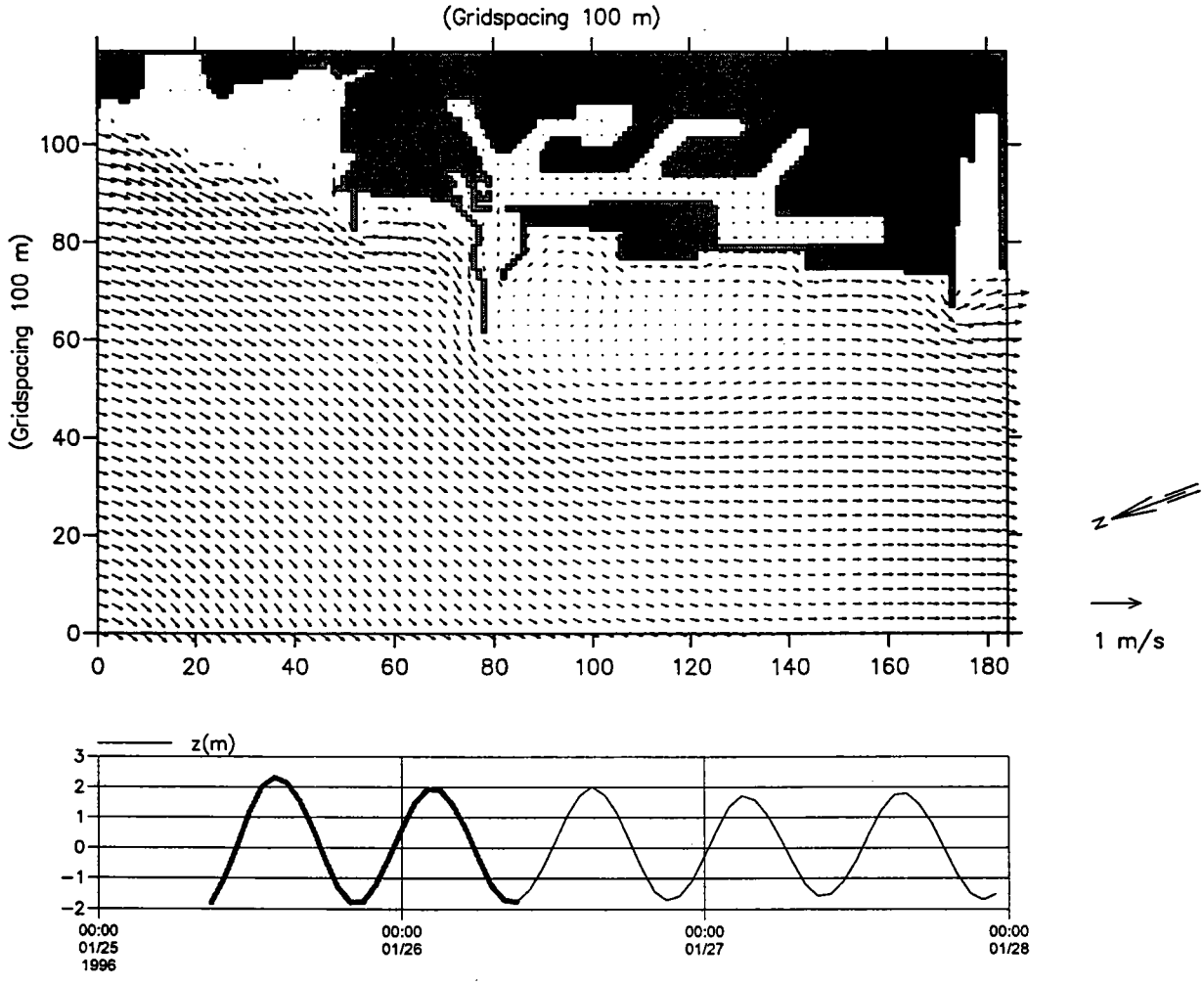


圖 3-38c 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 09:00)

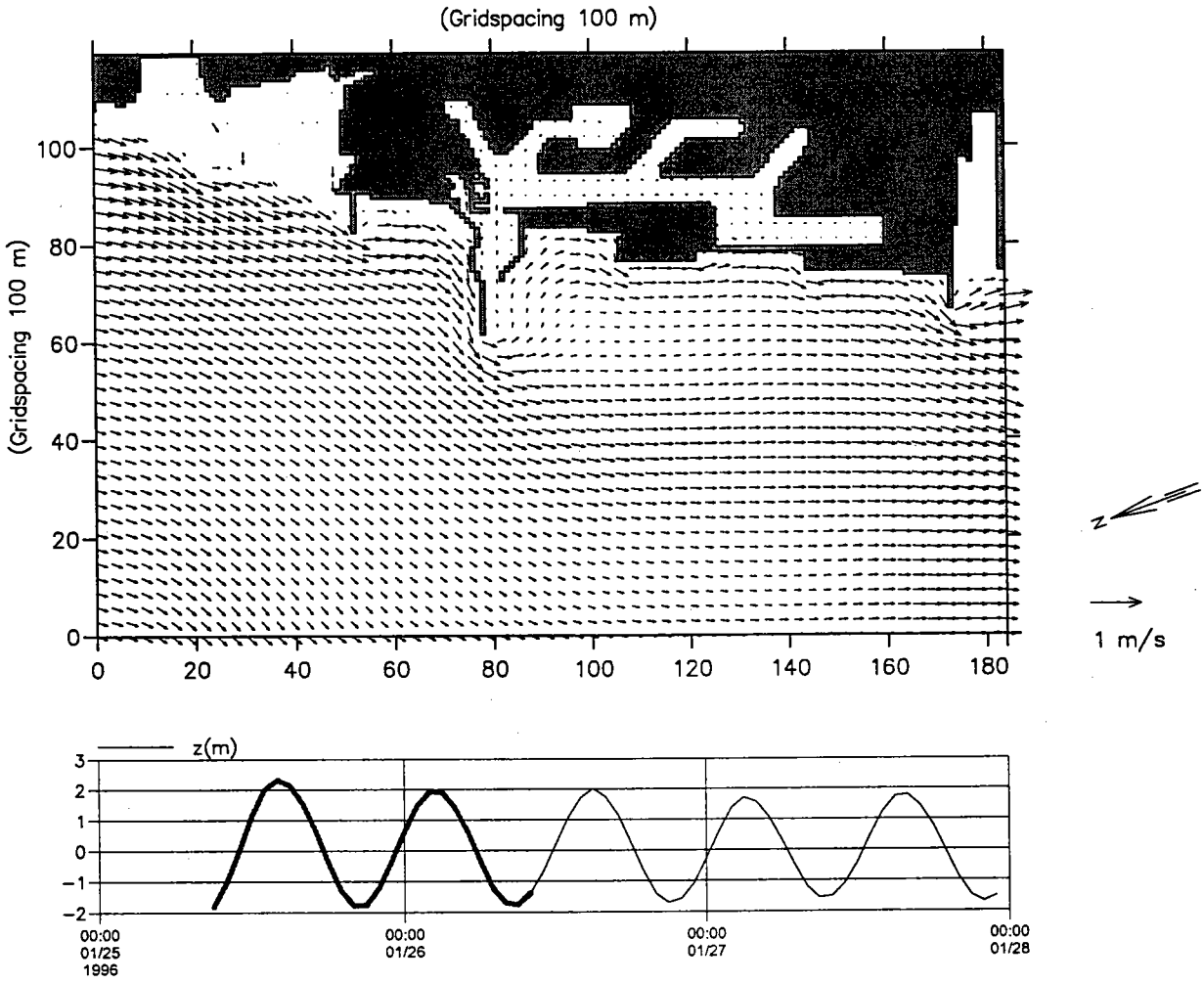


圖 3-38d 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 10:00)

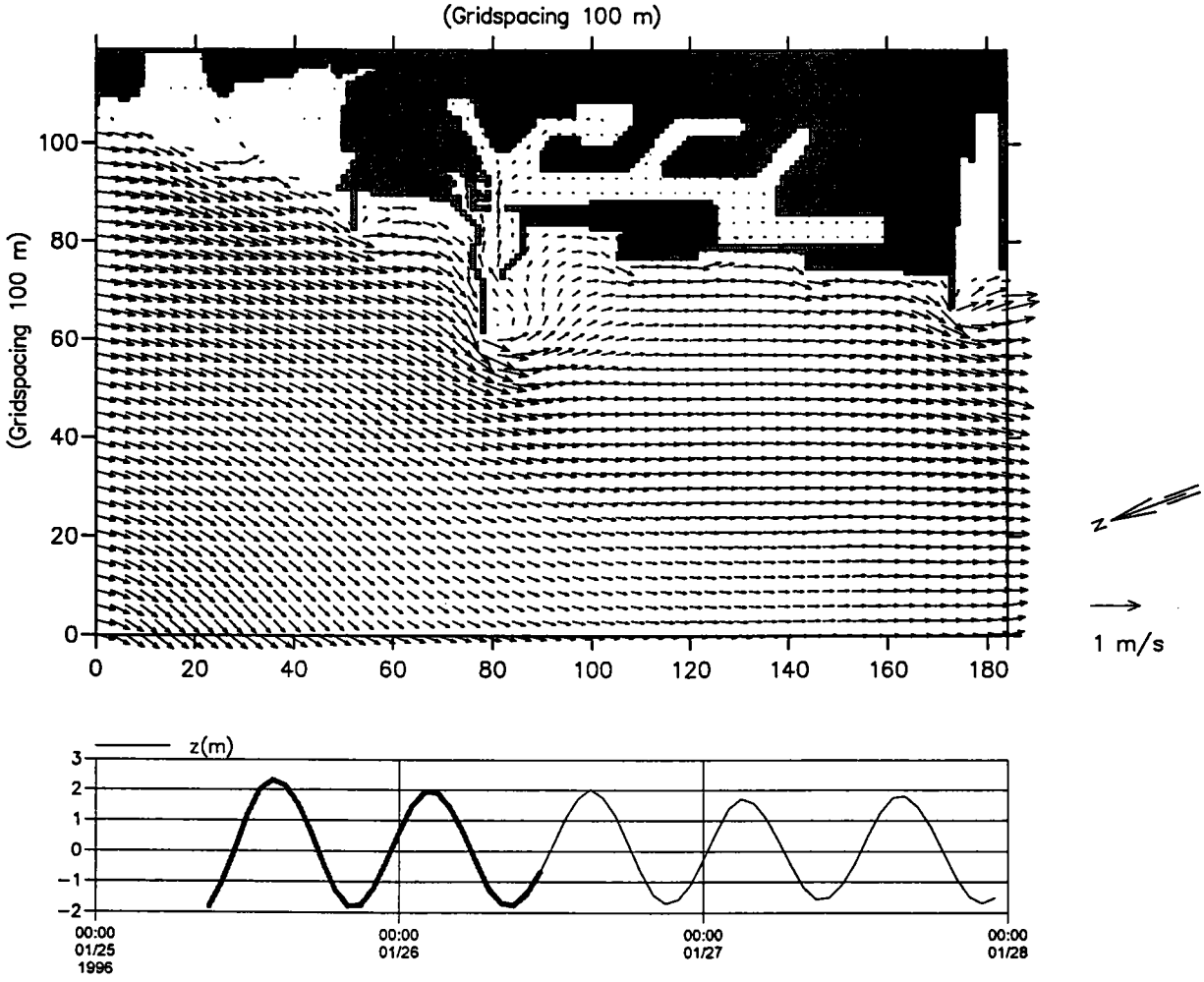


圖 3-38e 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 11:00)

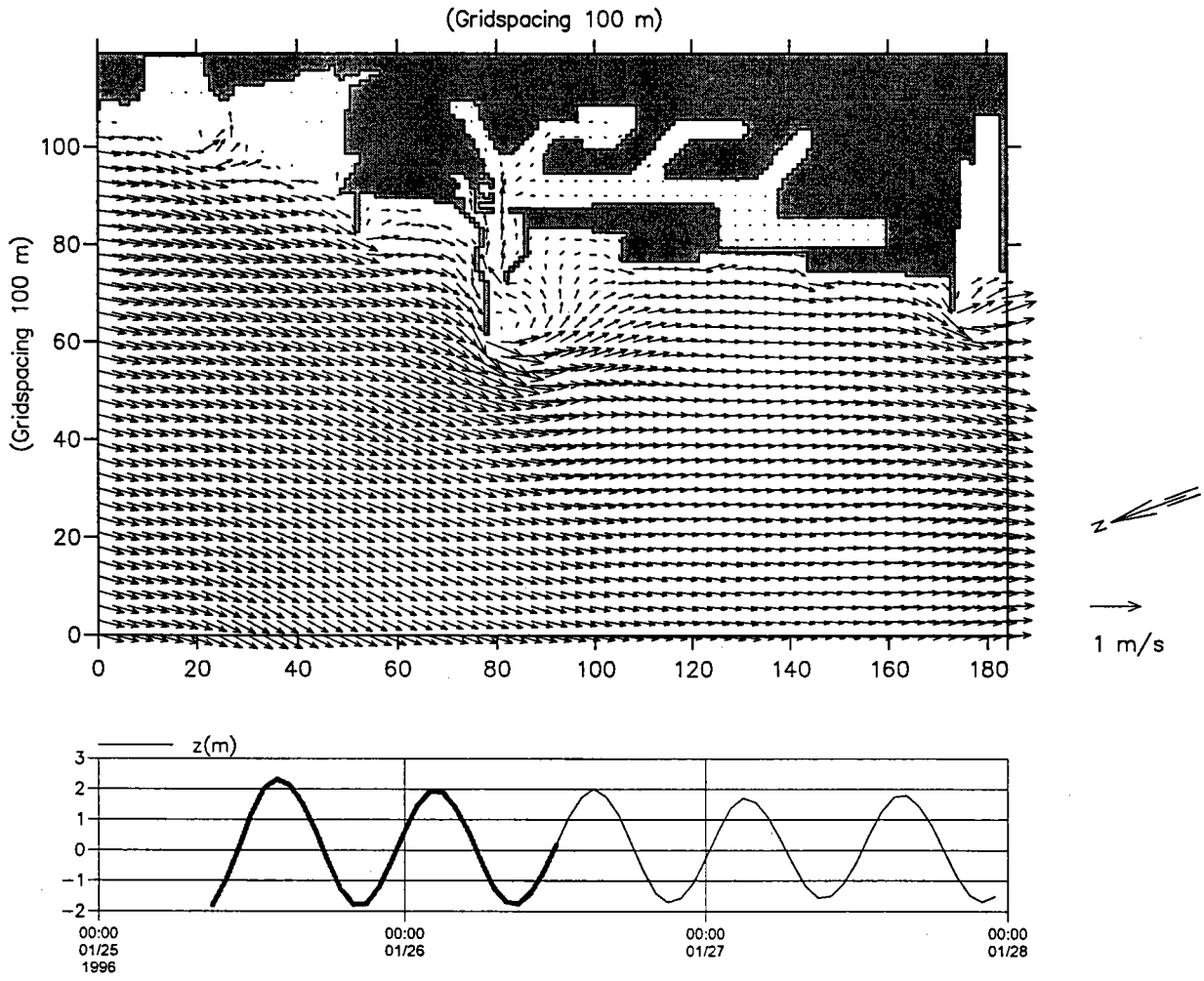


圖 3-38f 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場
(1996/01/26 12:00)

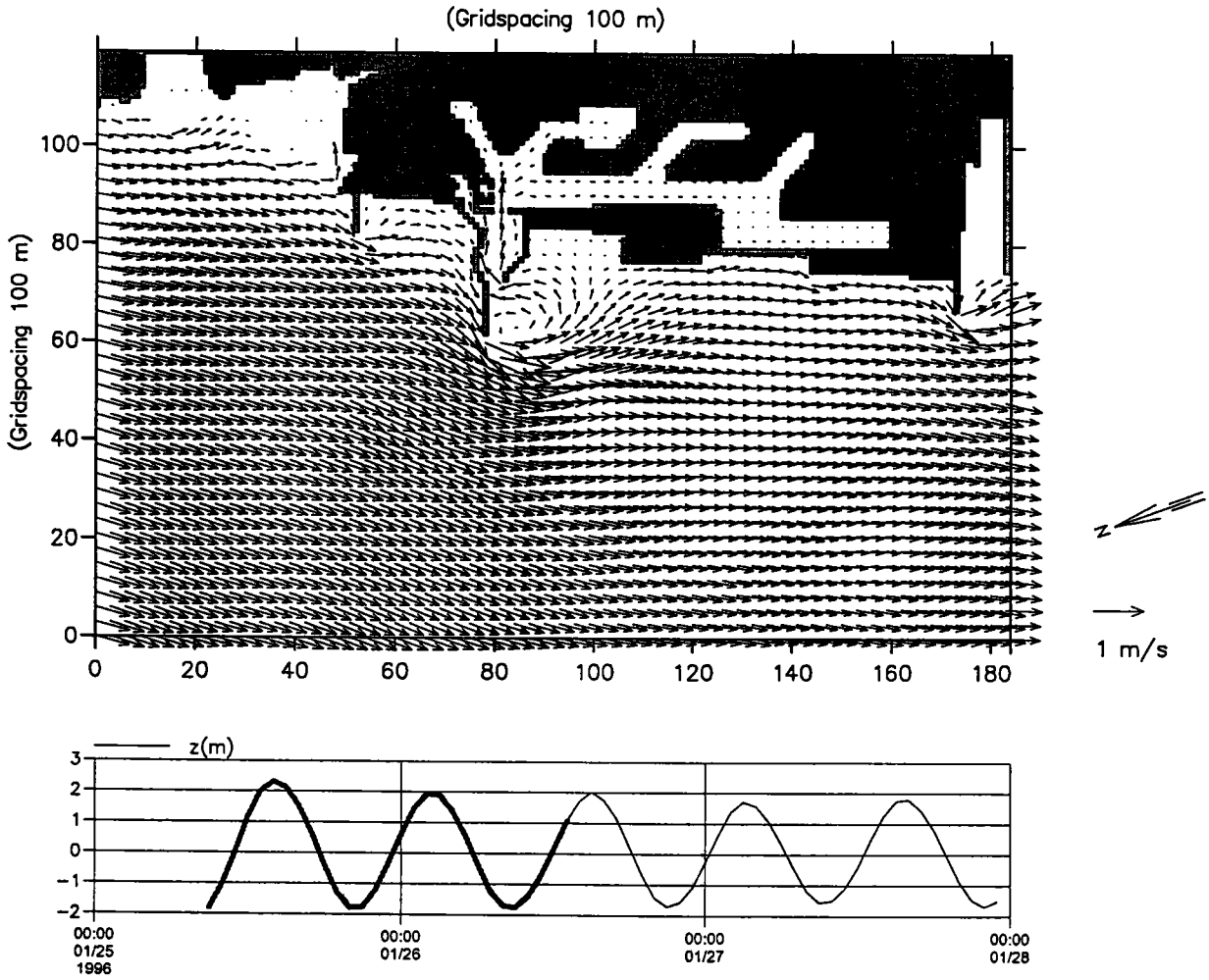


圖 3-38g 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 13:00)

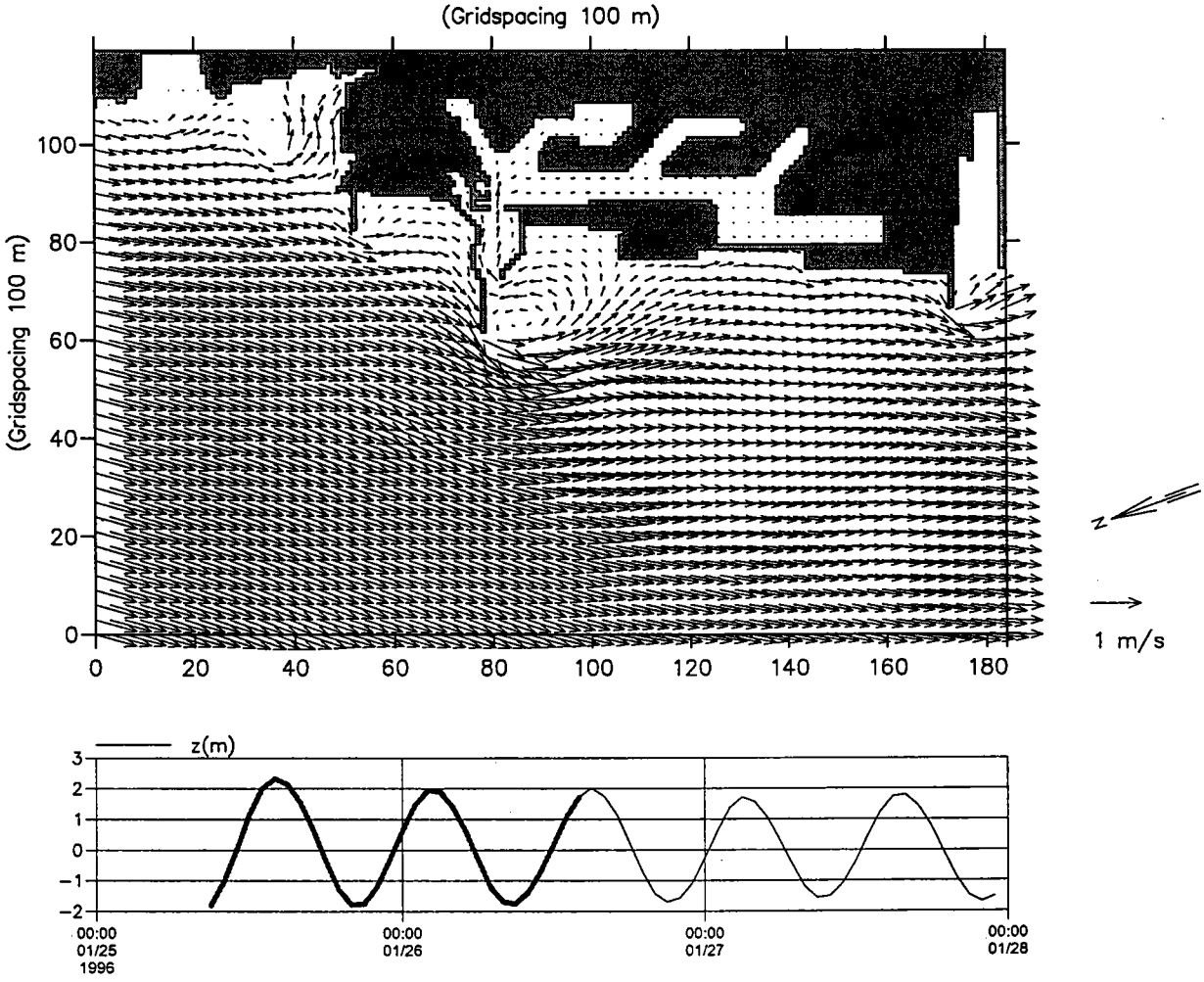


圖 3-38h 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場
(1996/01/26 14:00)

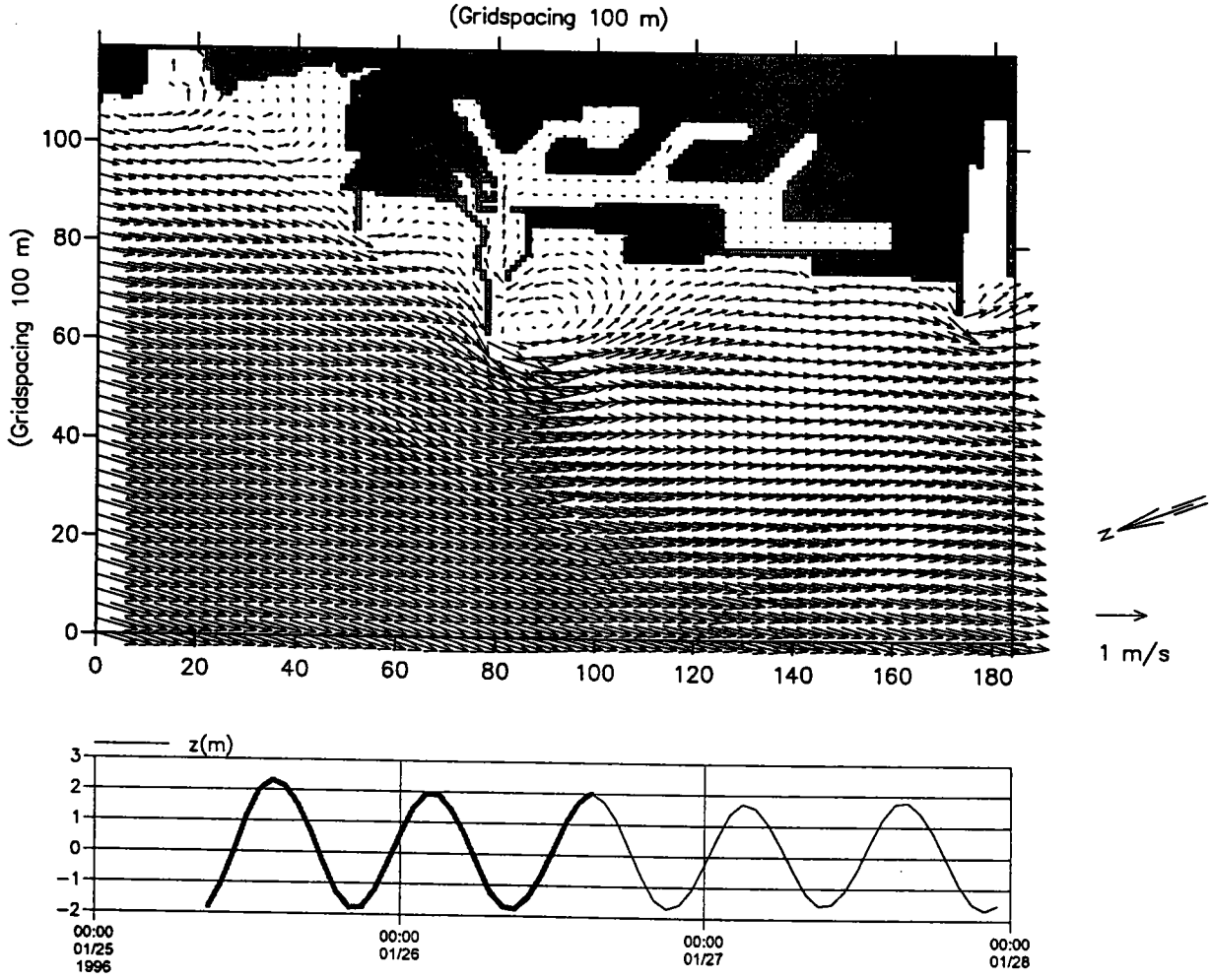


圖 3-38i 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場
(1996/01/26 15:00)

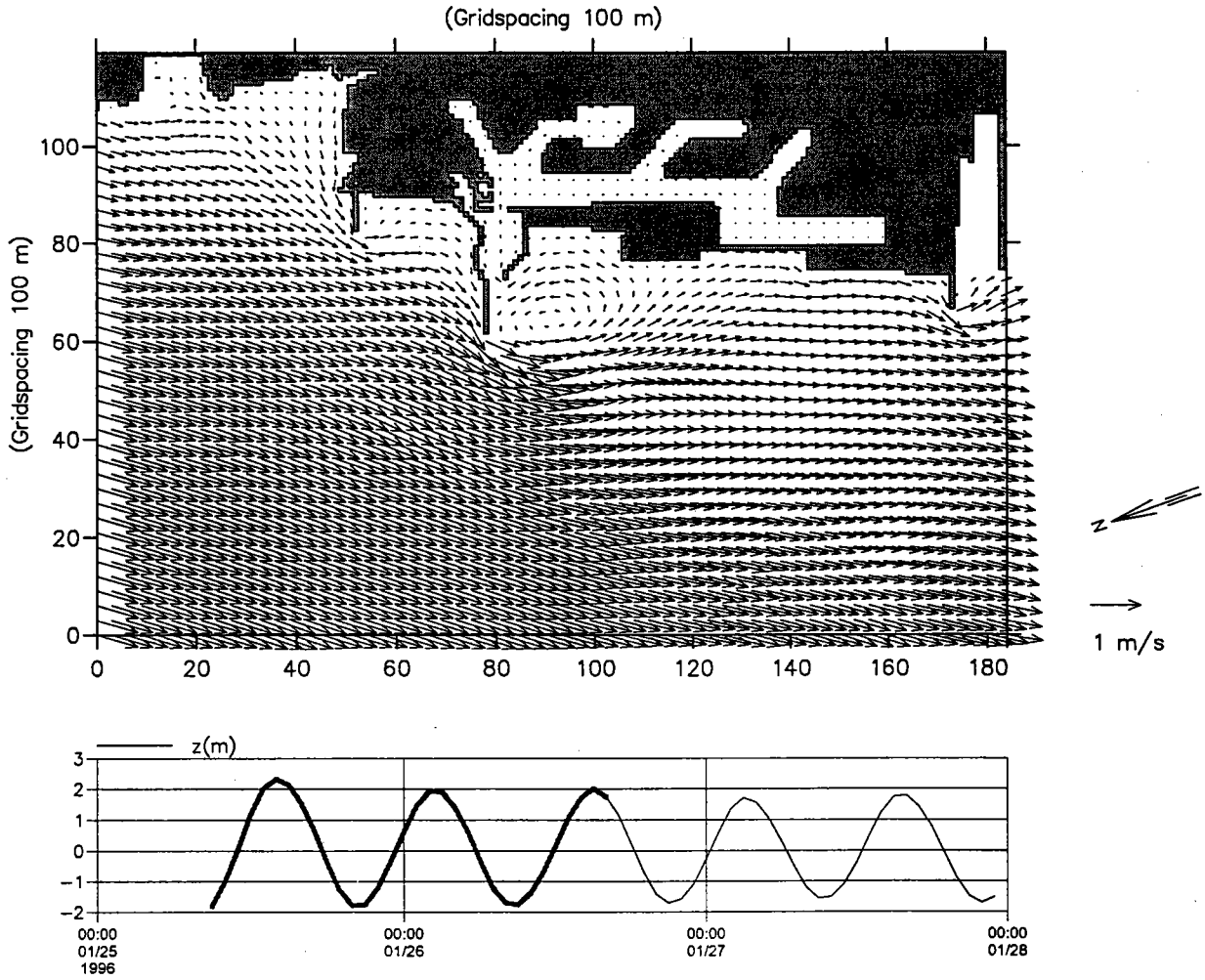


圖 3-38j 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 16:00)

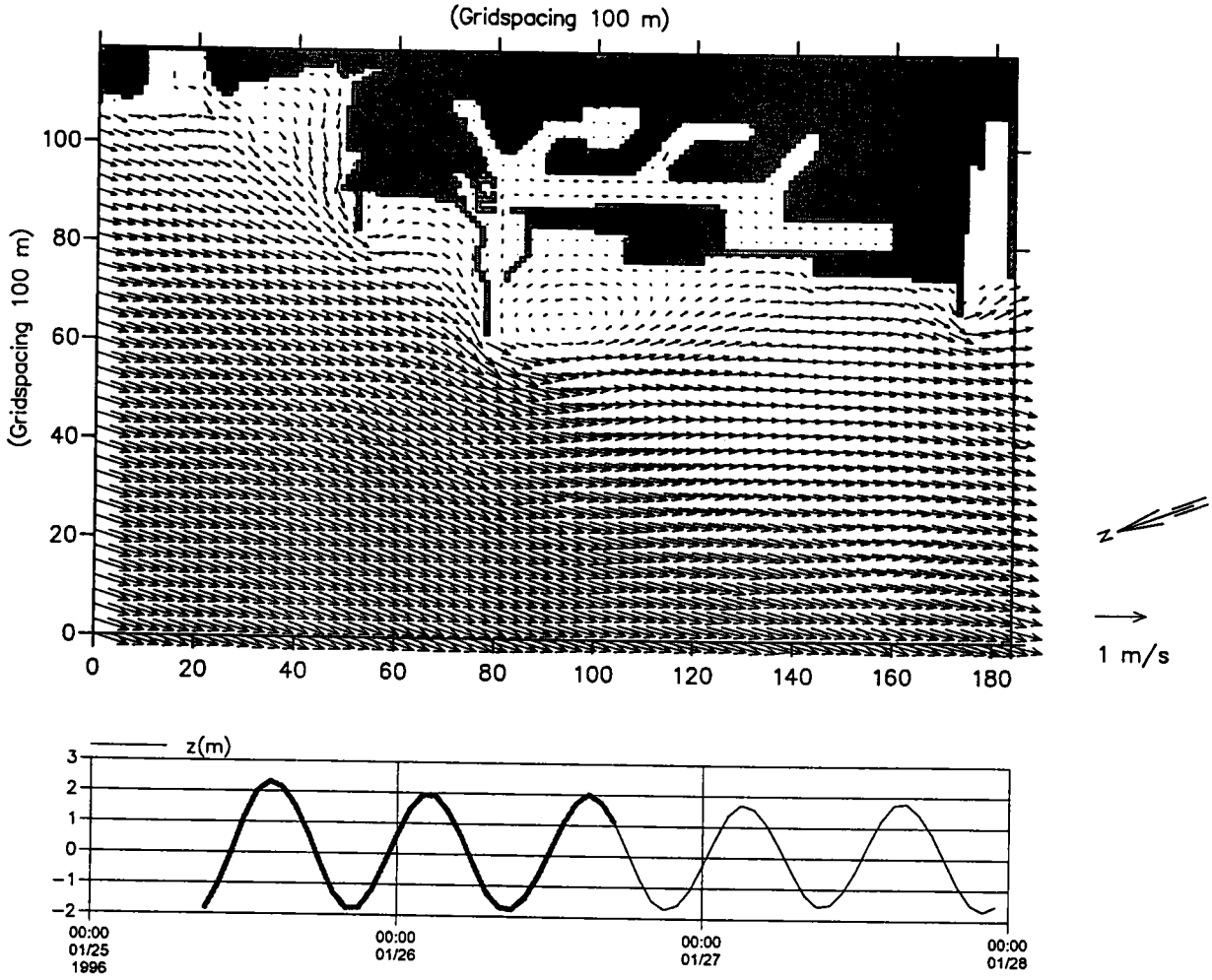


圖 3-38k 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 17:00)

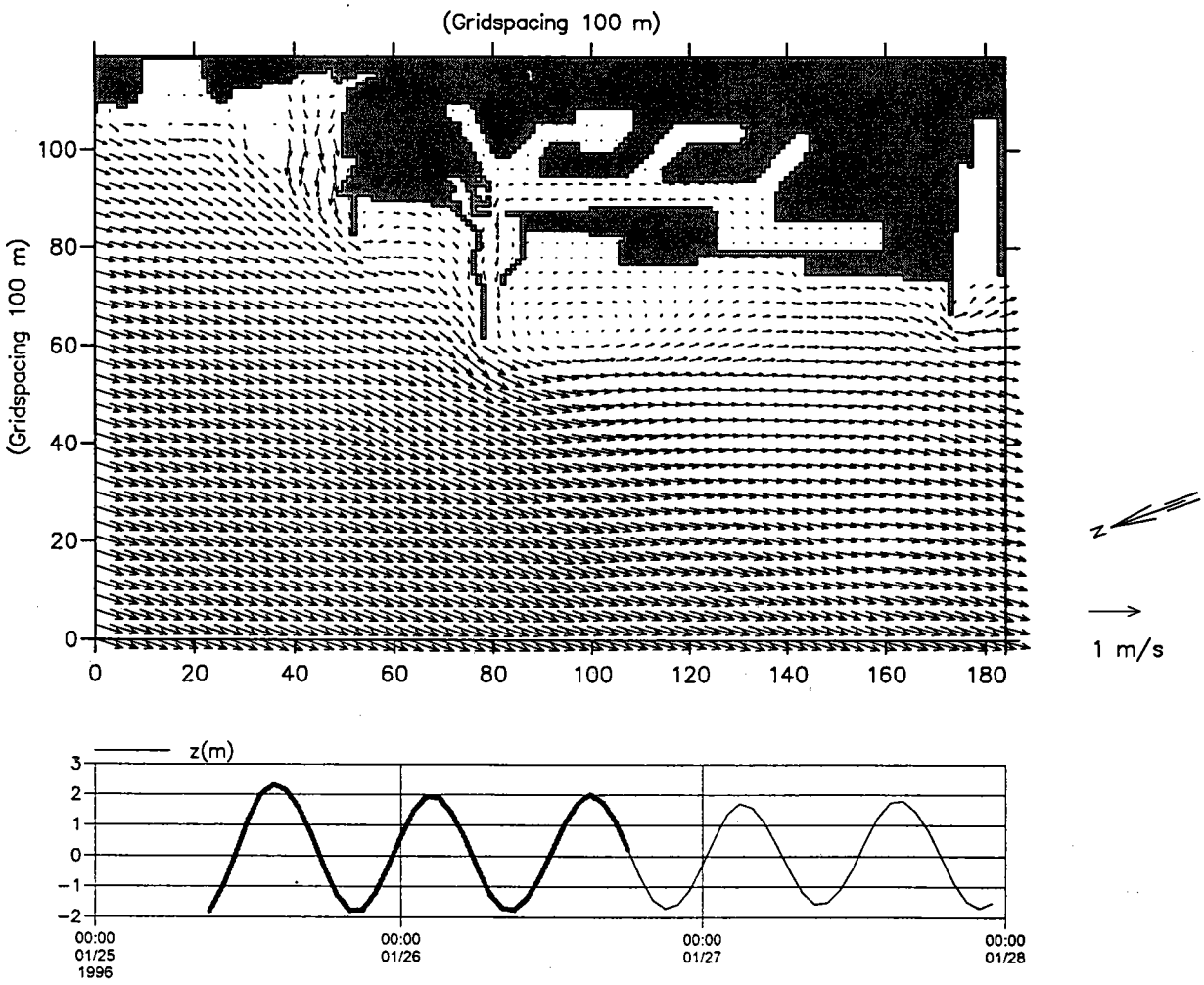


圖 3-38ℓ 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 18:00)

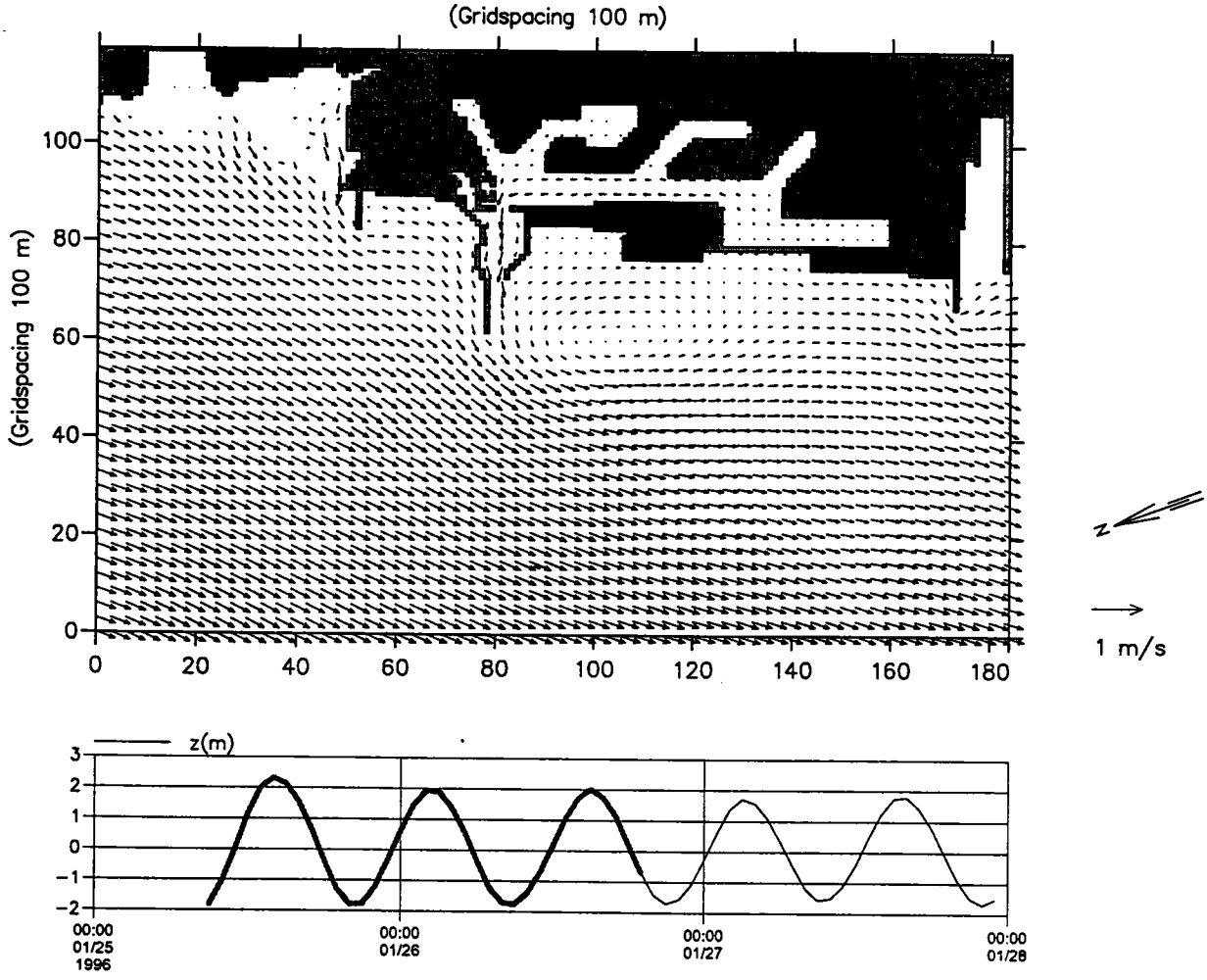


圖 3-38m 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場
(1996/01/26 19:00)

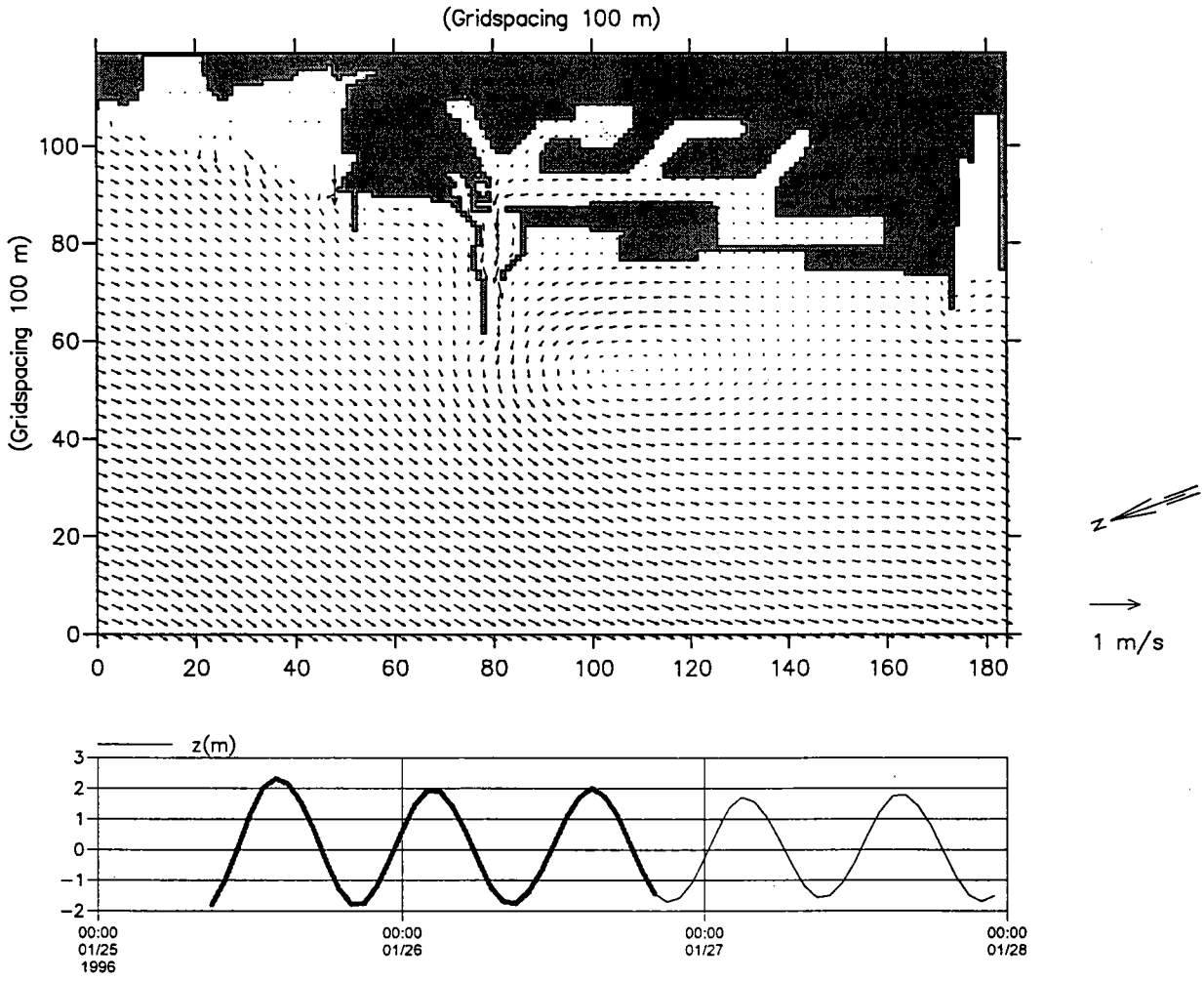


圖 3-38n 無浪、強風與潮汐影響下之台中港區計算海流流場 (1996/01/26 20:00)

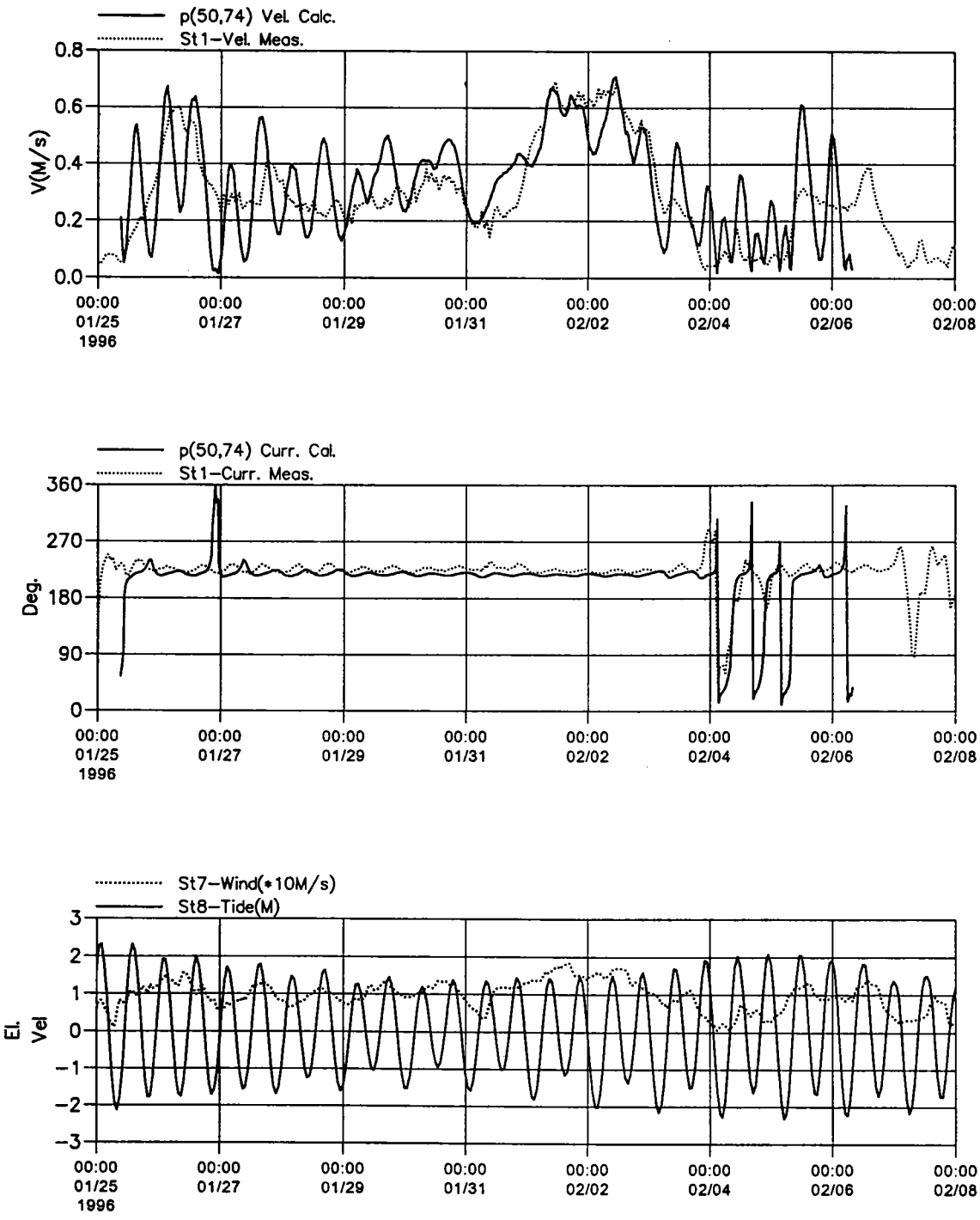


圖 3-39a 台中港海域 ST-1 測站在無浪、強風與潮汐影響下之計算與實測流場比較

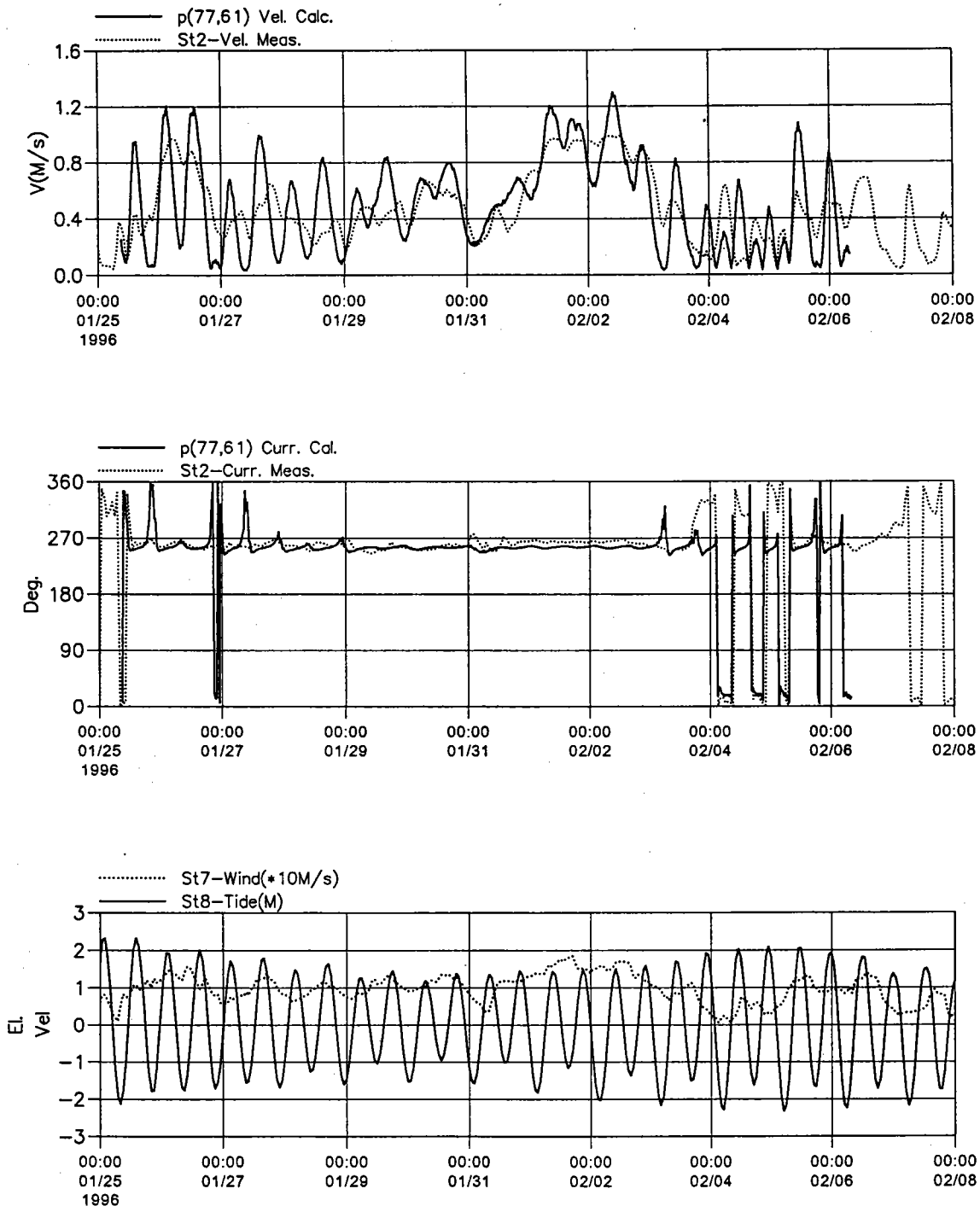
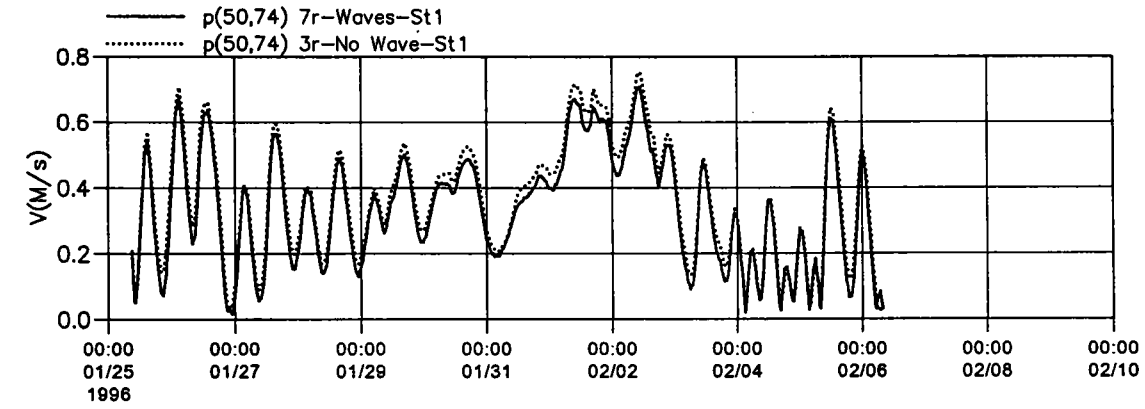
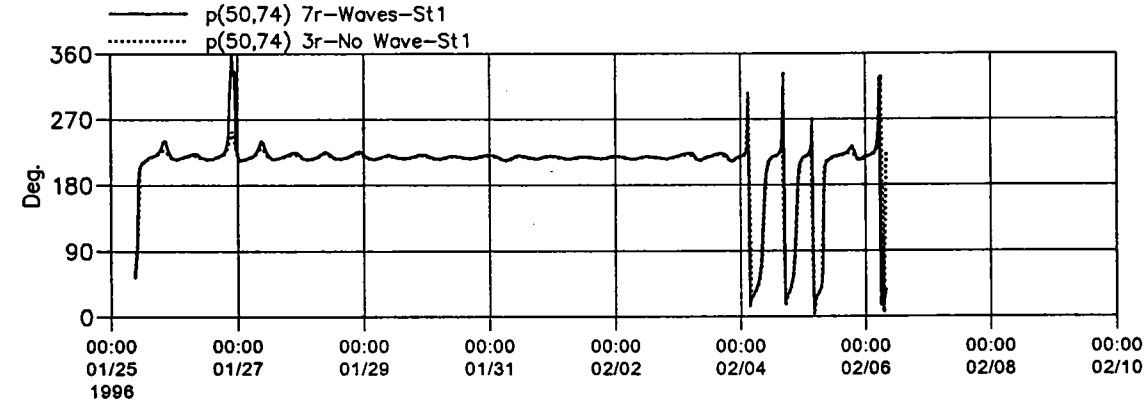


圖 3-39b 台中港海域 ST-2 測站在無浪、強風與潮汐影響下之計算與實測流場比較





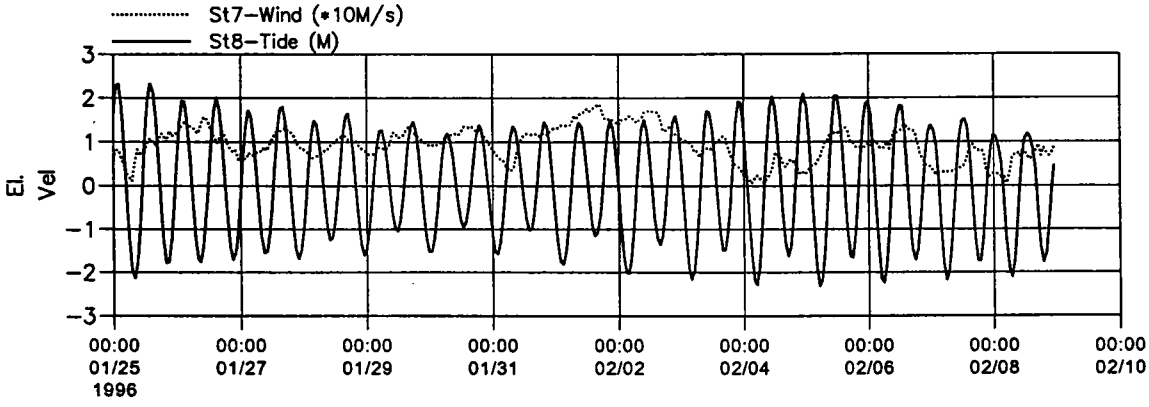
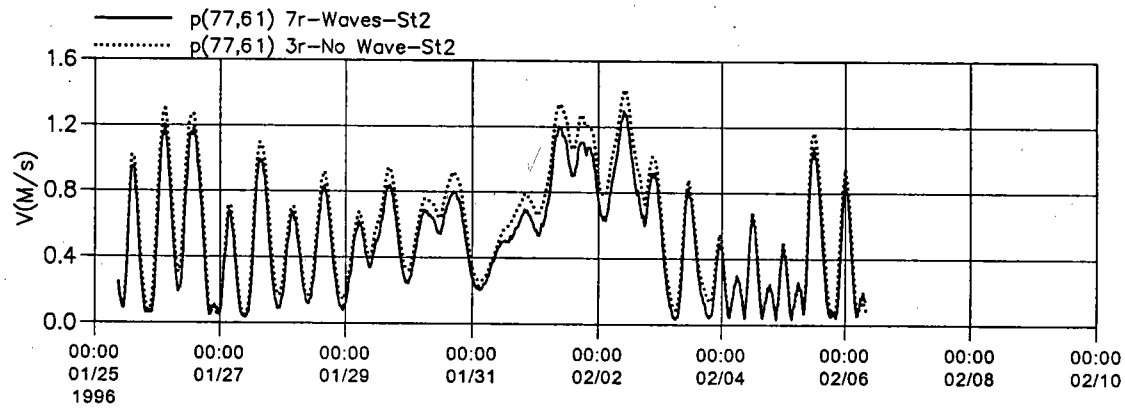
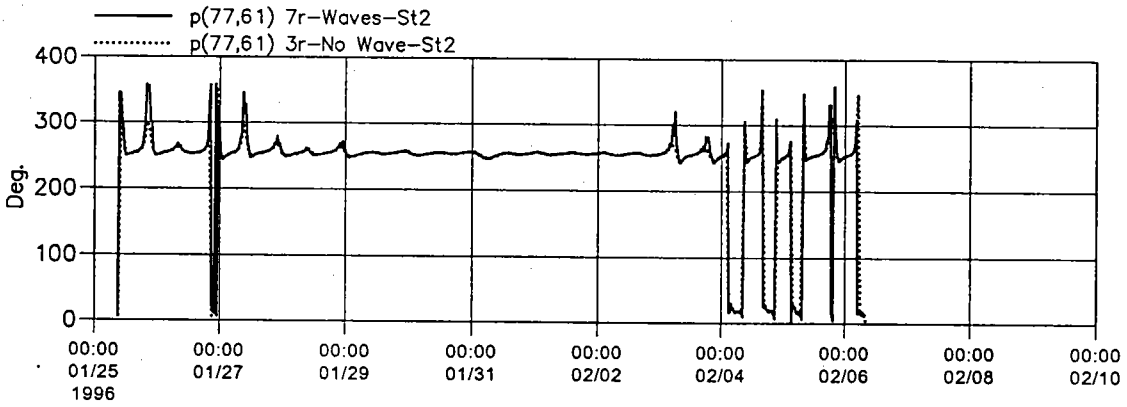


圖 3-40a 台中港區 ST-1 測站在無浪與潮汐作用下，動風與強風之計算流場比較





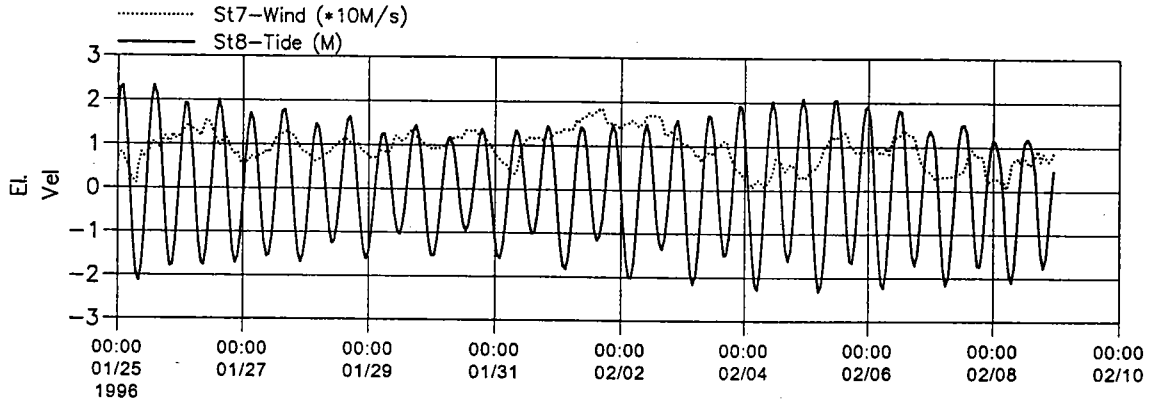
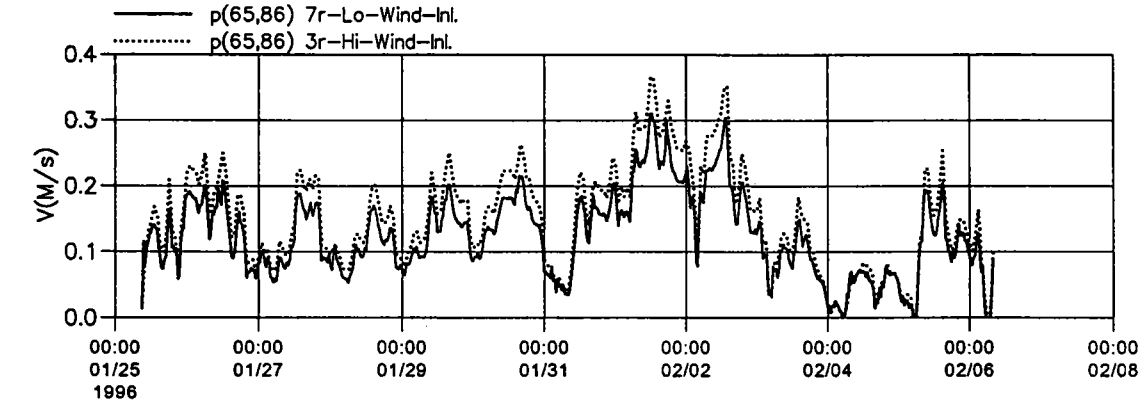
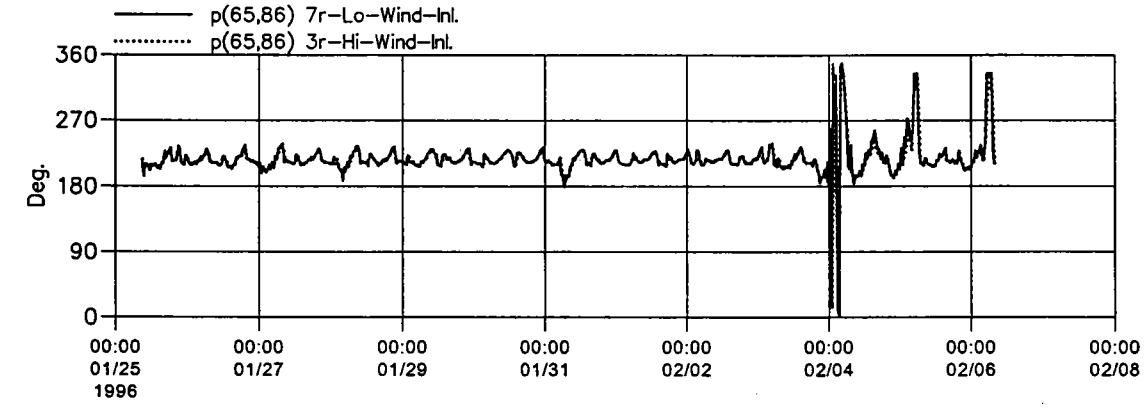


圖 3-40b 台中港區 ST-2 測站在無浪與潮汐作用下，勁風與強風之計算流場比較





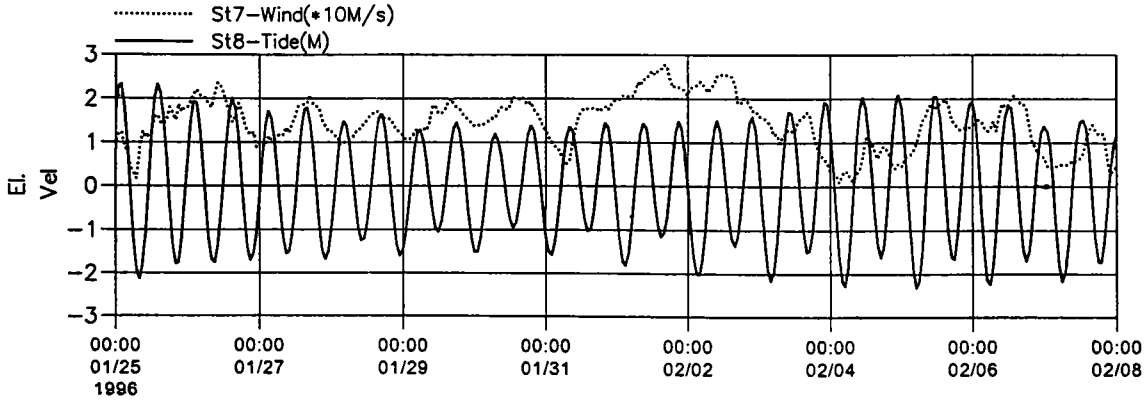
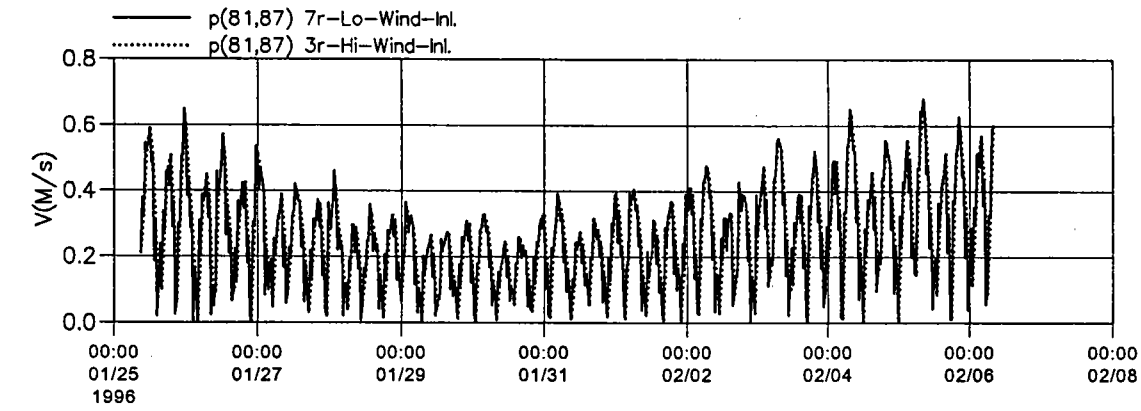
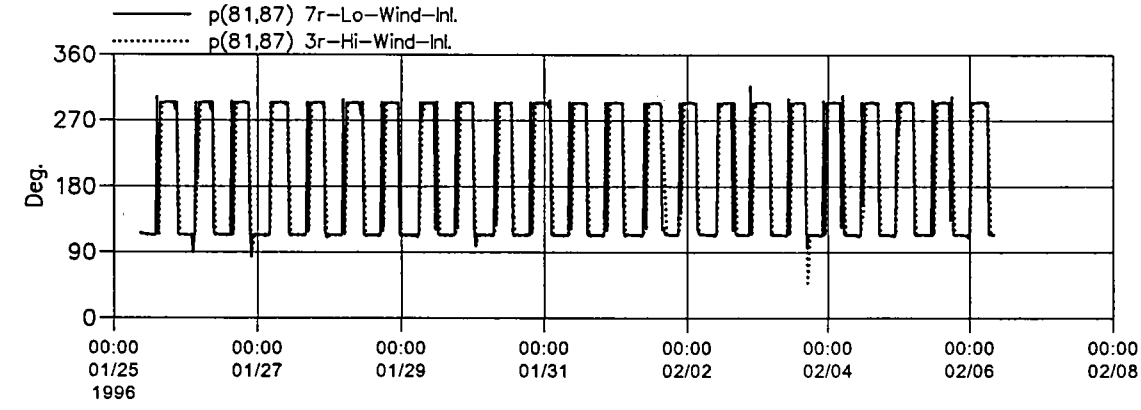


圖 3-40c 台中港北淤沙區中點於波浪與潮汐作用下，勁風與強風之計算流場比較





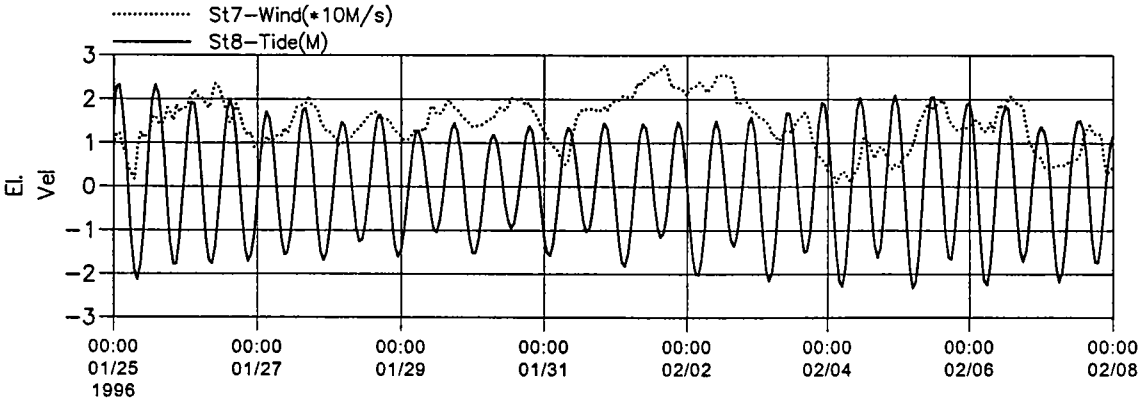


圖 3-40d 台中港內防波堤口中央於波浪與潮汐作用下，勁風與強風之計算流場比較

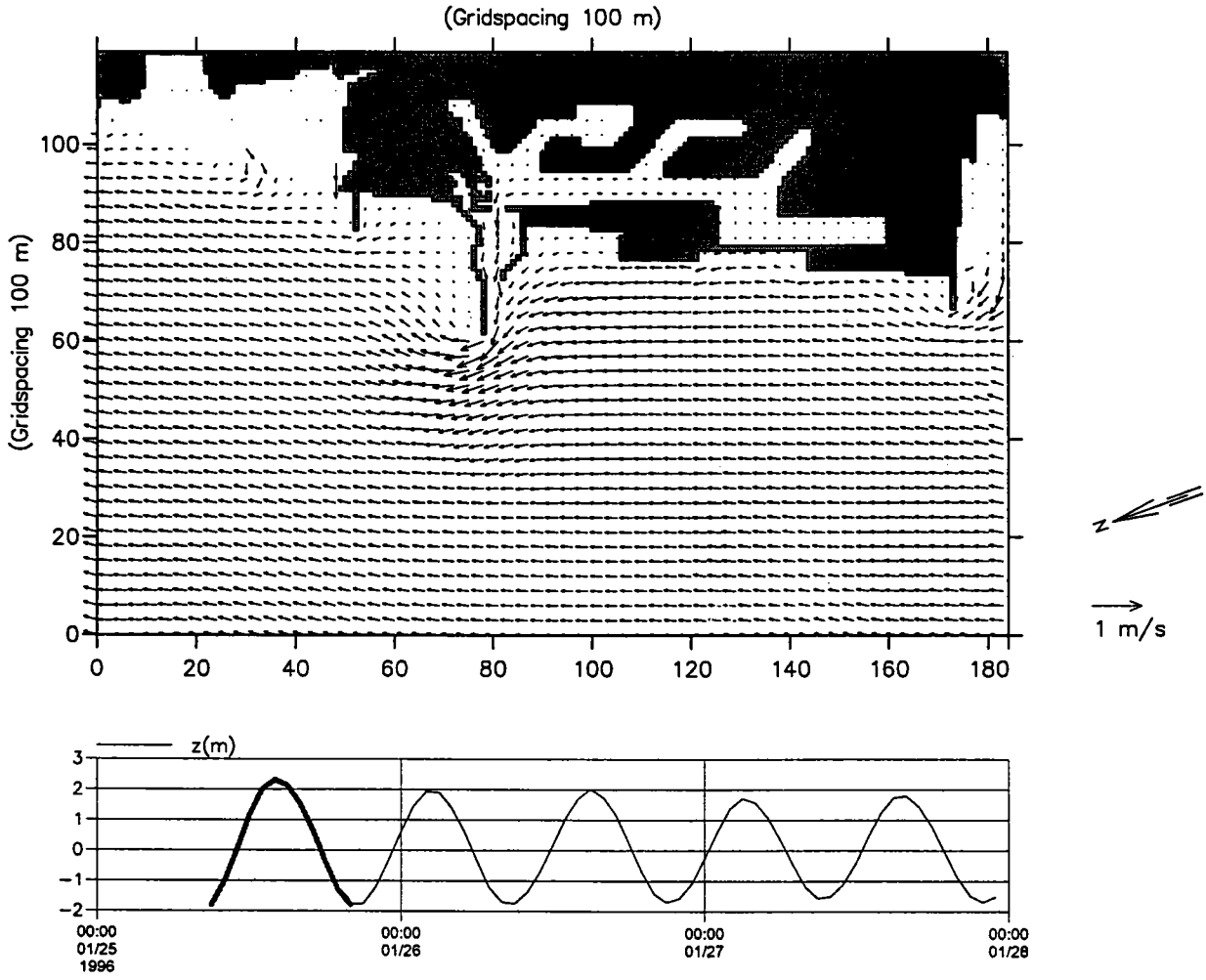


圖 3-41a 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/25　20:00)

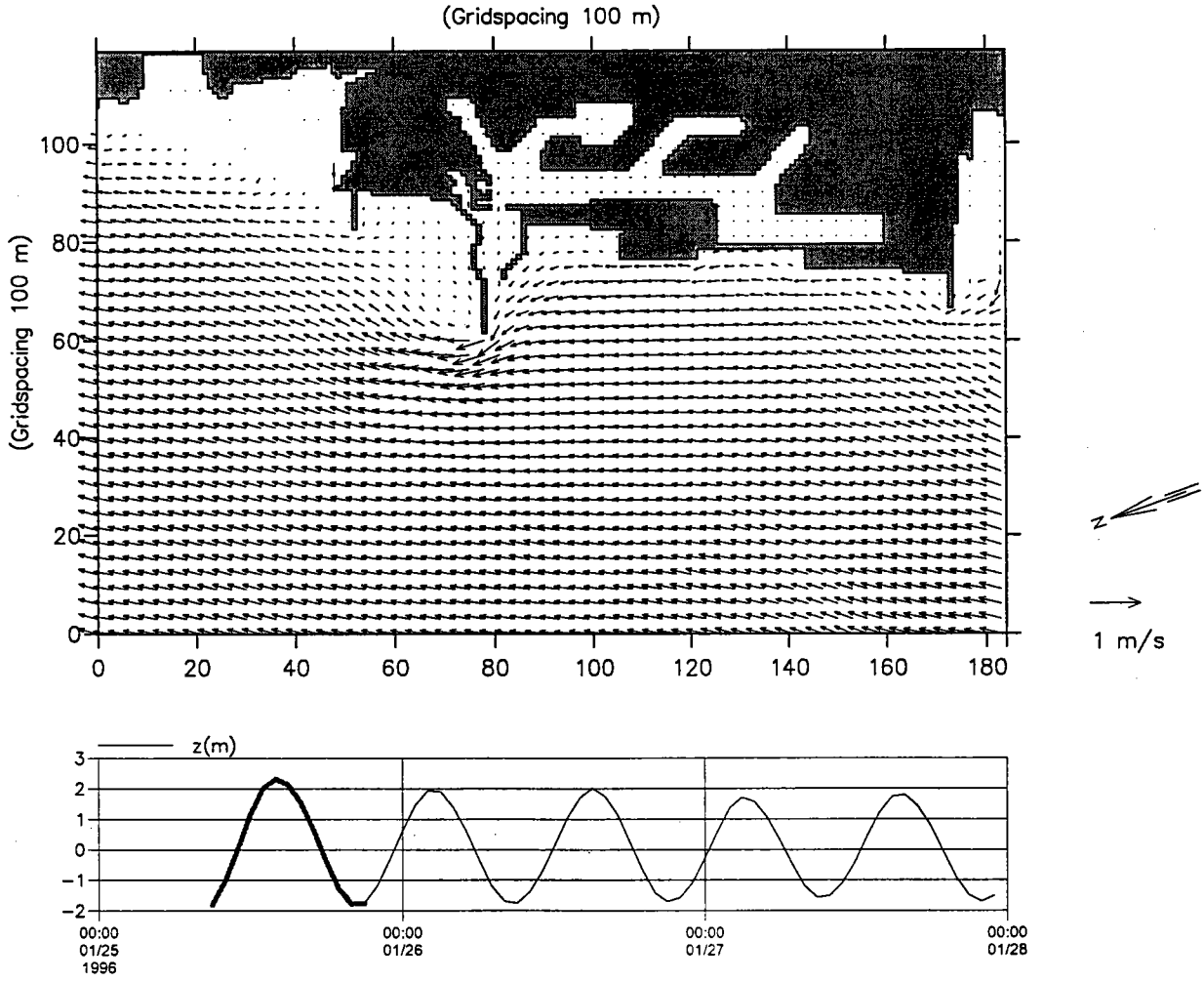


圖 3-41b 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/25　21:00)

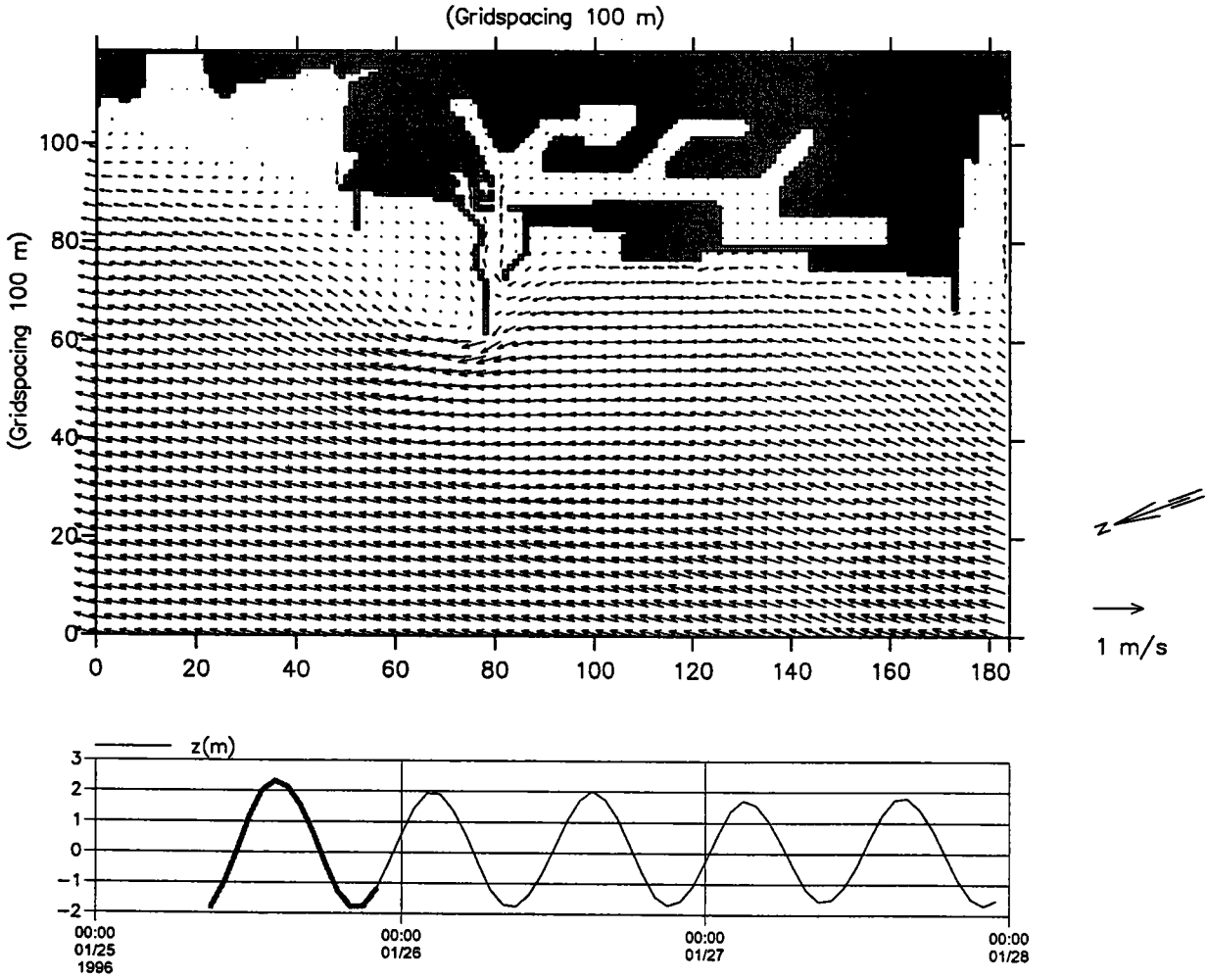


圖 3-41c 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/25　22:00)

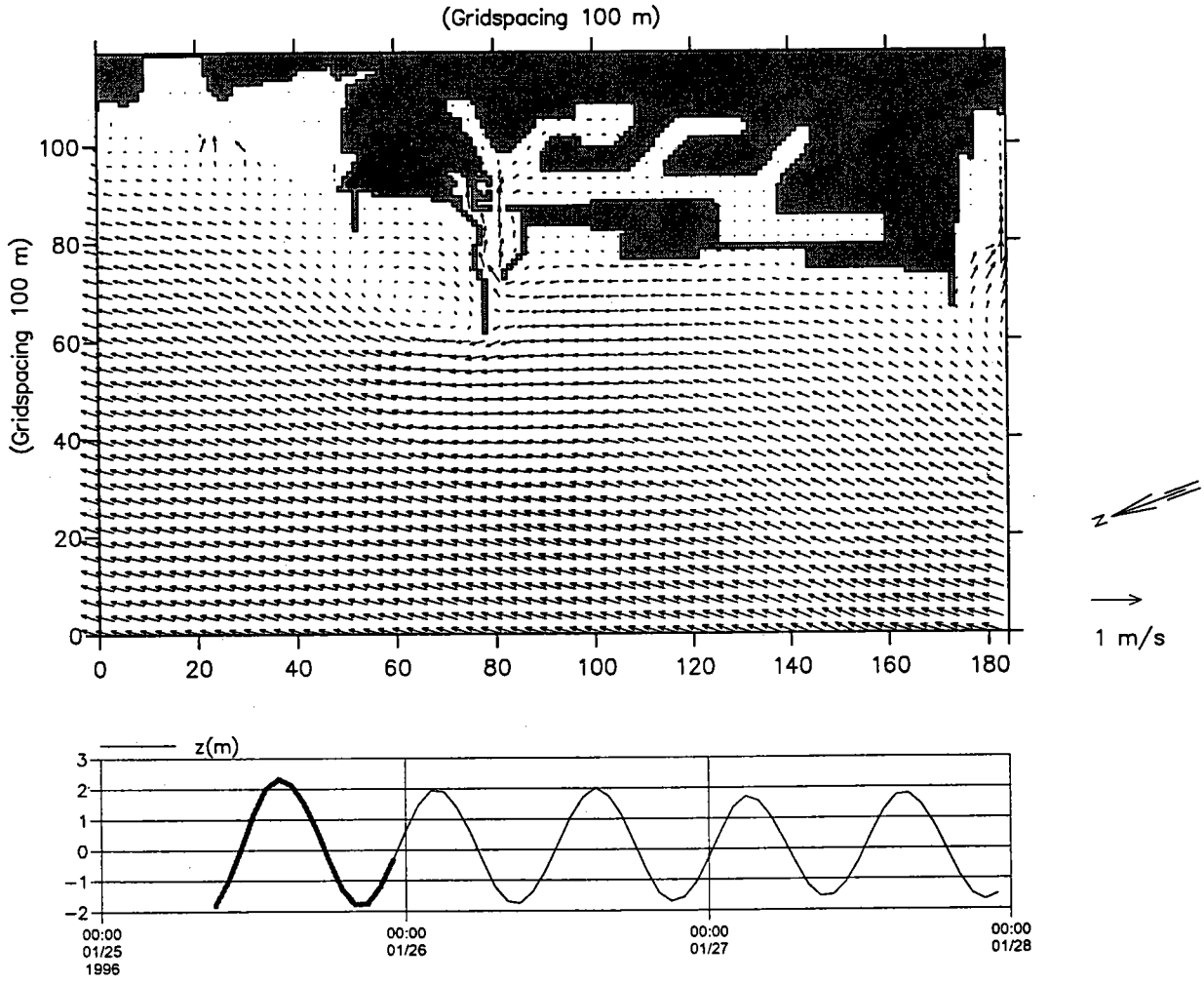


圖 3-41d 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/25　23:00)

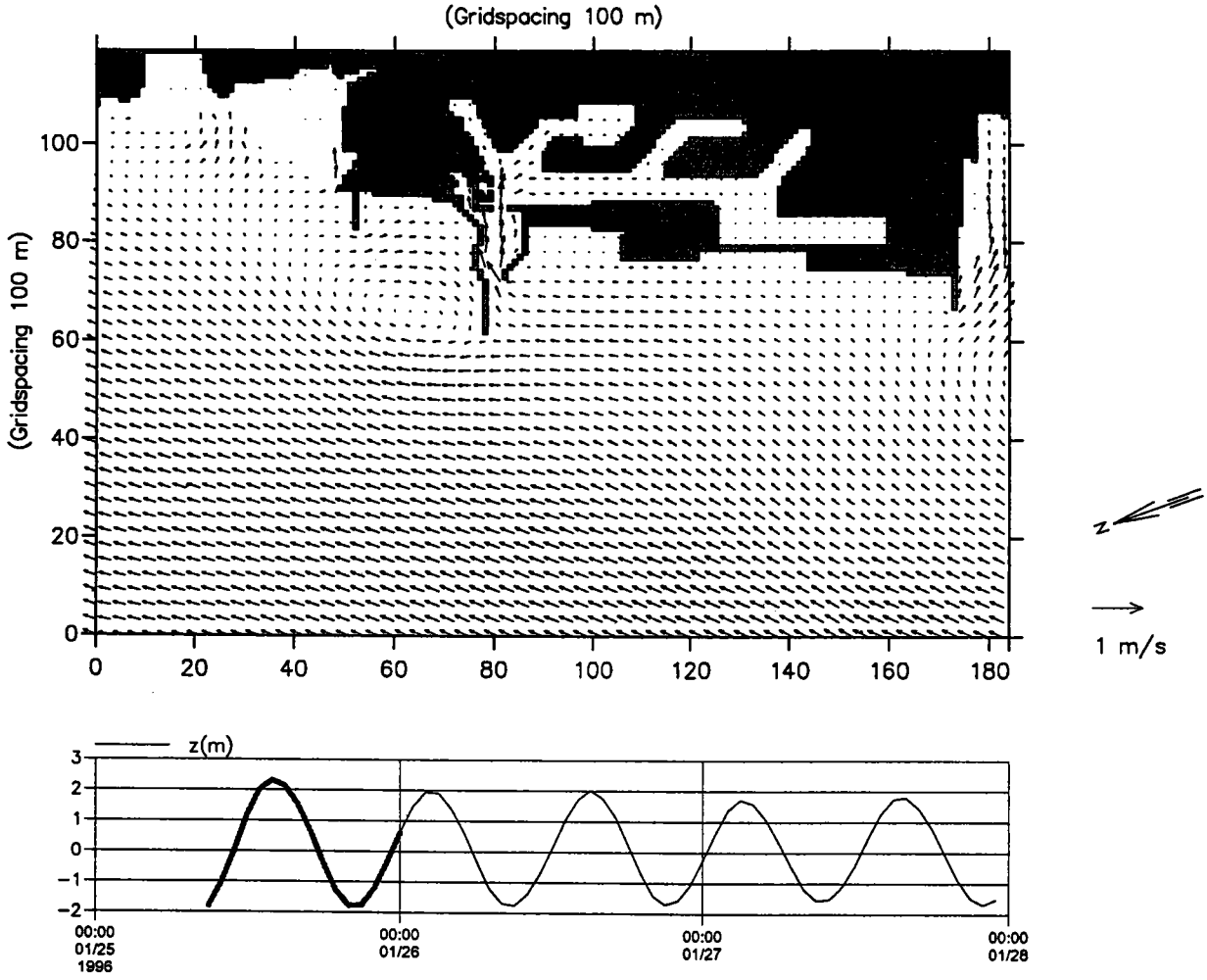


圖 3-41e 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26　00:00)

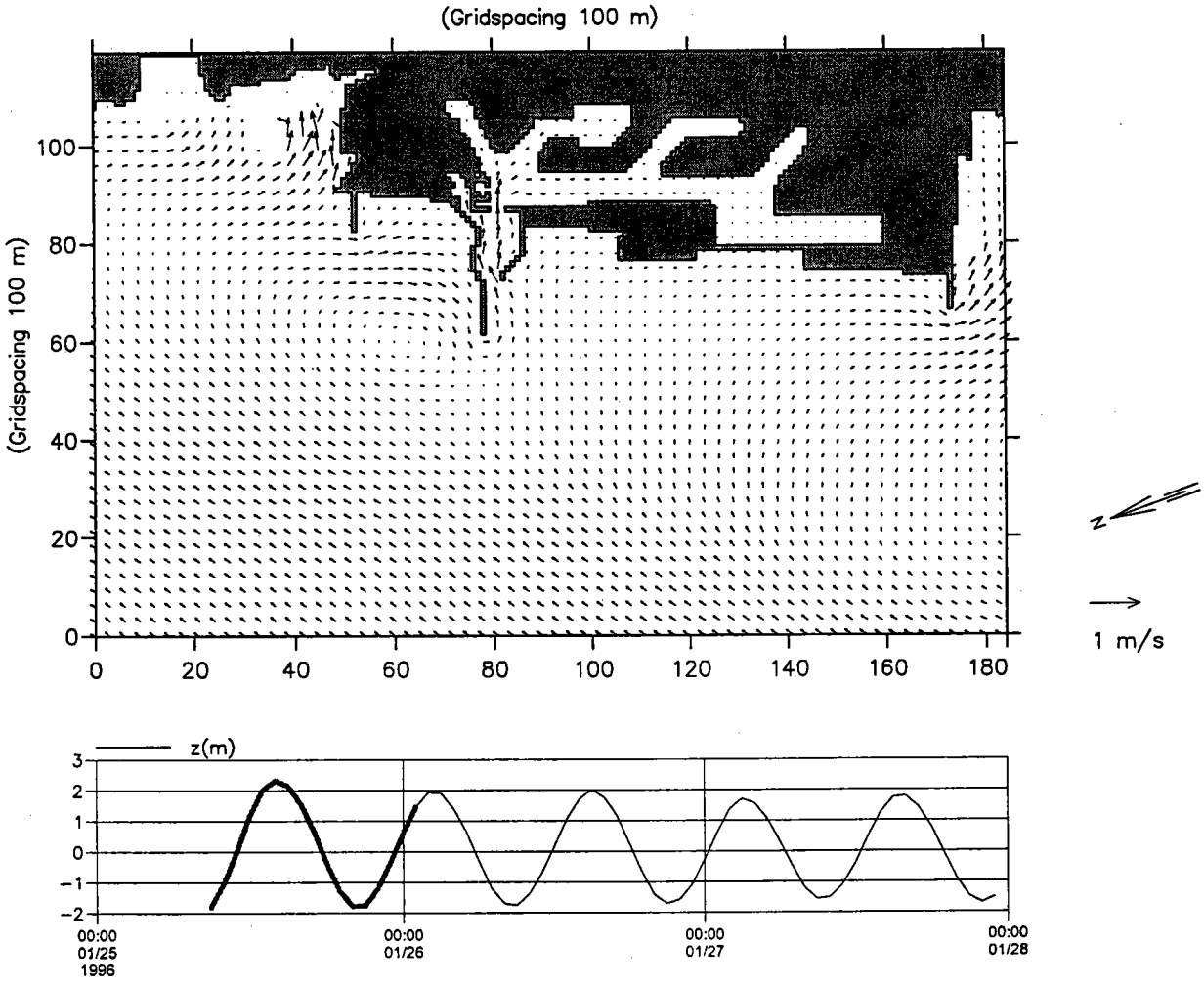


圖 3-41f 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 01:00)

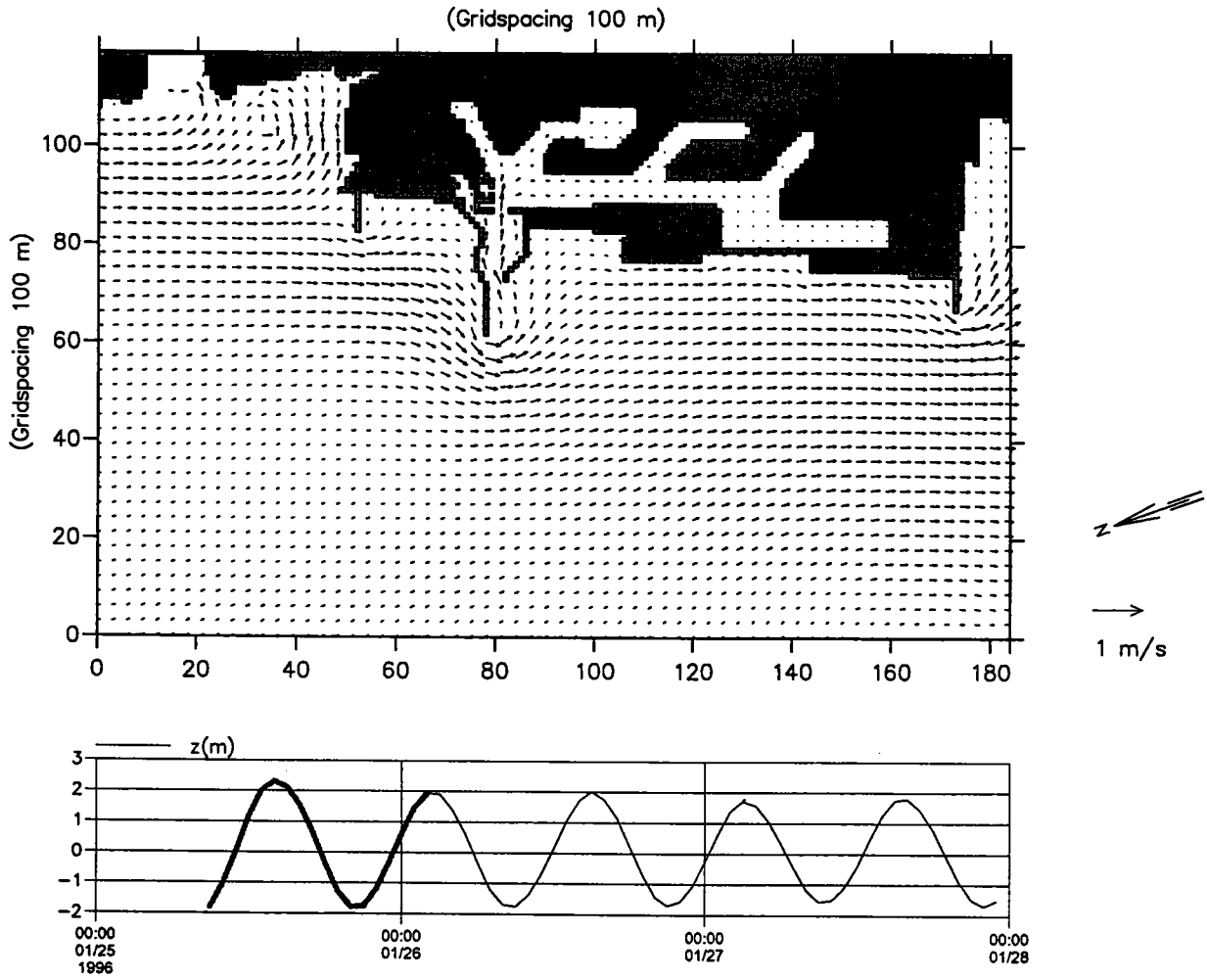


圖 3-41g 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 02:00)

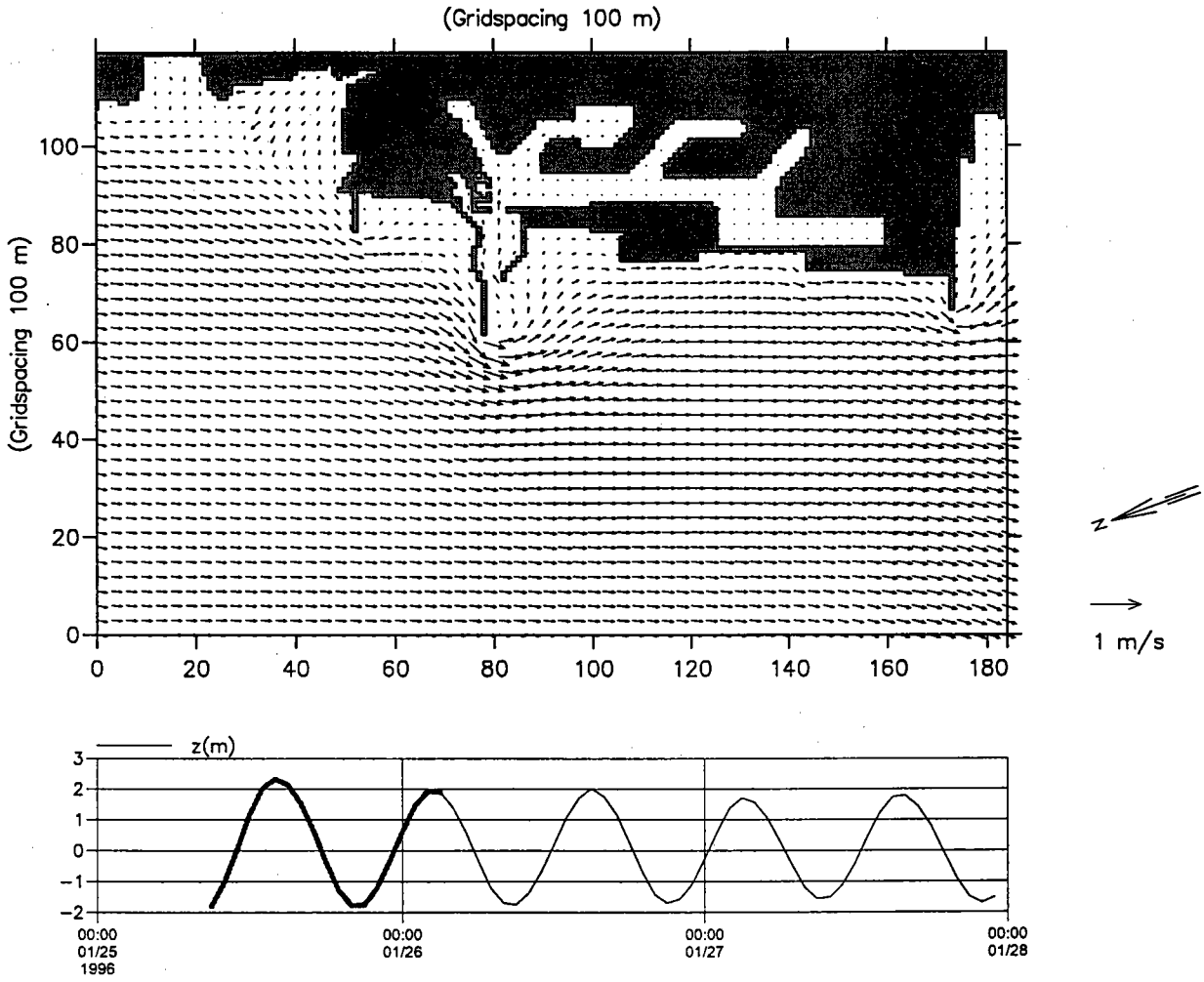


圖 3-41h 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 03:00)

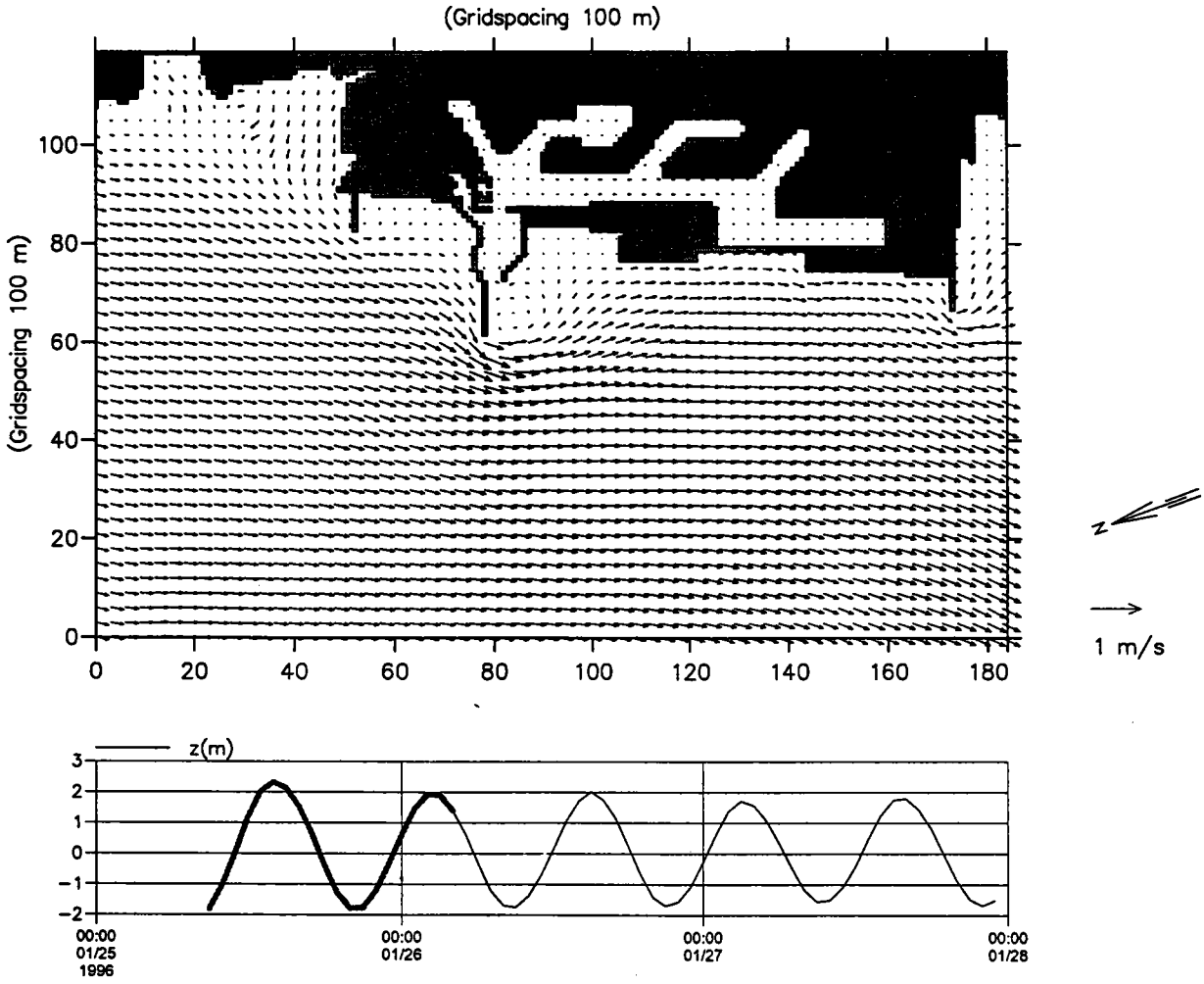


圖 3-41i 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26　04:00)

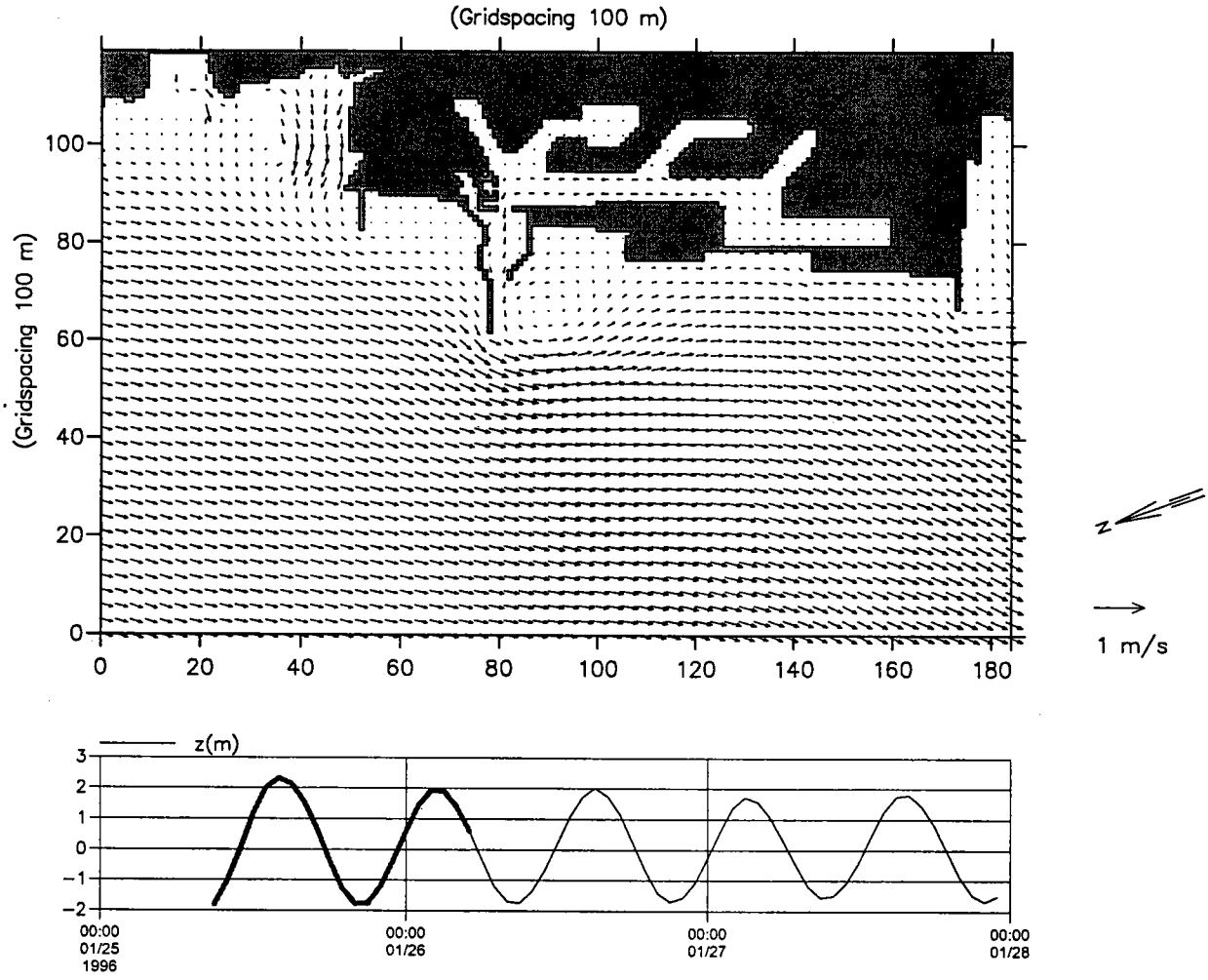


圖 3-41j 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 05:00)

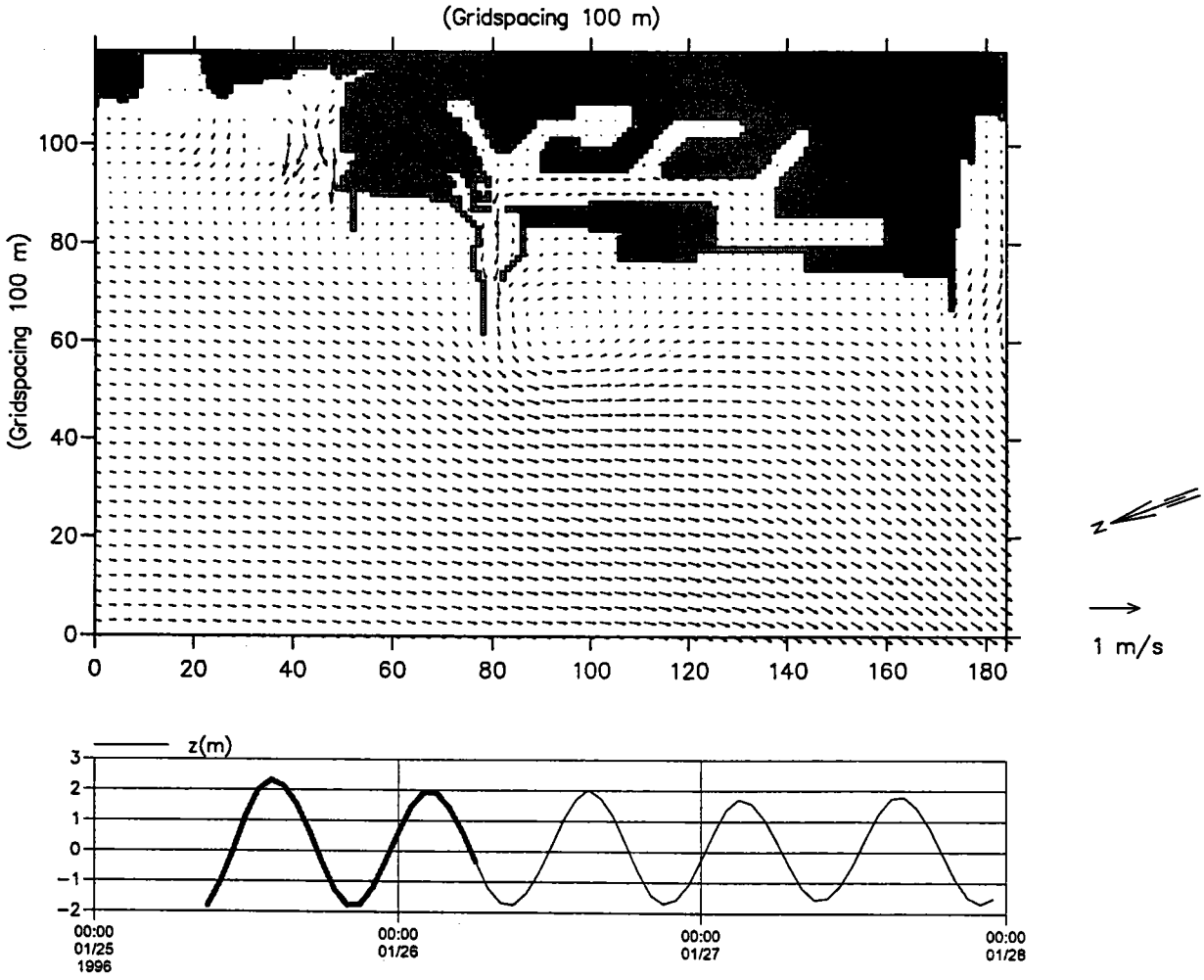


圖 3-41k 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26　06:00)

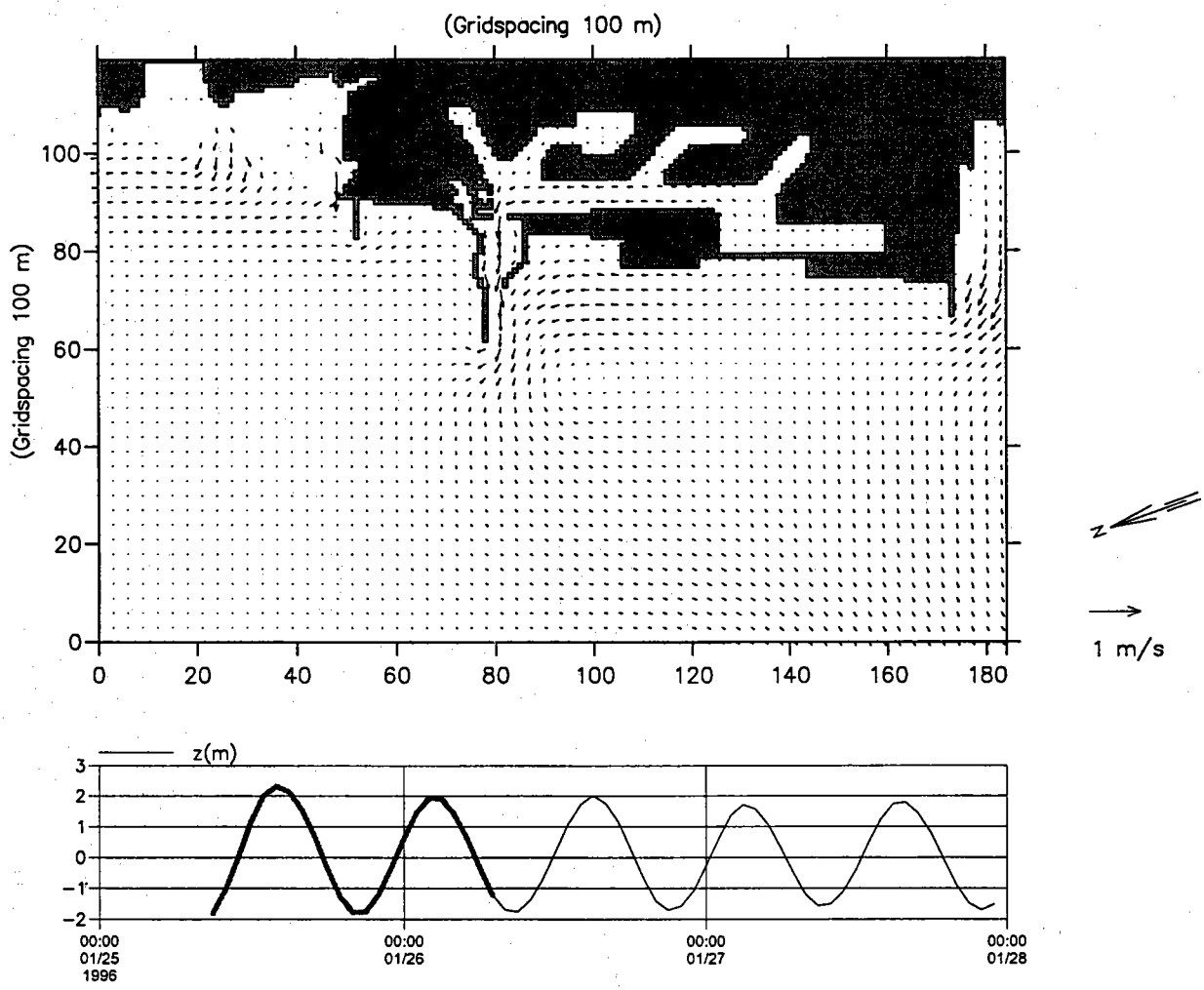


圖 3-41ℓ 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 07:00)

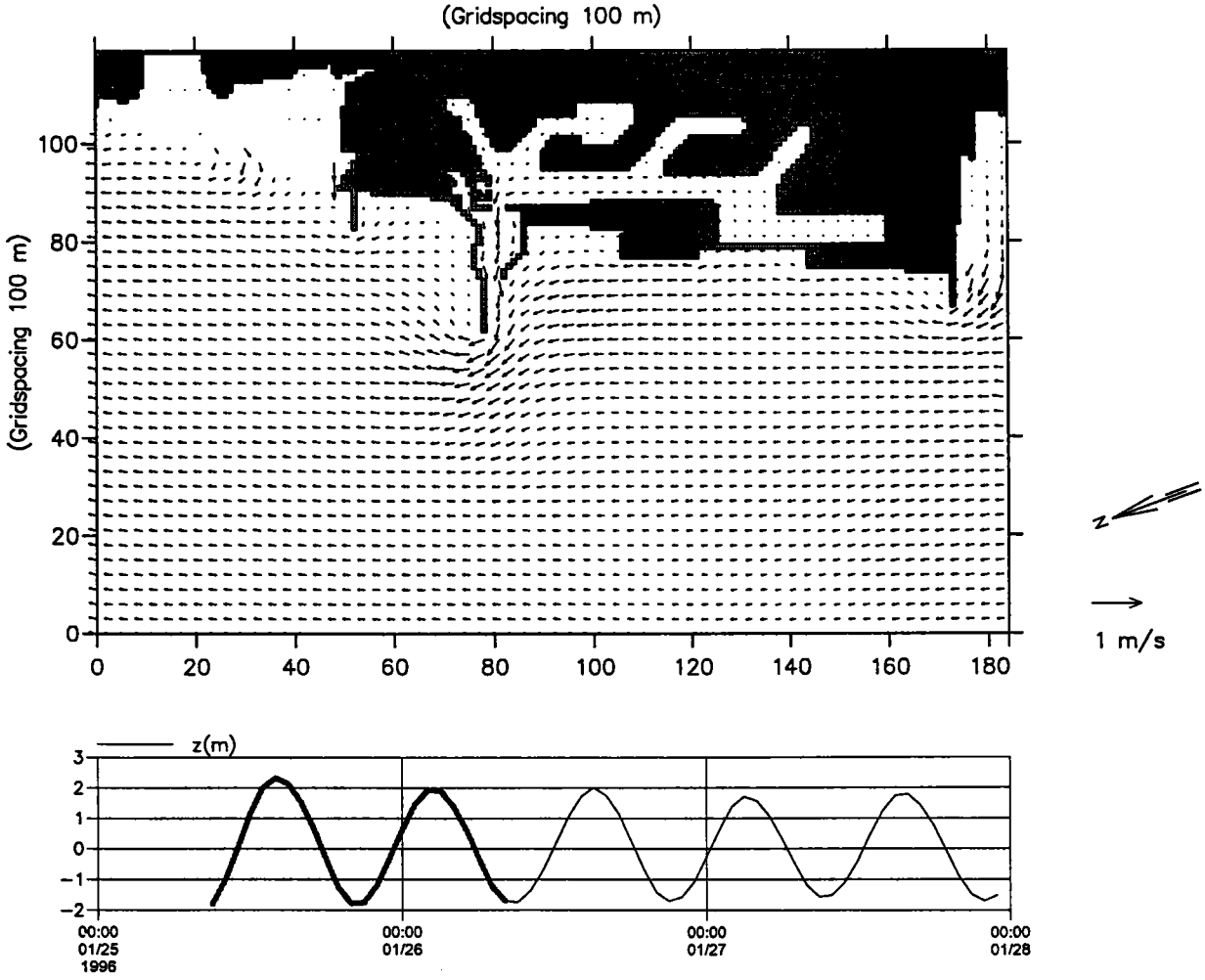


圖 3-41m 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 08:00)

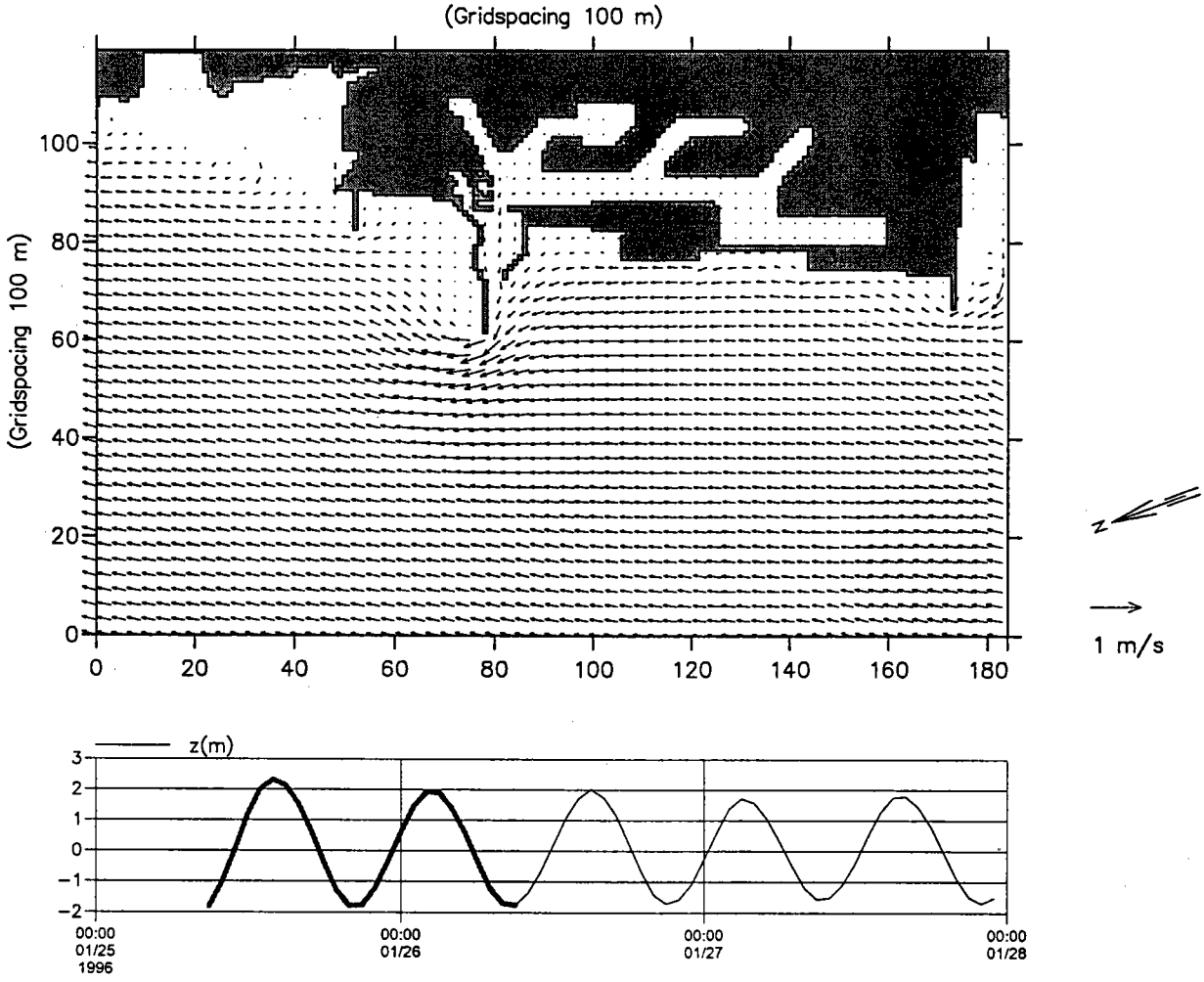


圖 3-41n 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26 09:00)

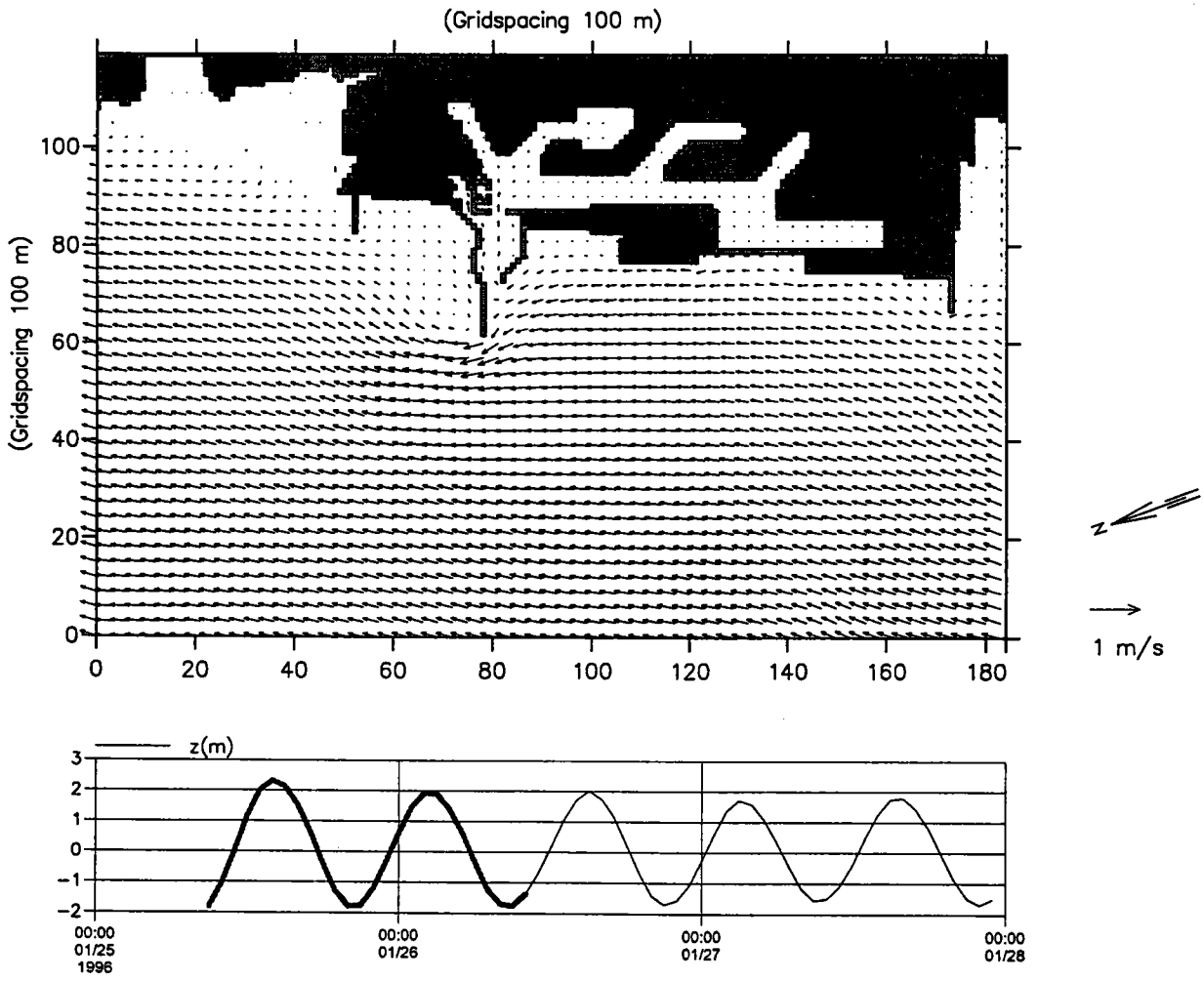


圖 3-41o 台中港海域無風、無浪，純潮汐之計算海流流場
(1996/01/26　10:00)

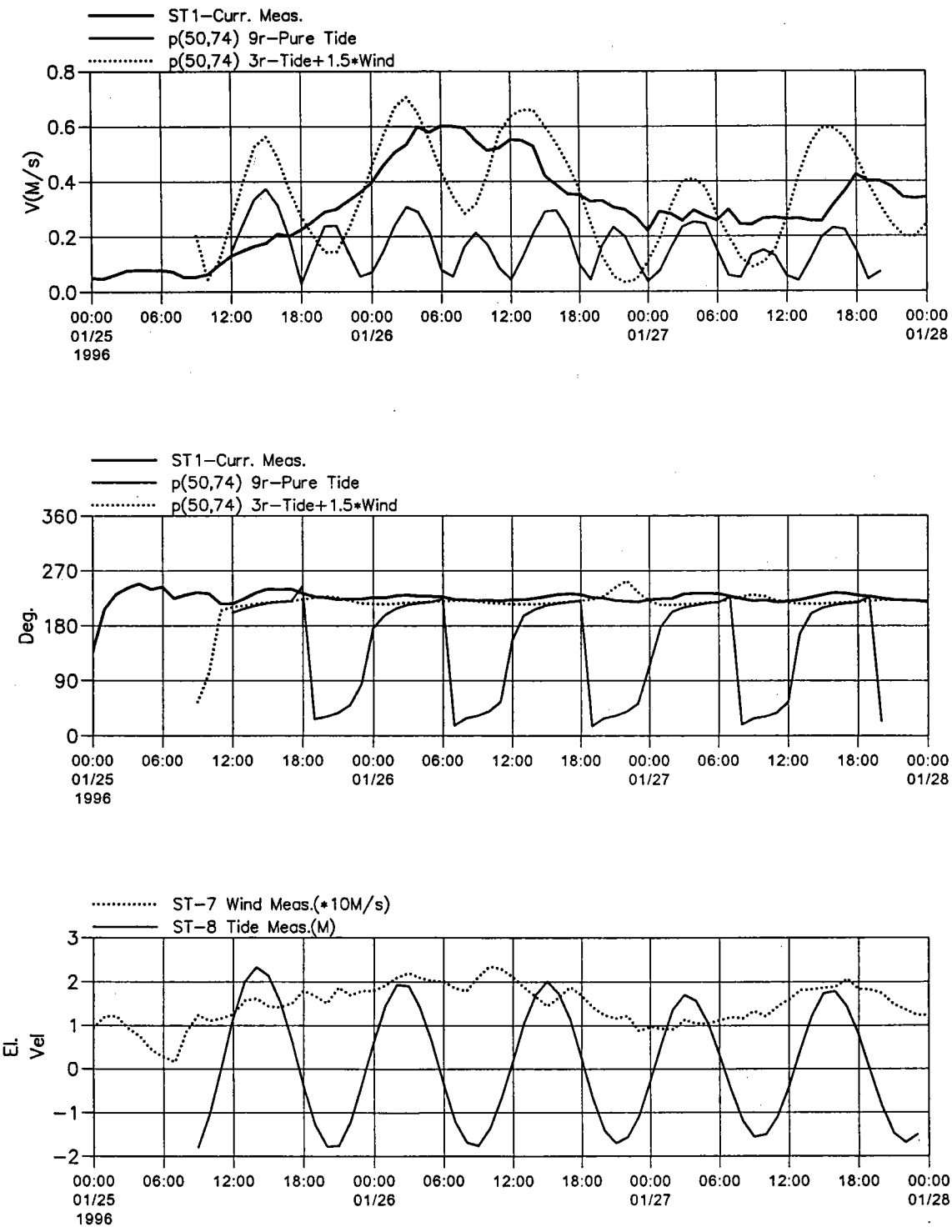
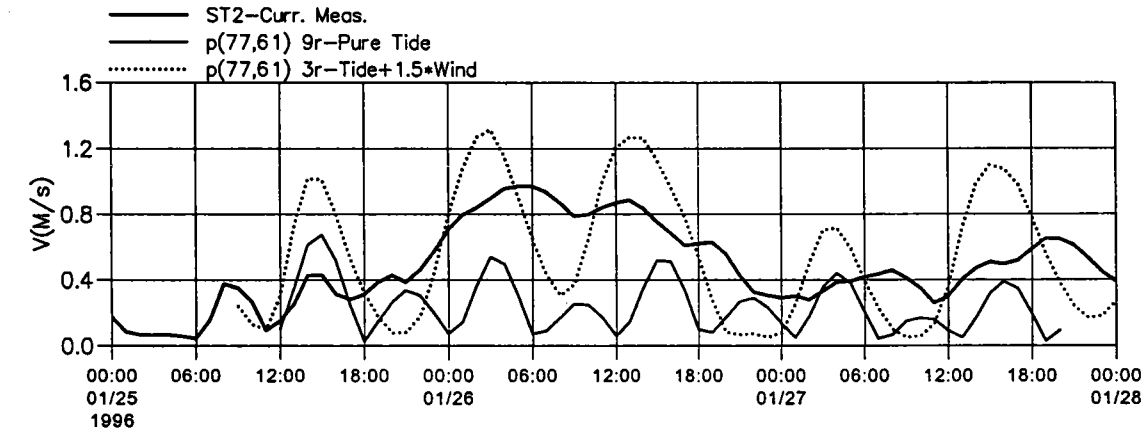
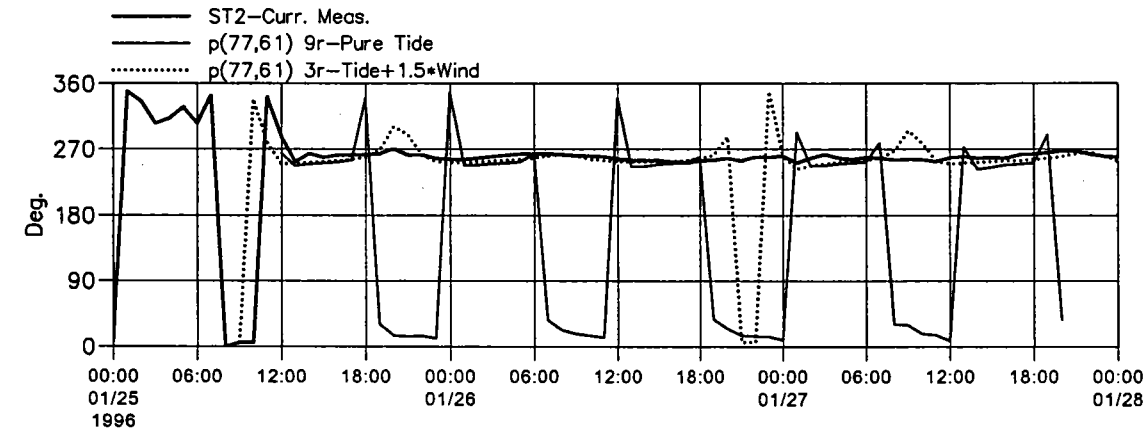


圖 3-42a 台中港海域 ST-1 測站無風、無浪，純潮汐作用之計算海流驗證及比較





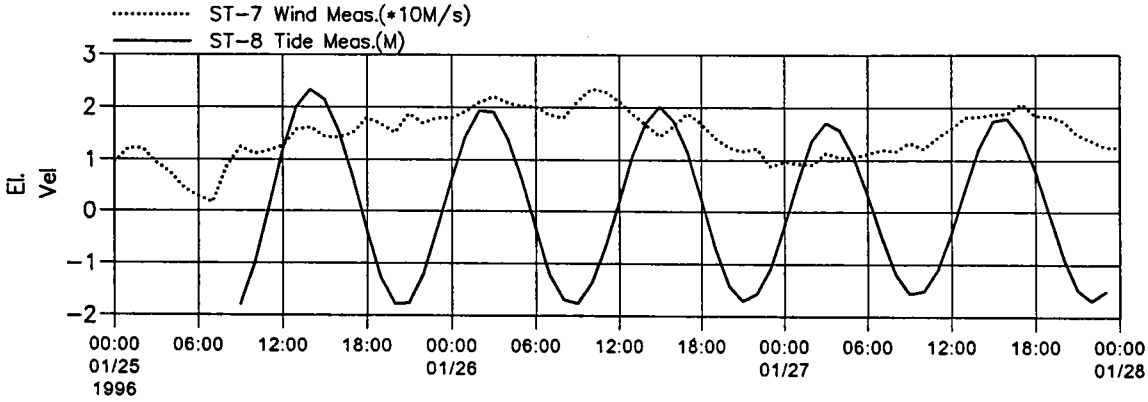


圖 3-42b 台中港海域 ST-2 測站無風、無浪，純潮汐作用之計算海流驗證及比較

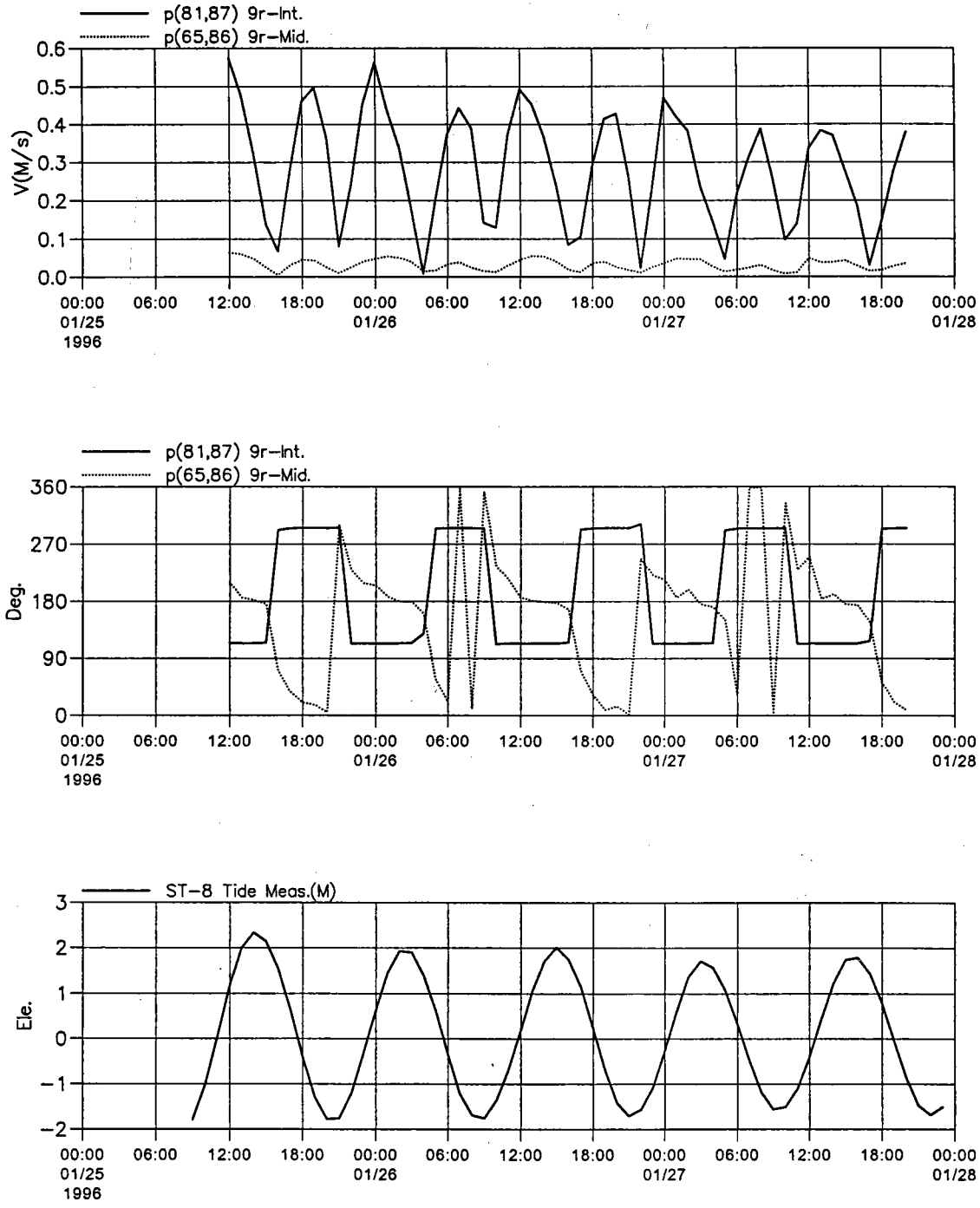


圖 3-42c 台中港北淤沙區中點及內防波堤口中央於無風、無浪、純潮汐作用下之計算流速



圖 3-43 台中港海域 1995/09/02 SPOT 衛星影像

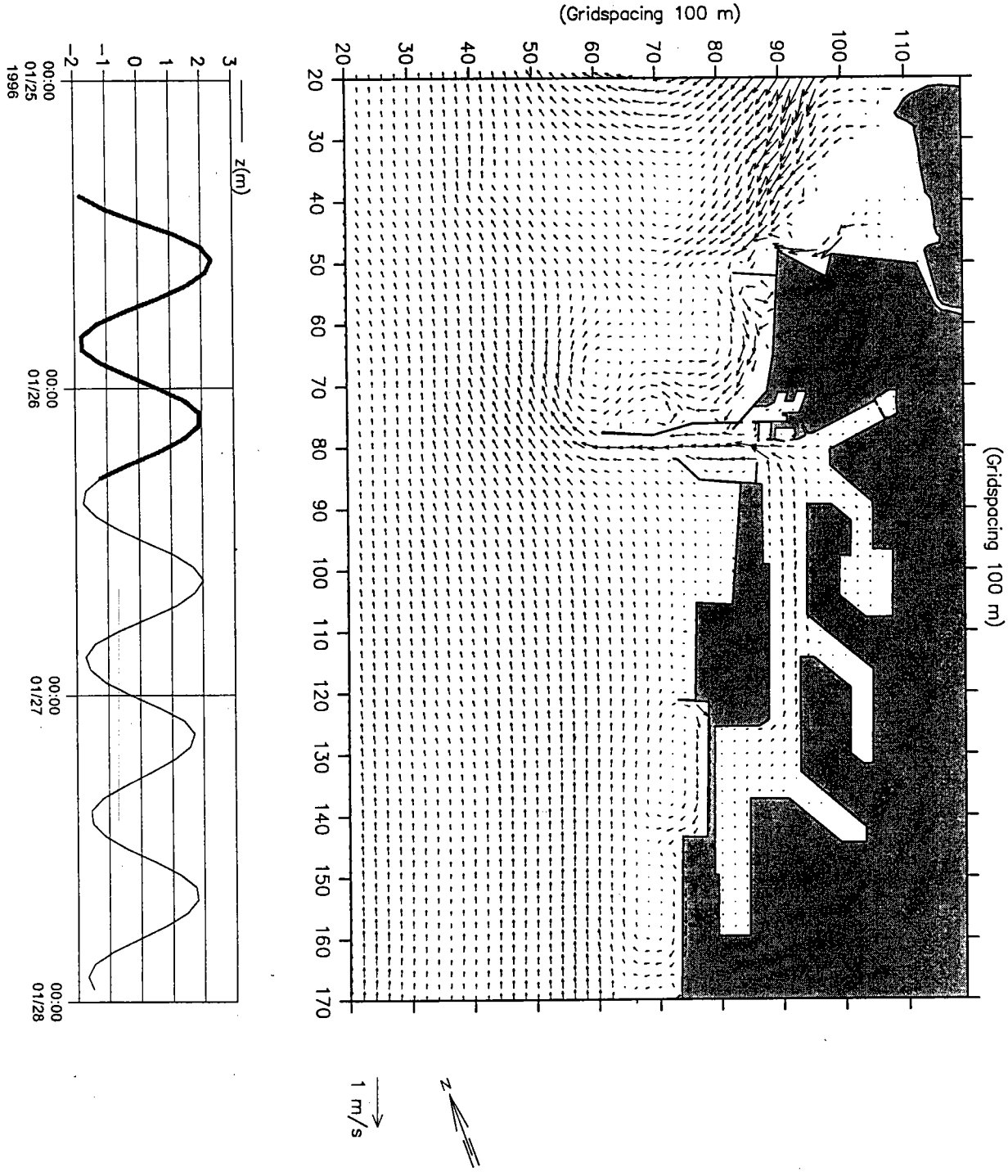
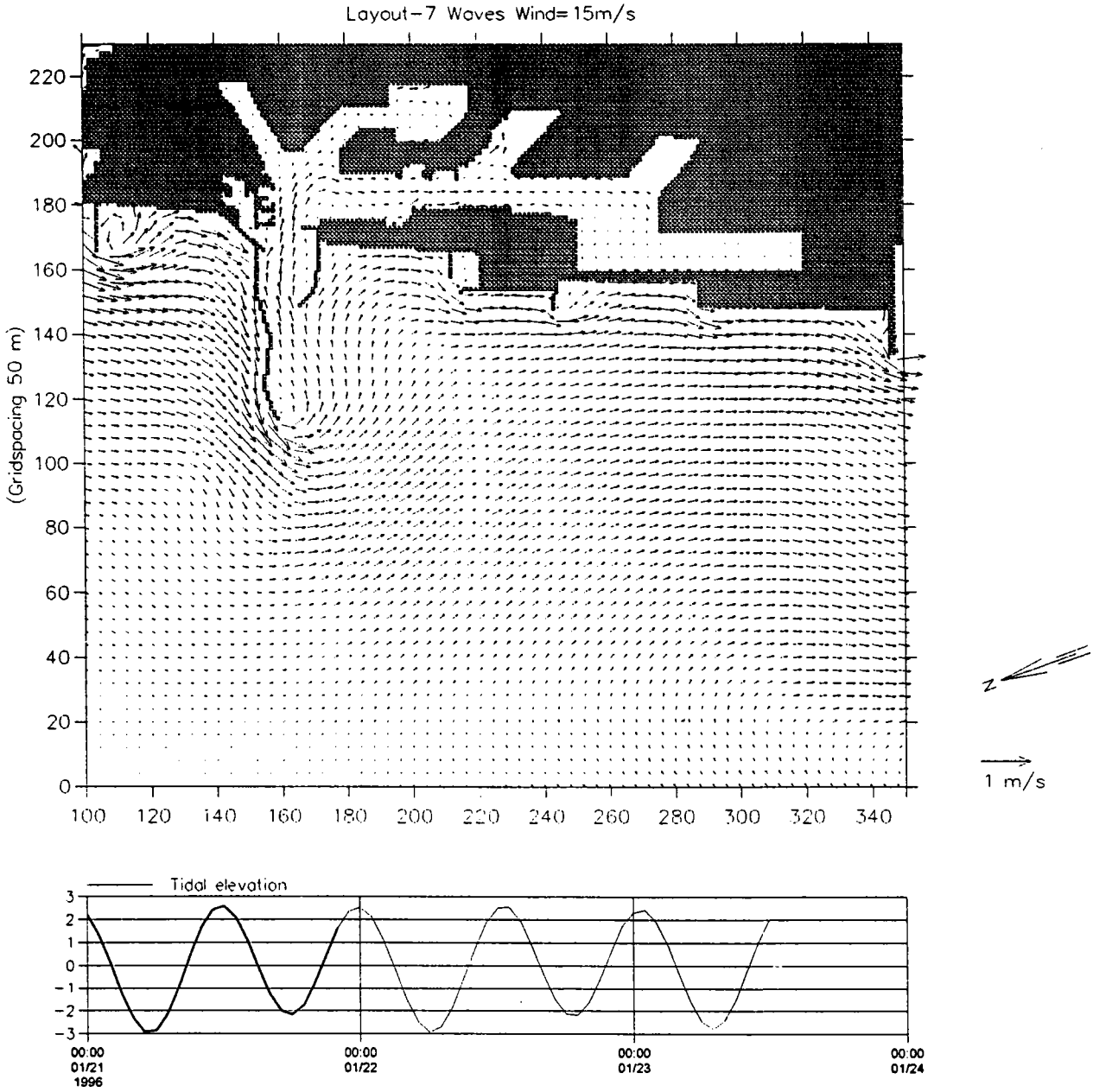


圖 3-44a 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 08:00)


Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

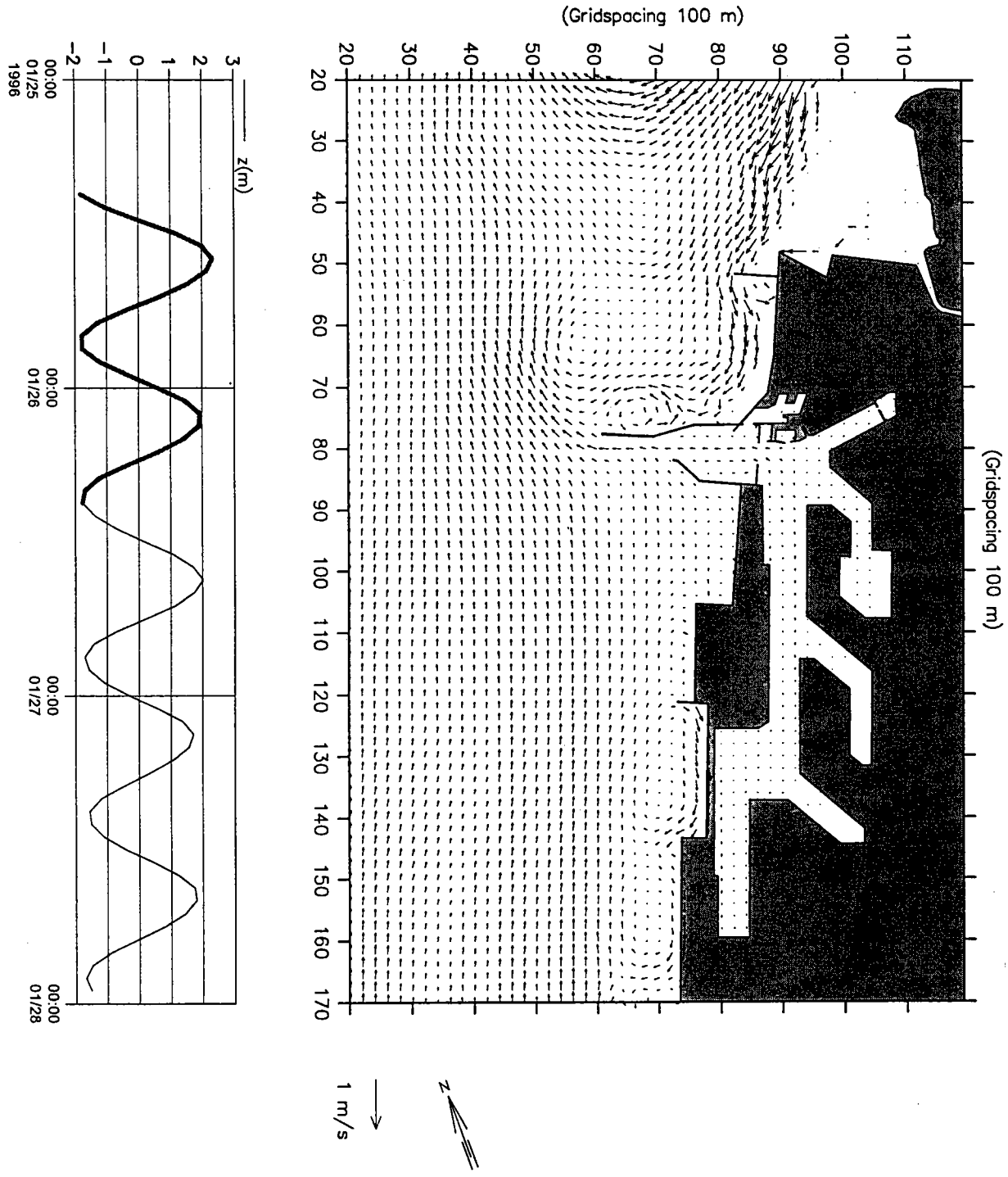


圖 3-44c 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 10:00)

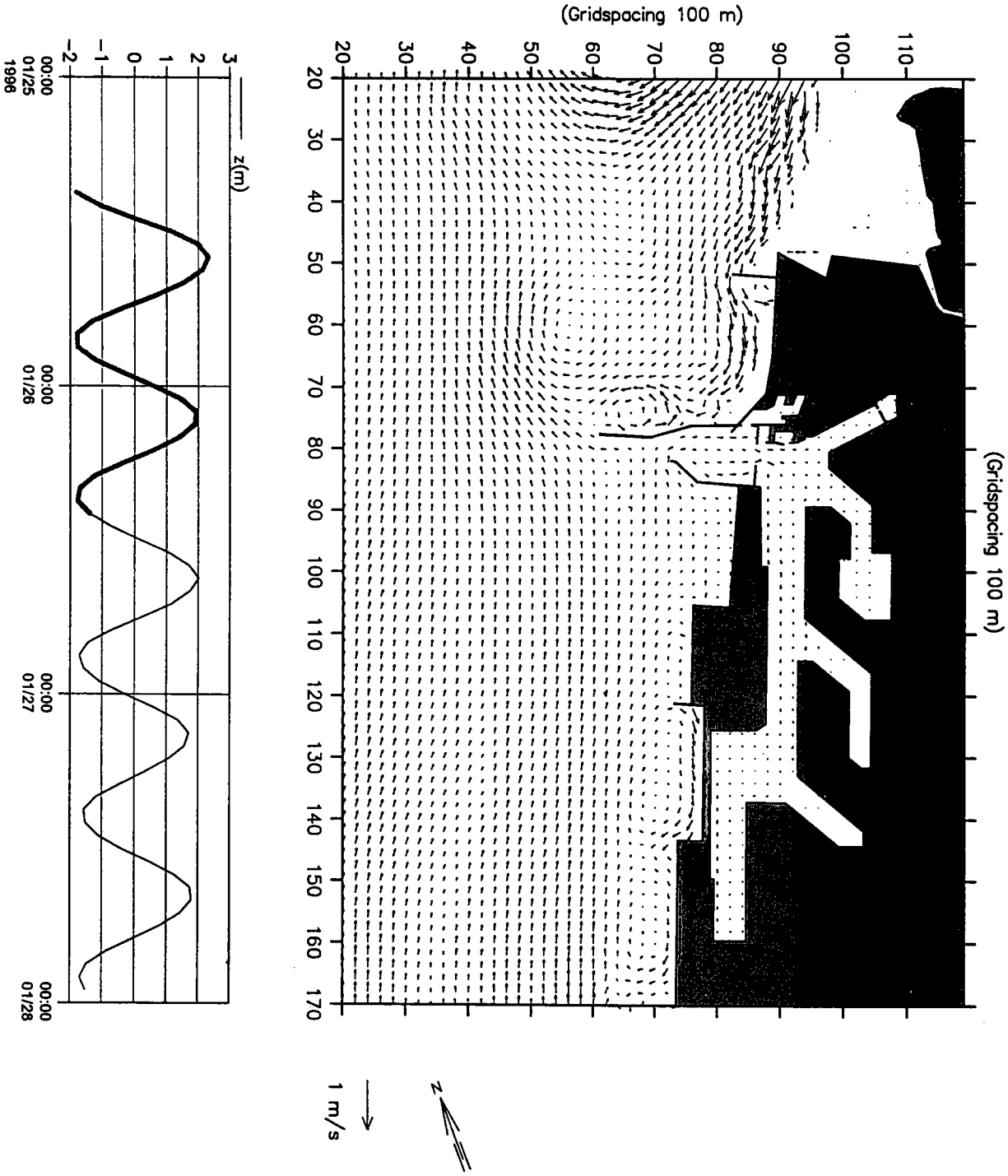


圖 3-44d 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 11:00)

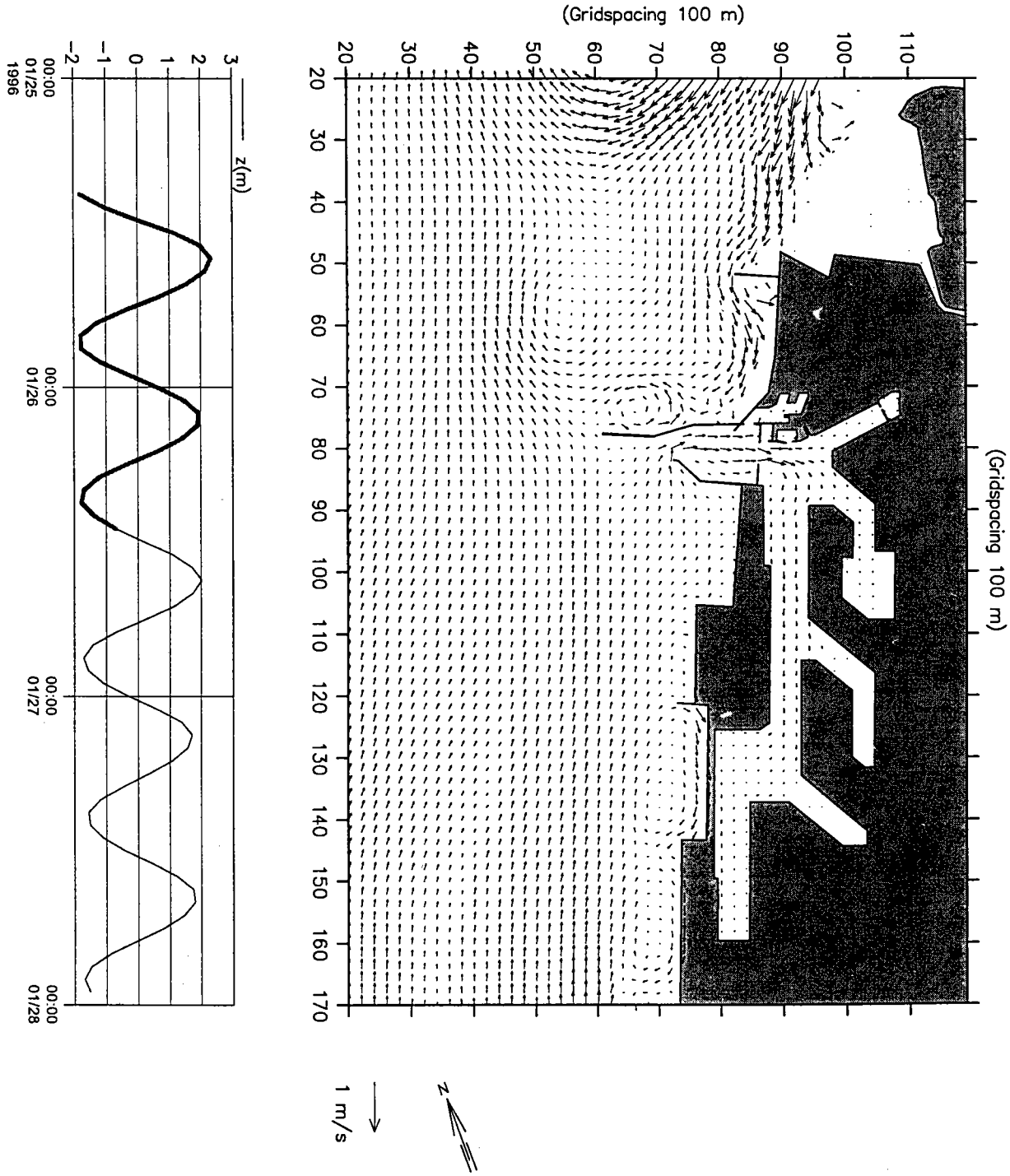


圖 3-44e 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 12:00)

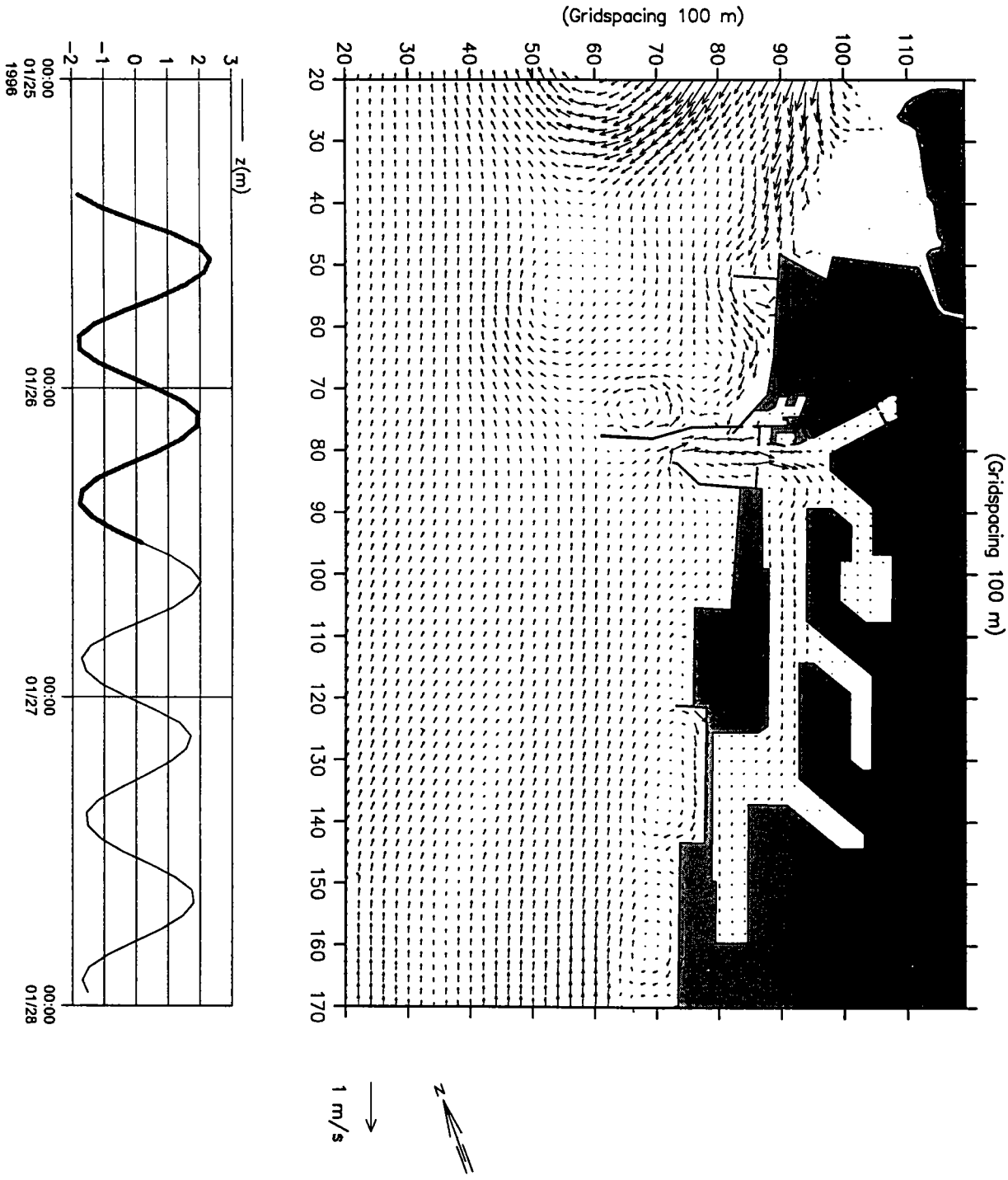
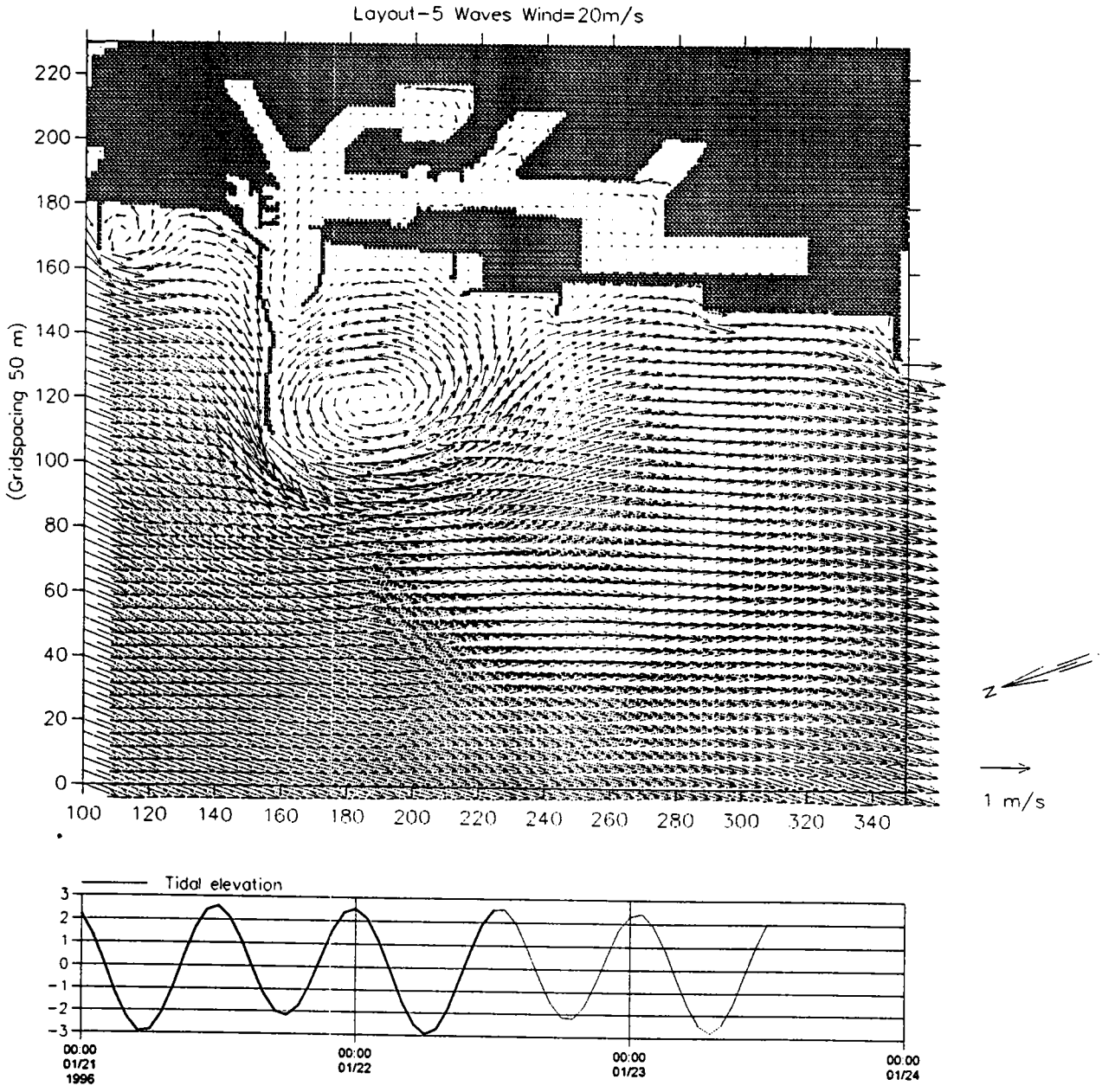


圖 3-44f 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 13:00)


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

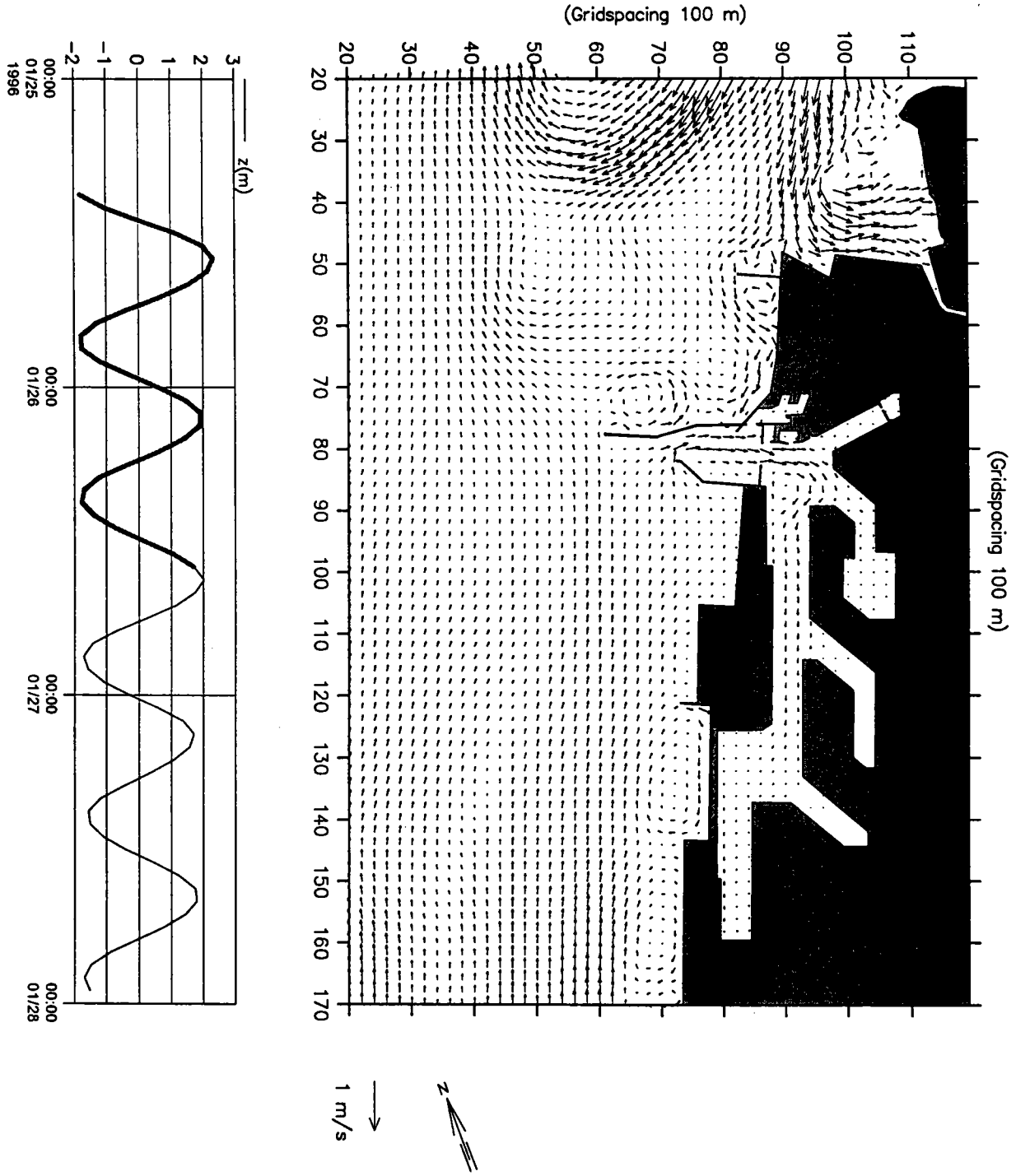


圖 3-44h 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 15:00)

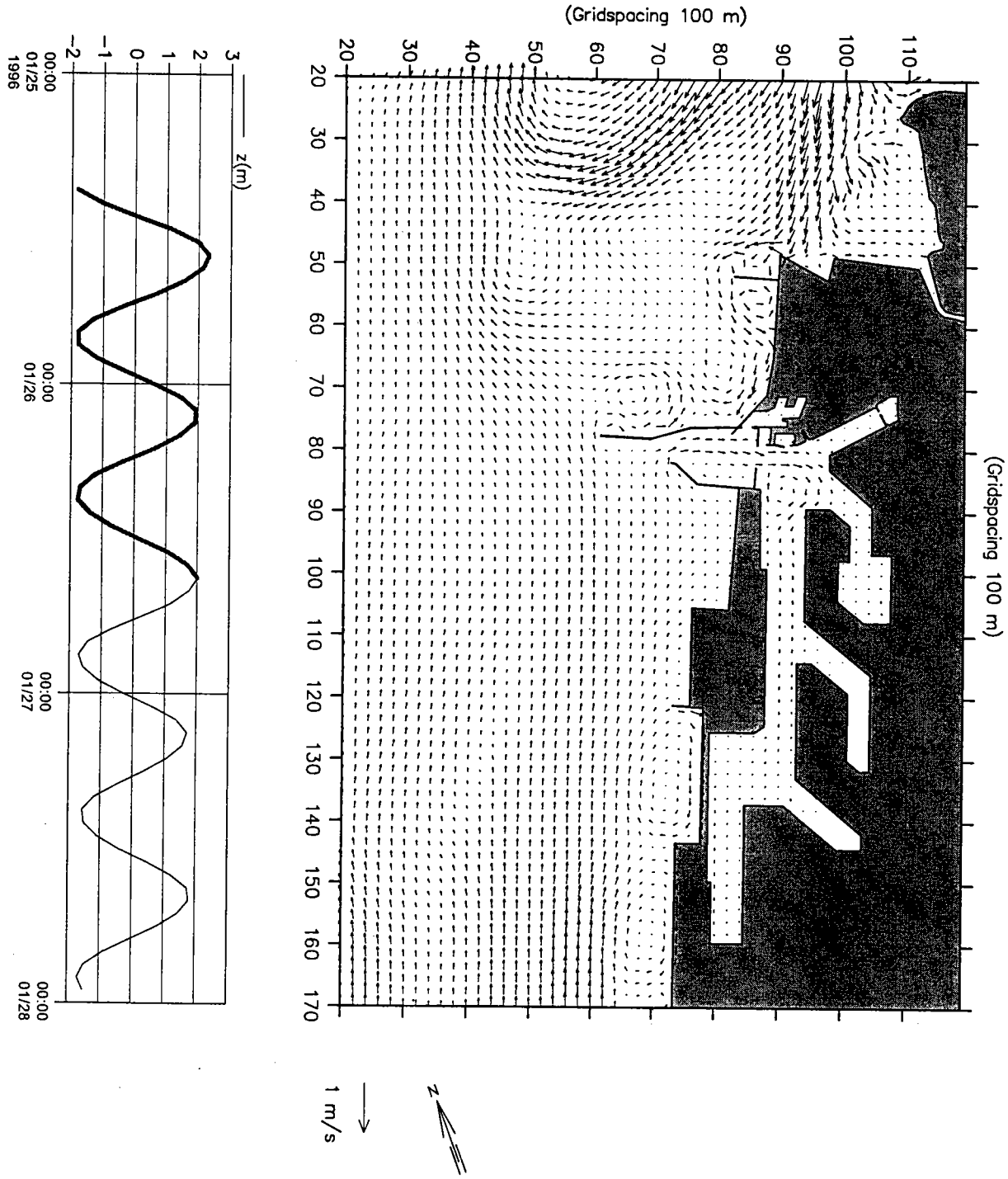


圖 3-44i 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 16:00)

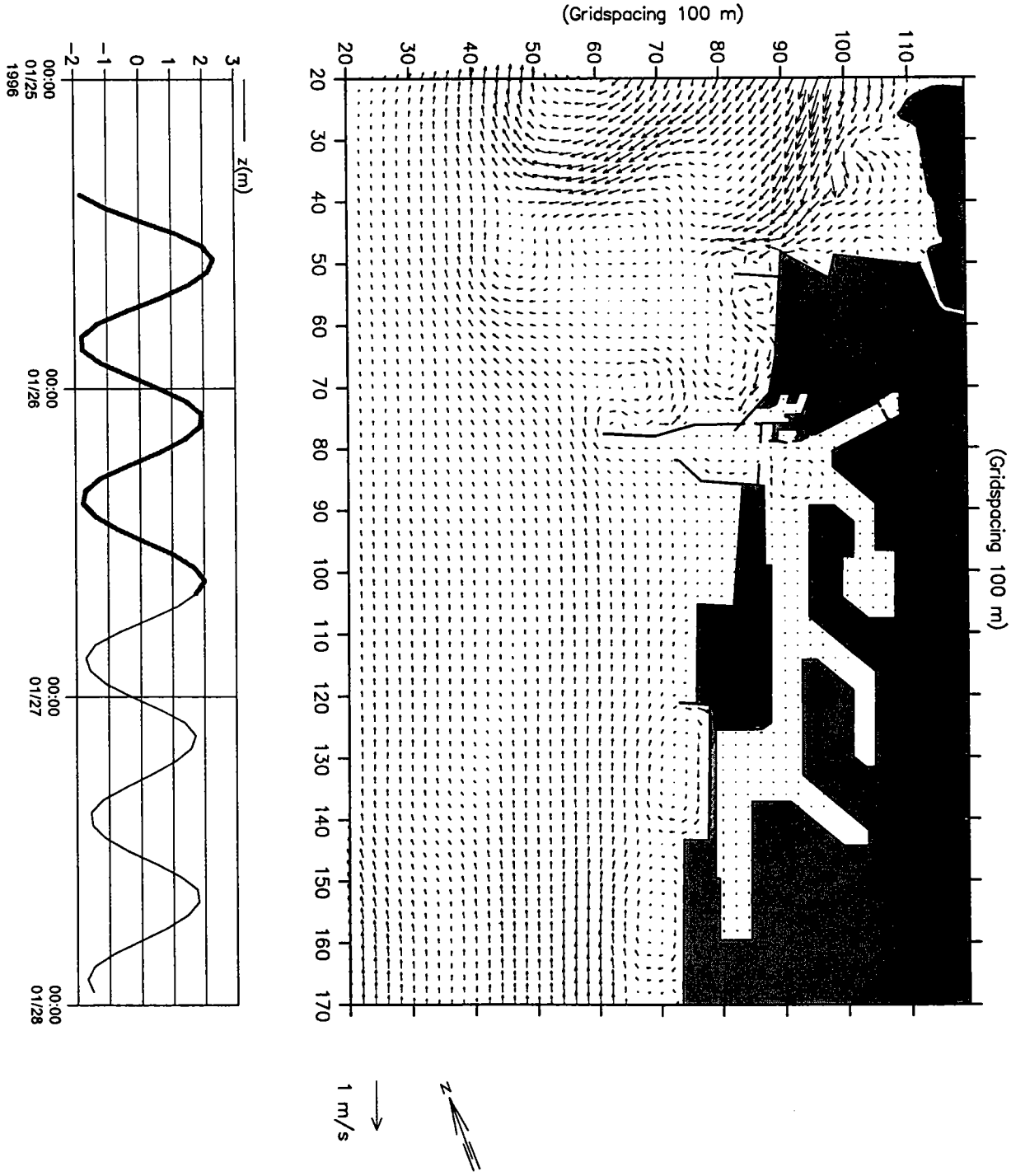


圖 3-44j 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 17:00)

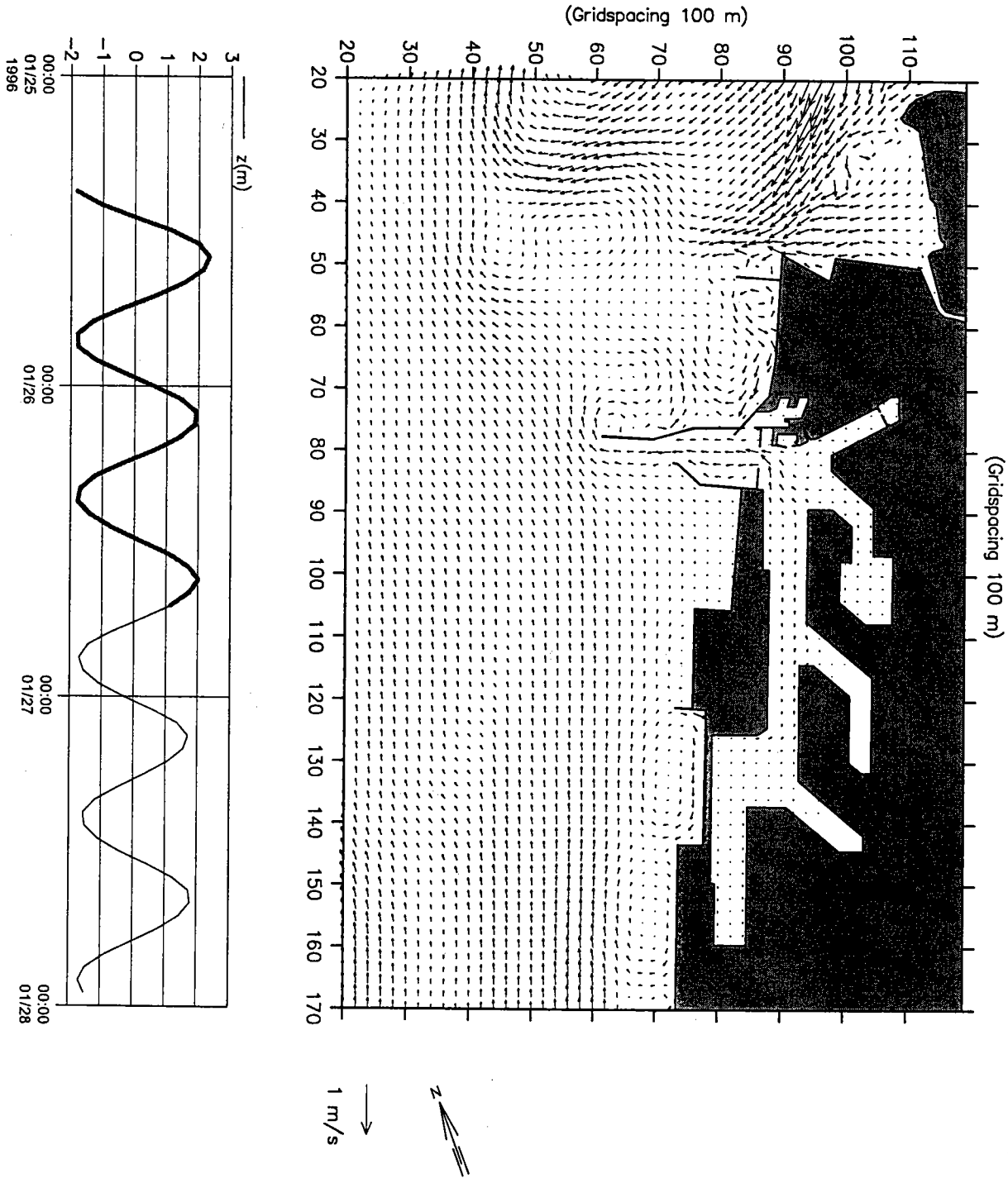


圖 3-44k 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 18:00)

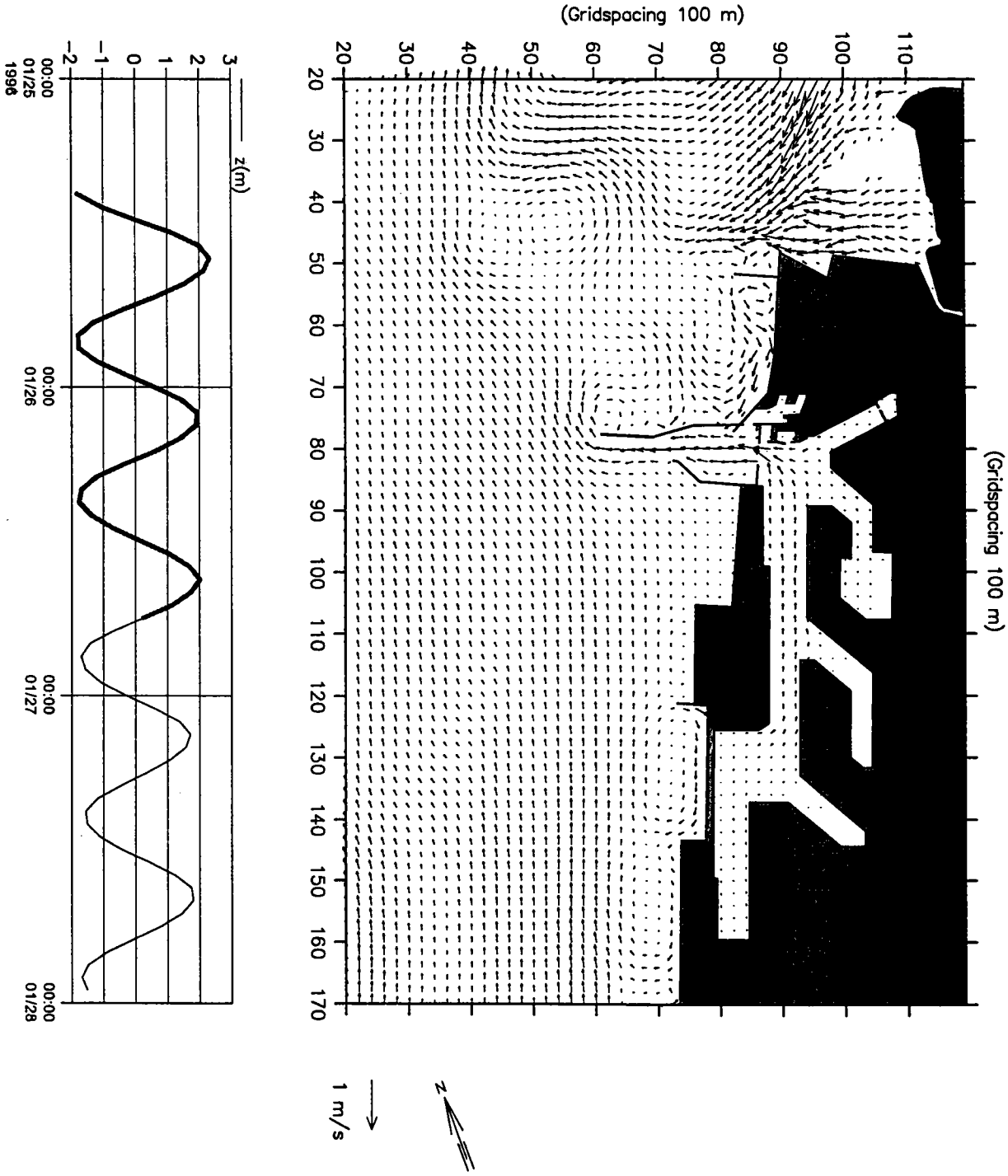


圖 3-44ℓ 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 19:00)

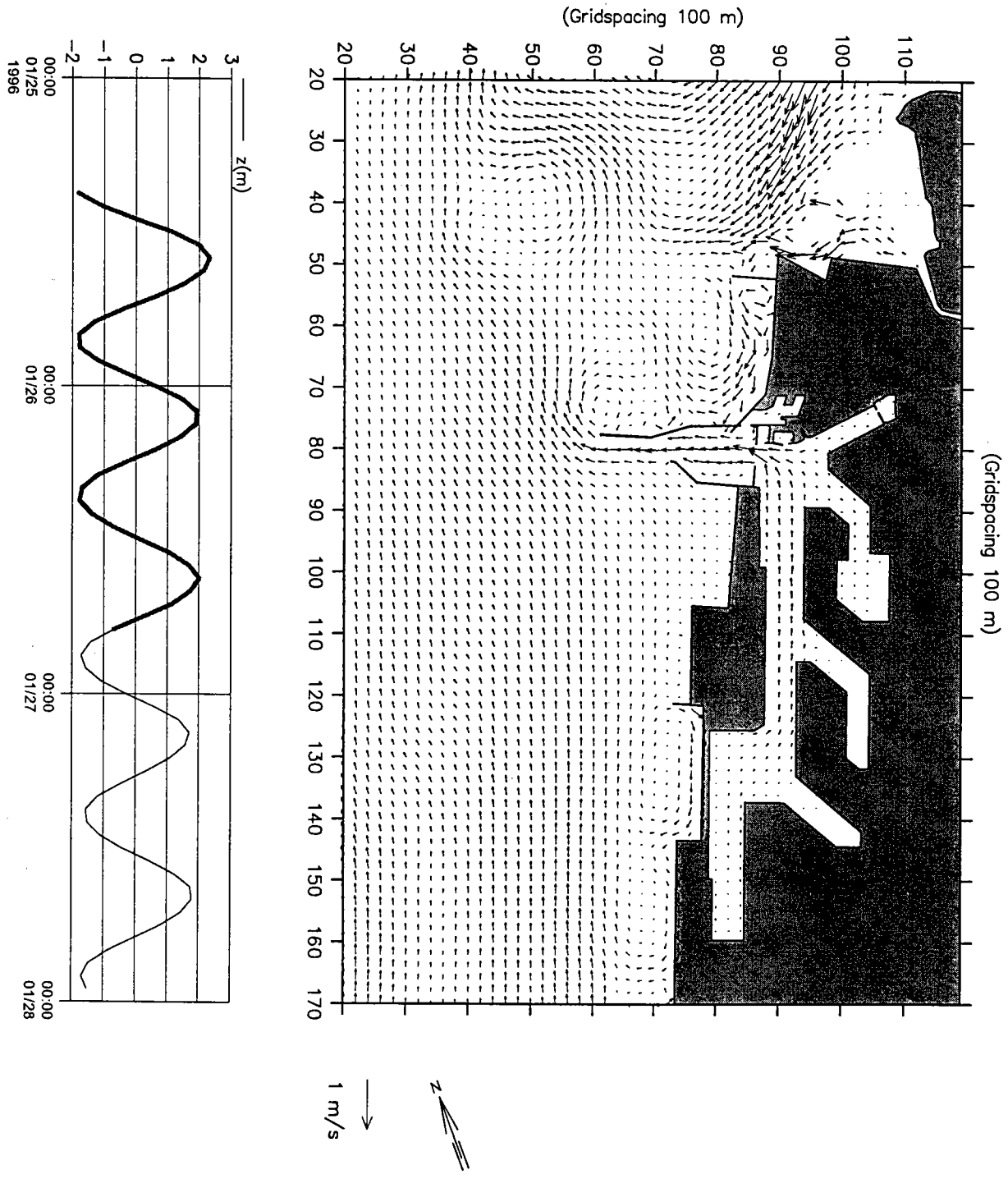


圖 3-44m 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 20:00)

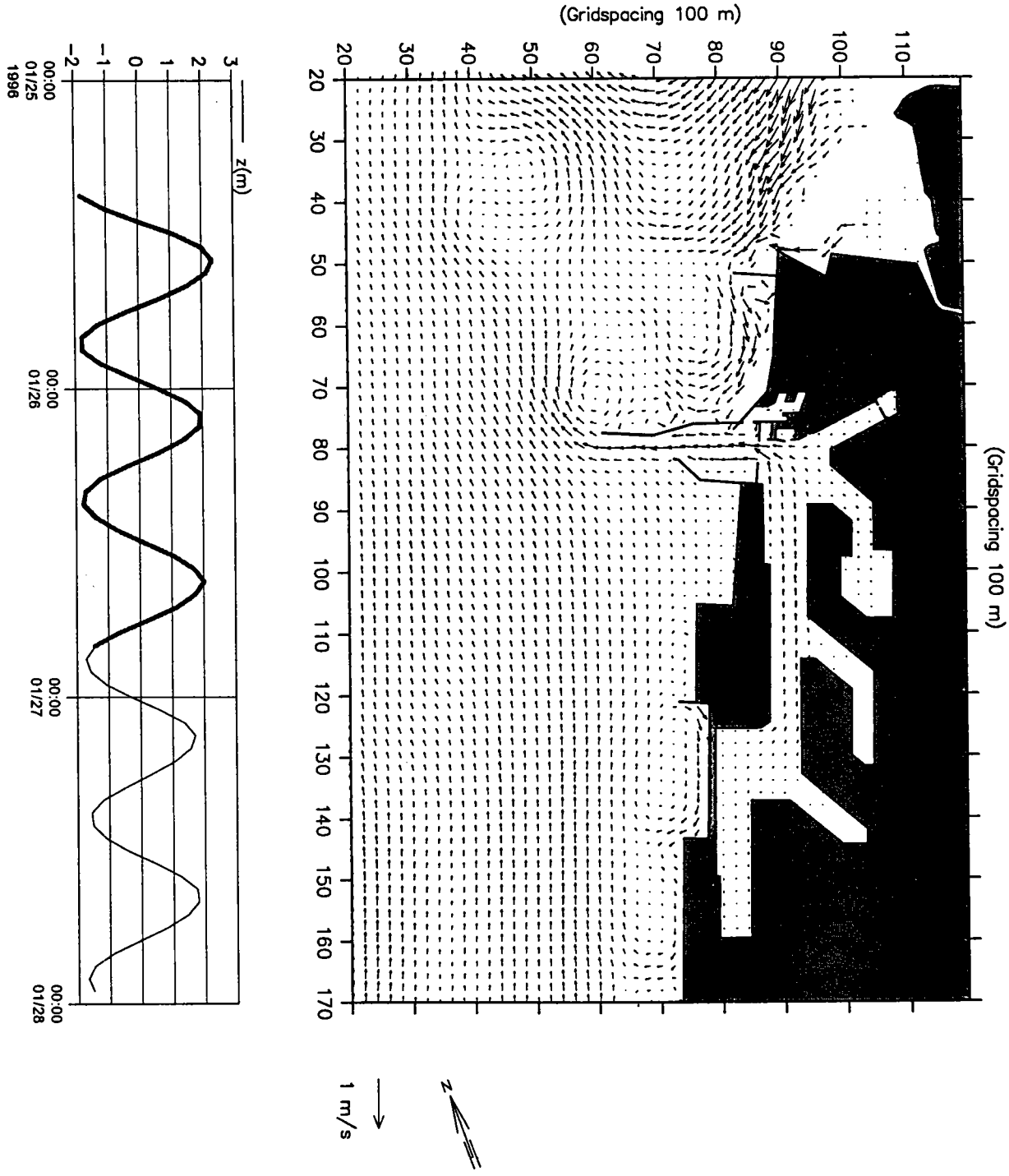


圖 3-44n 台中港區不同水位下，週期 8 秒、波高 3 米，東北入射波向波浪產生之計算近岸流流場 (1996/01/26 21:00)

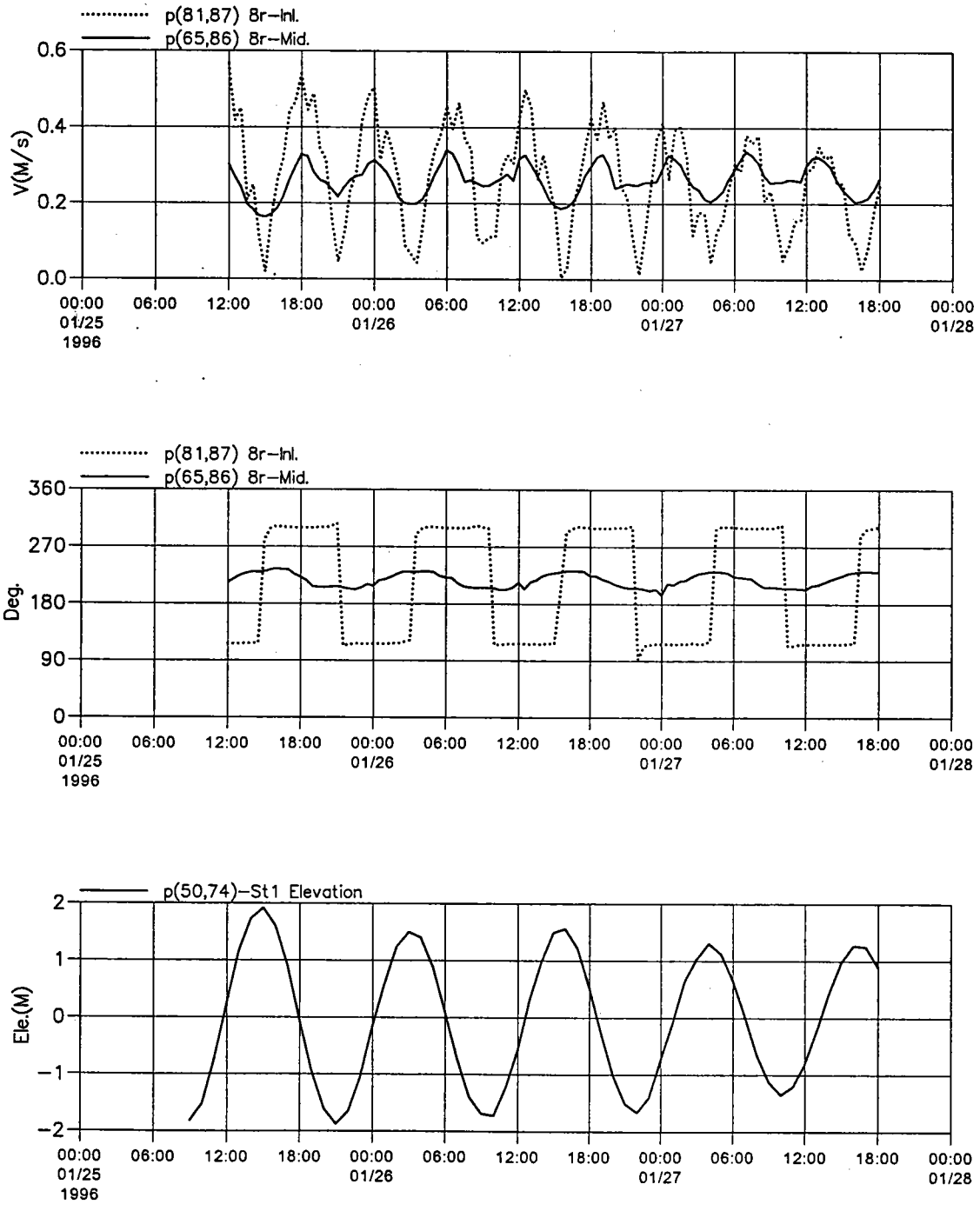


圖 3-45 台中港區不同水位下，北淤沙區中點與內防波堤口中央之計算近岸流速變化及比較

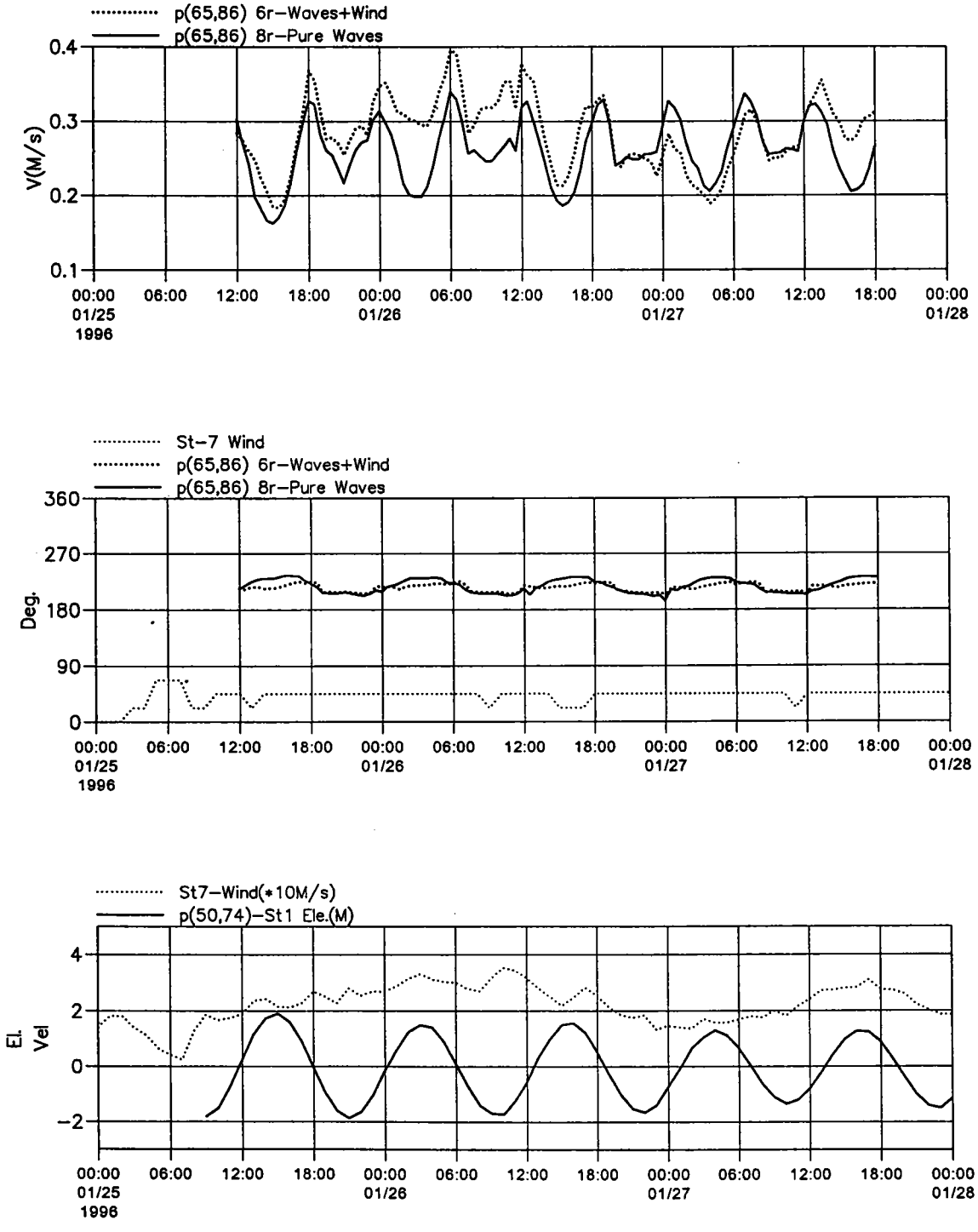


圖 3-46 台中港區不同水位下，北淤沙區中點計算近岸流受風影響之比較

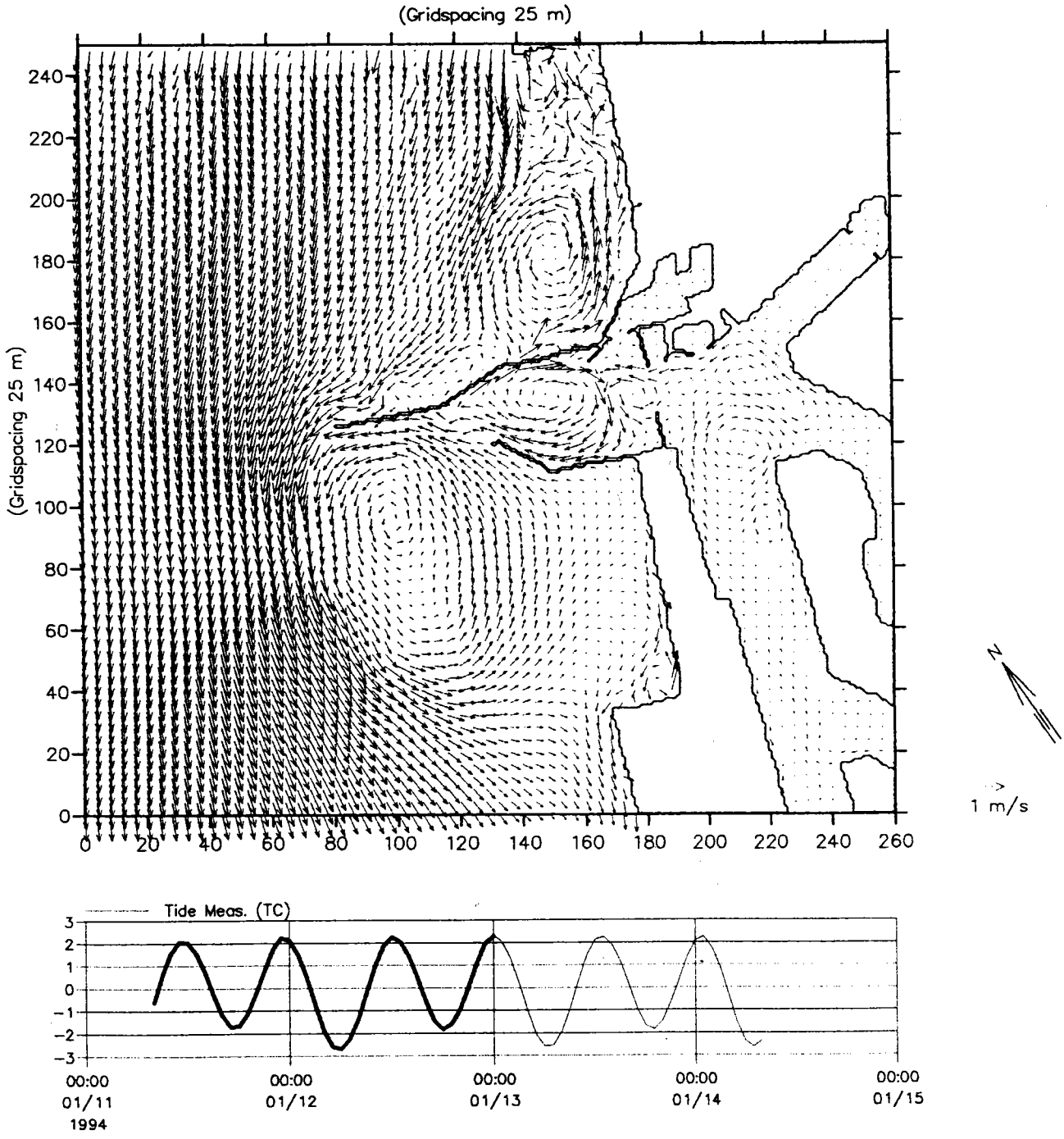


圖 3-47a 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 00:00)

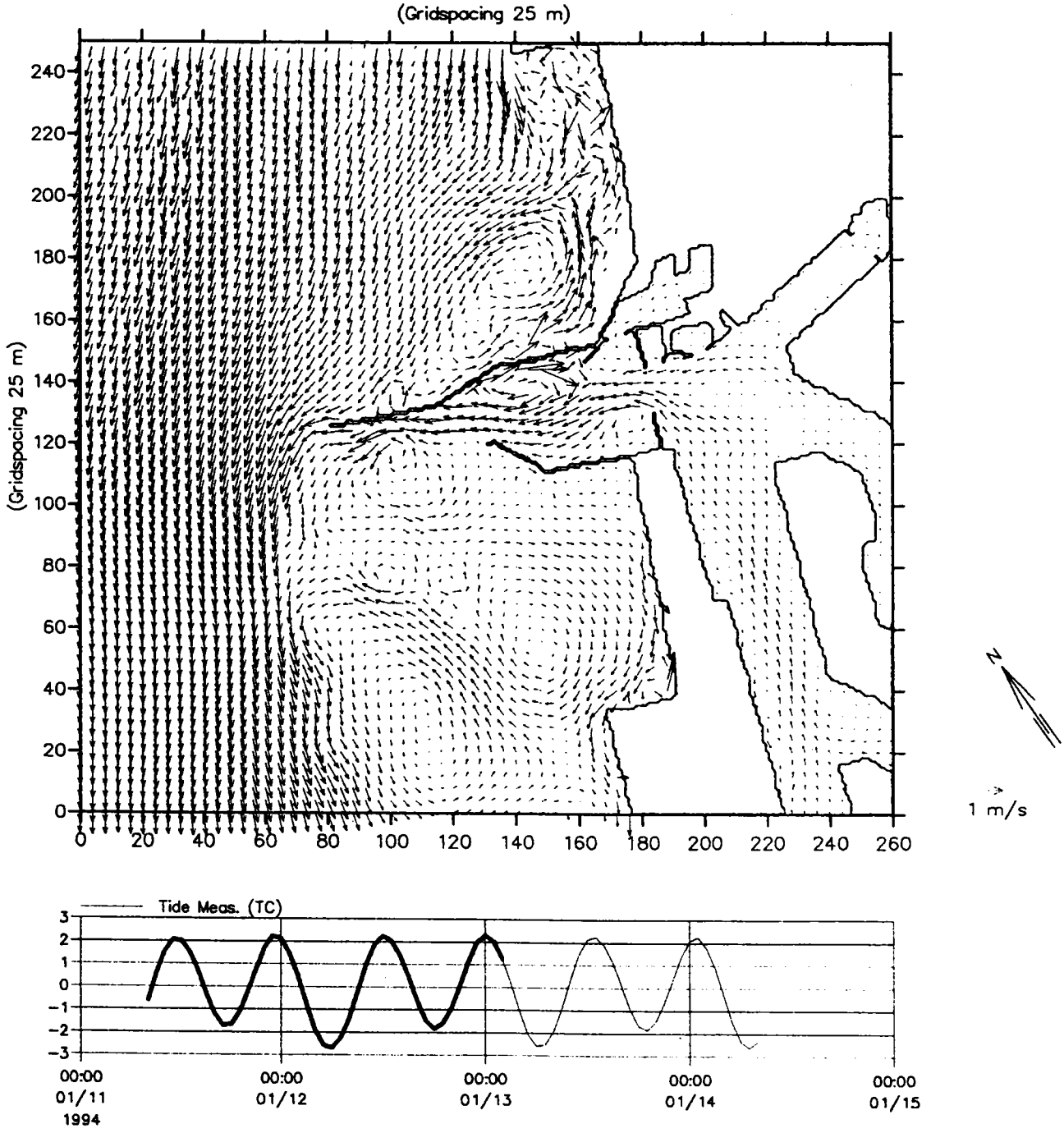


圖 3-47b 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 02:00)

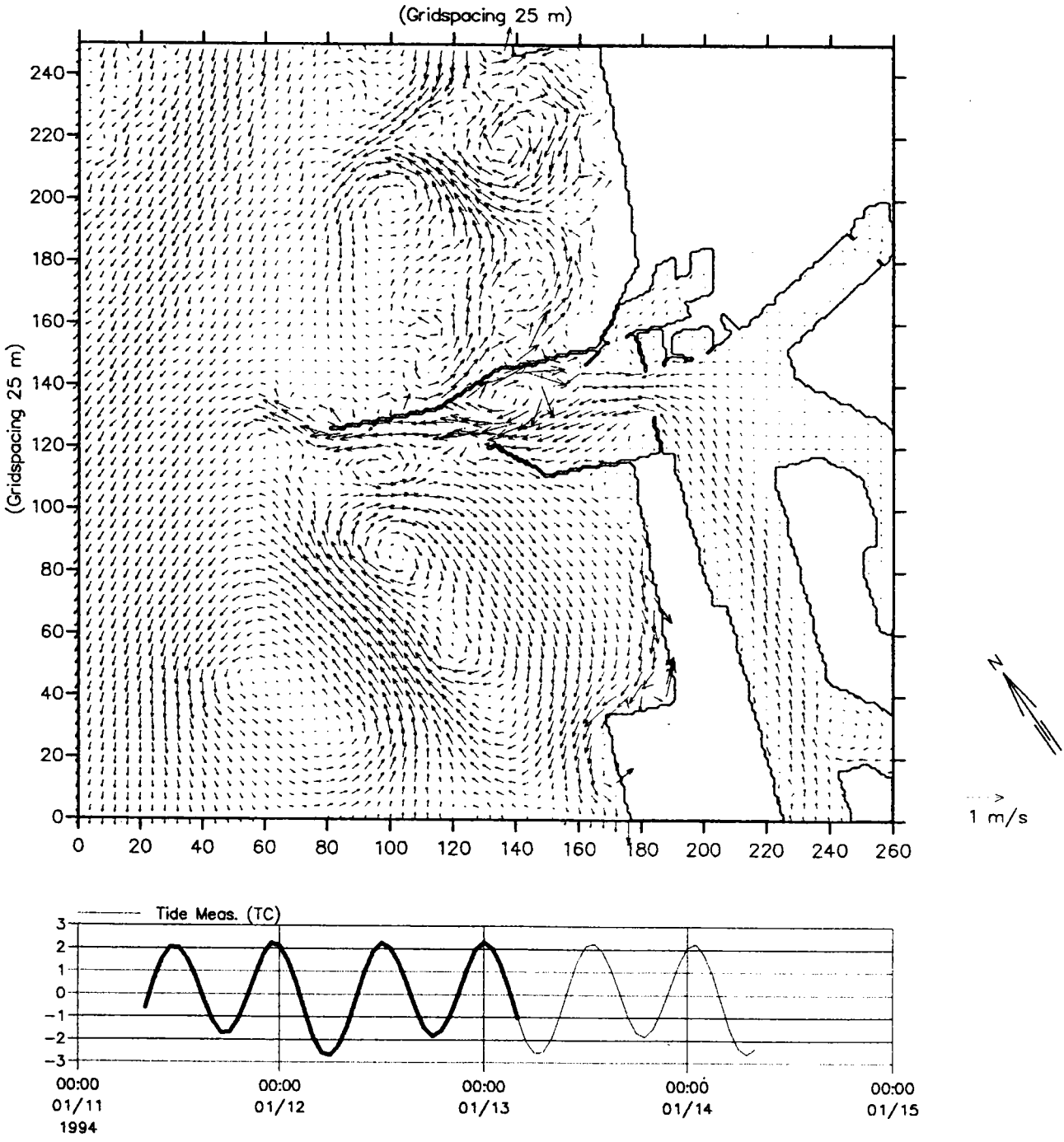


圖 3-47c 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 04:00)

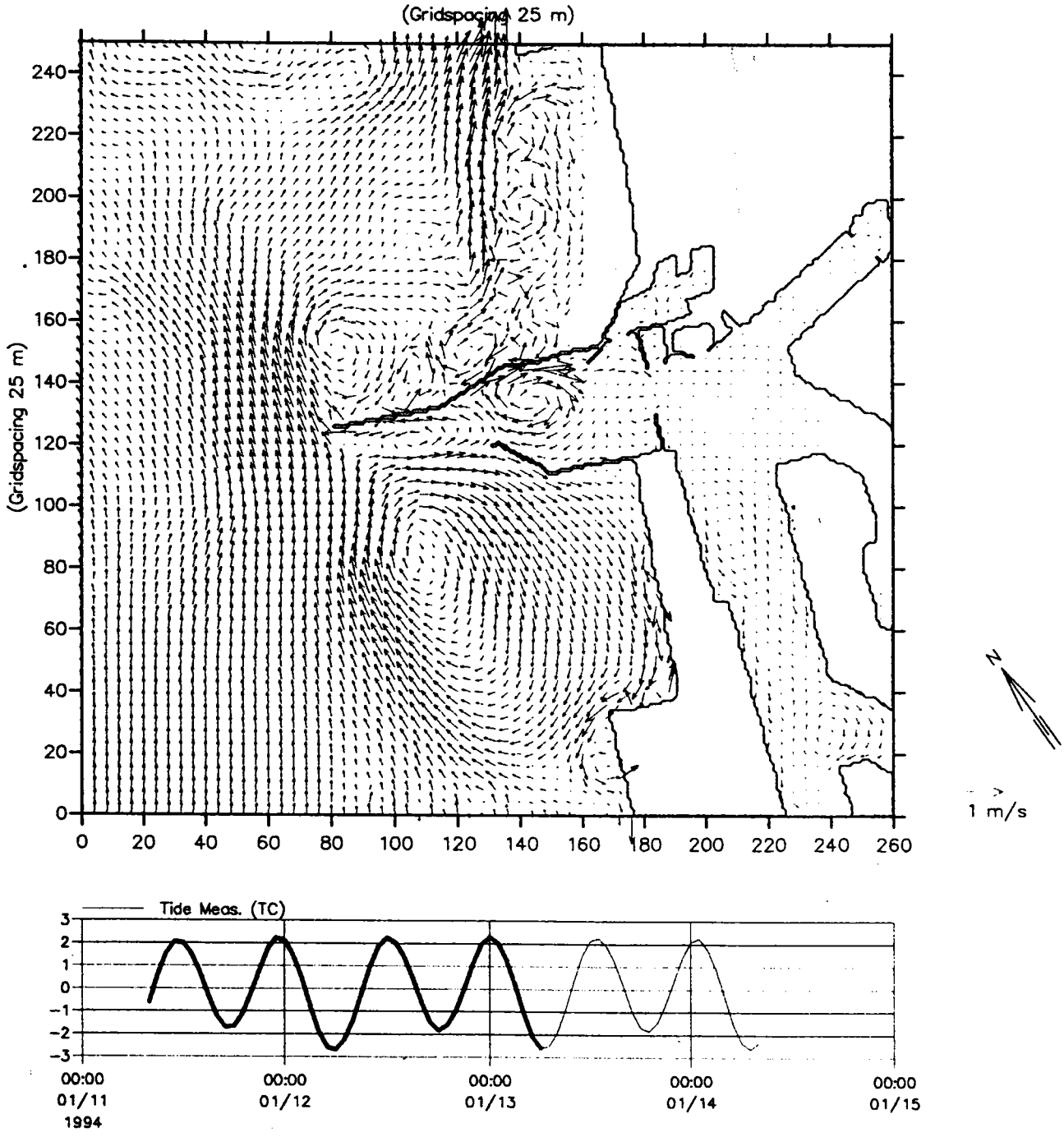


圖 3-47d 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 06:00)

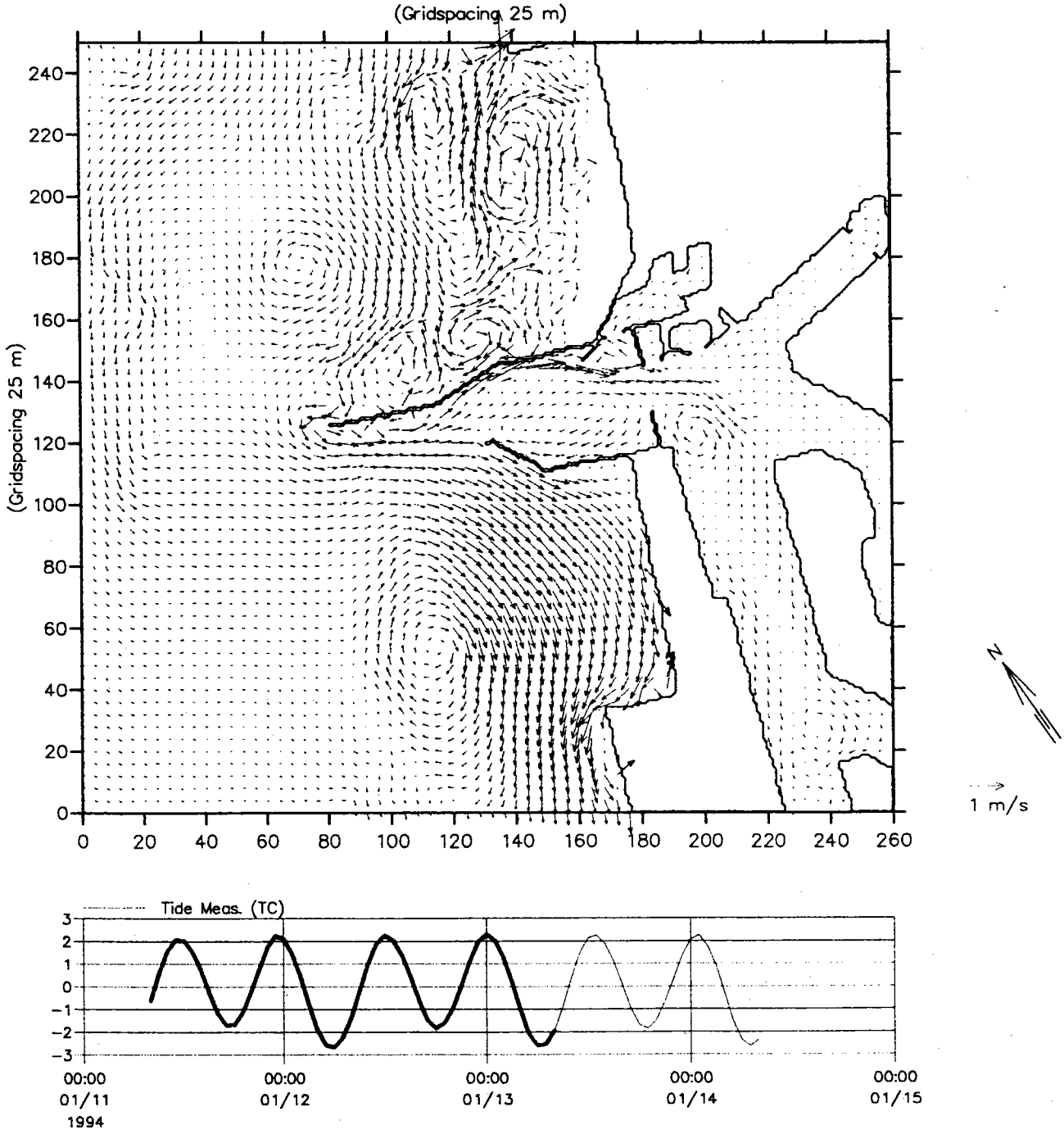


圖 3-47e 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 08:00)

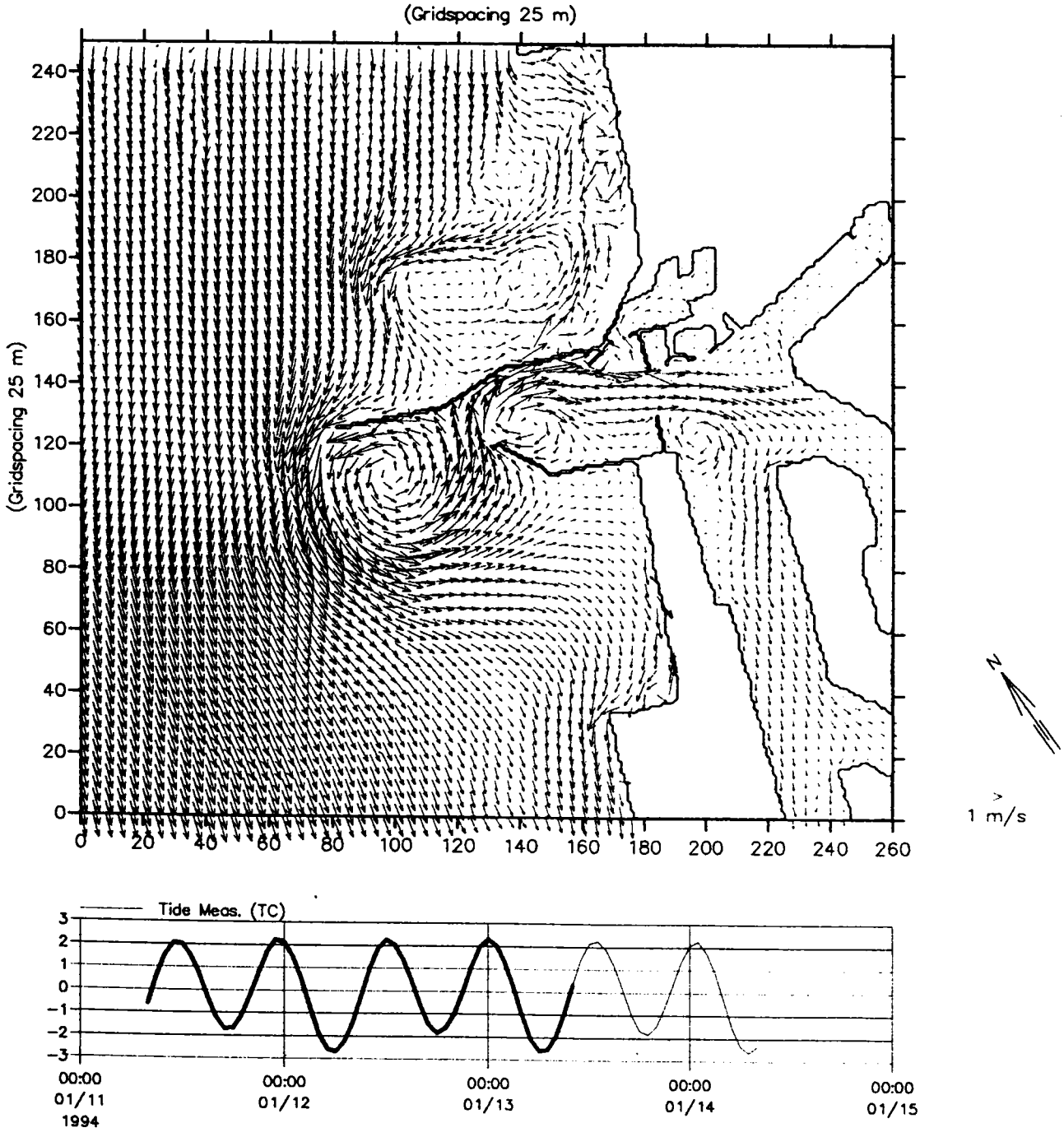


圖 3-47f 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 10:00)

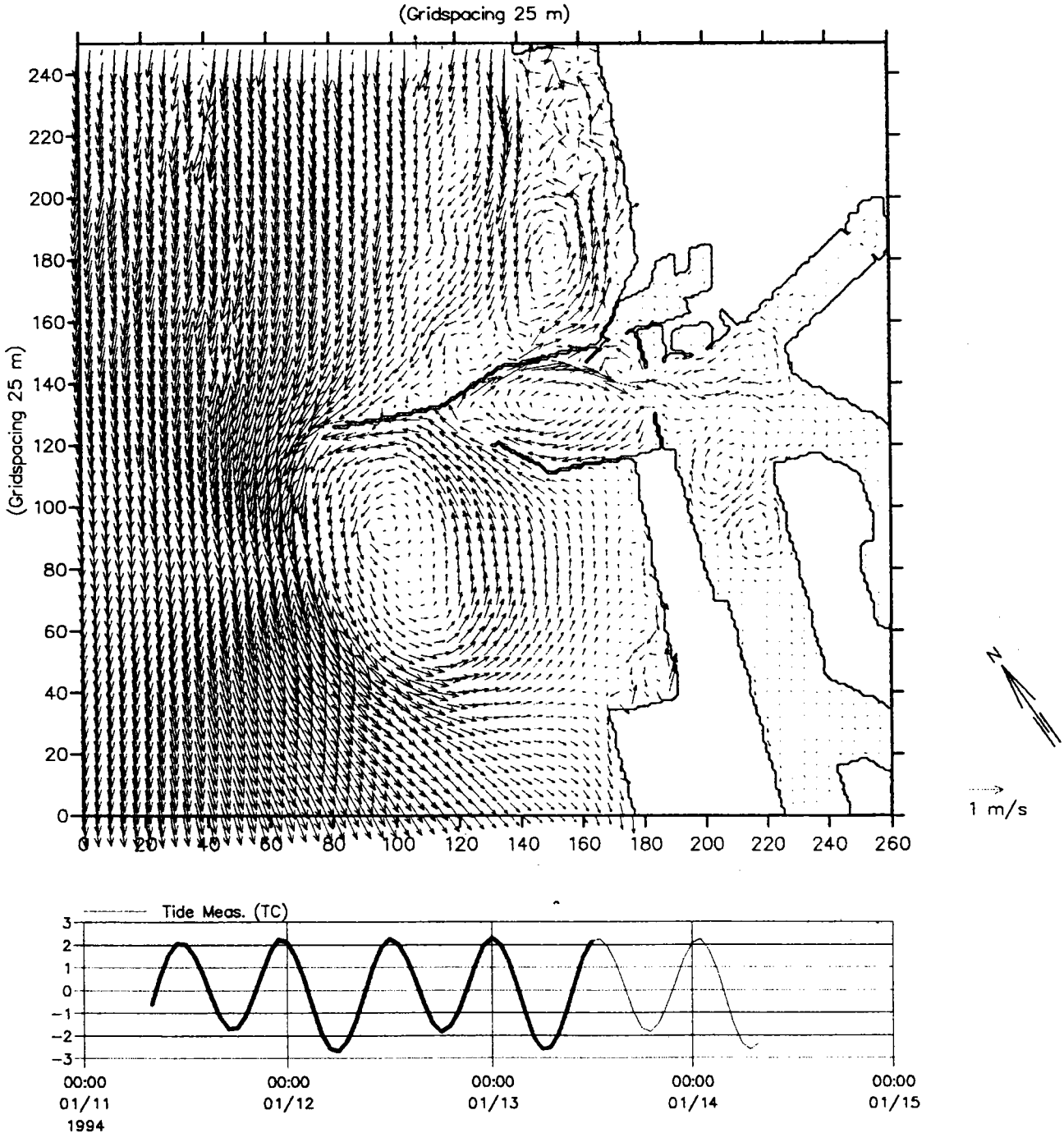


圖 3-47g 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 12:00)

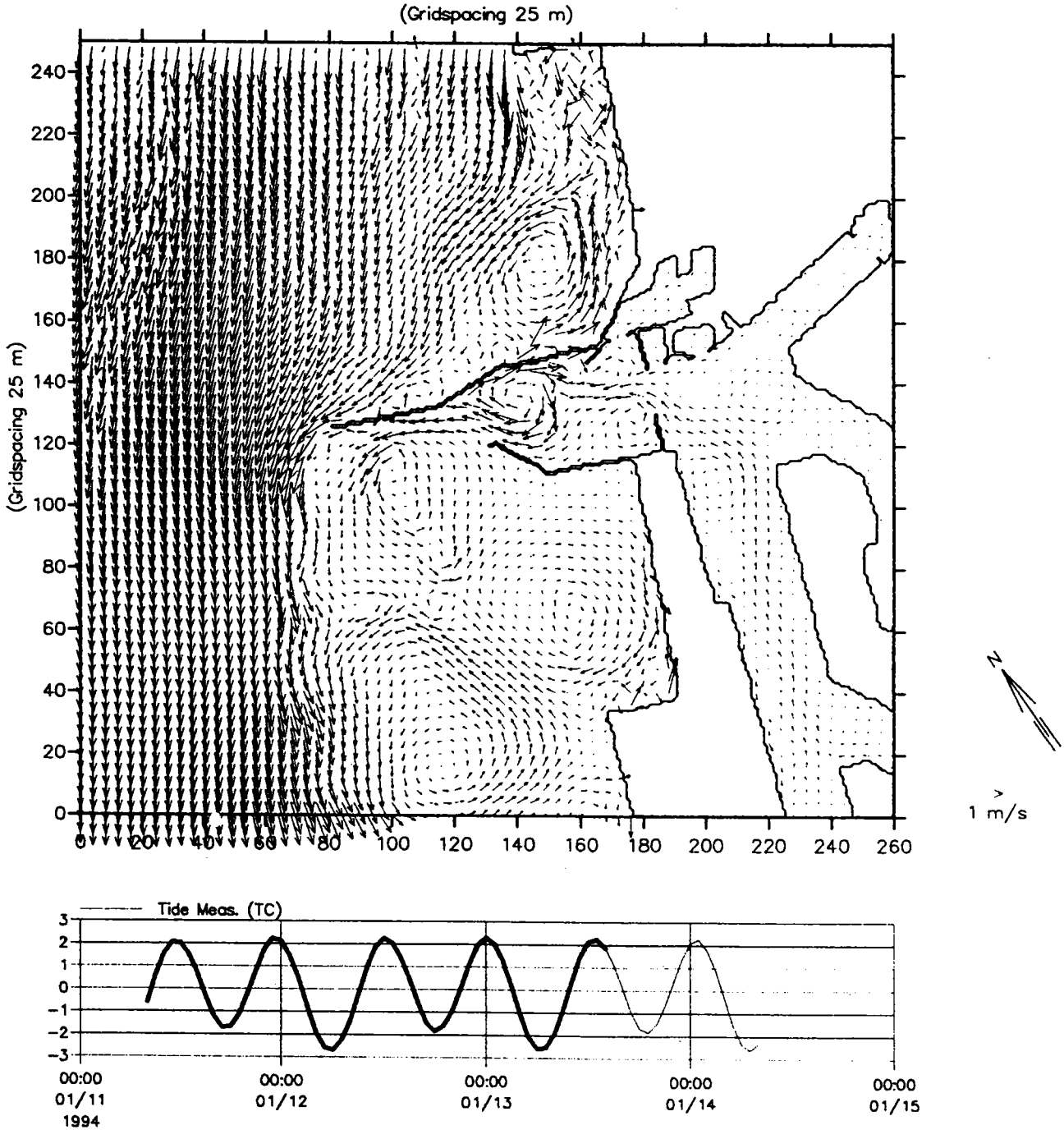


圖 3-47h 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 14:00)

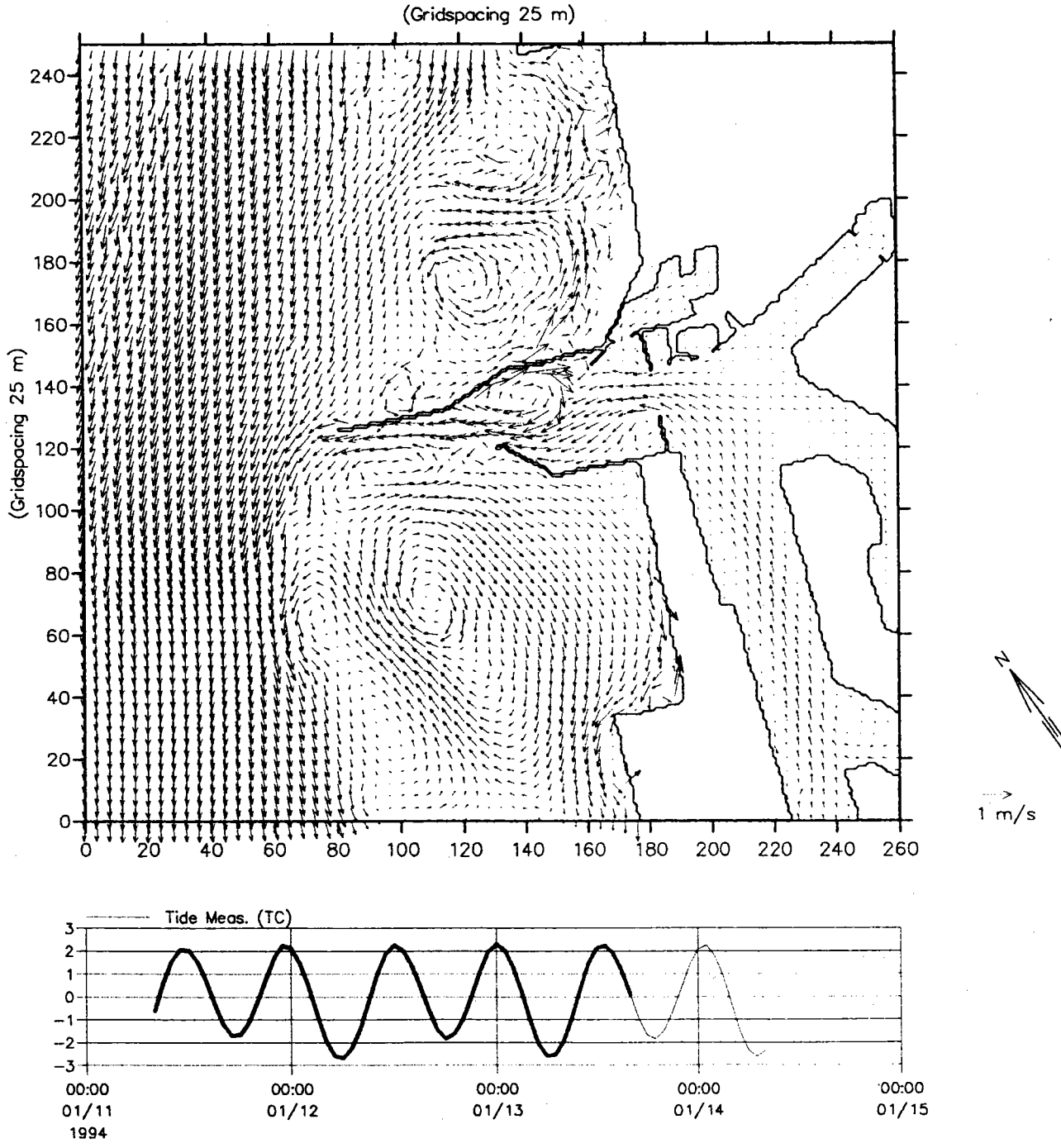


圖 3-47i 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 16:00)

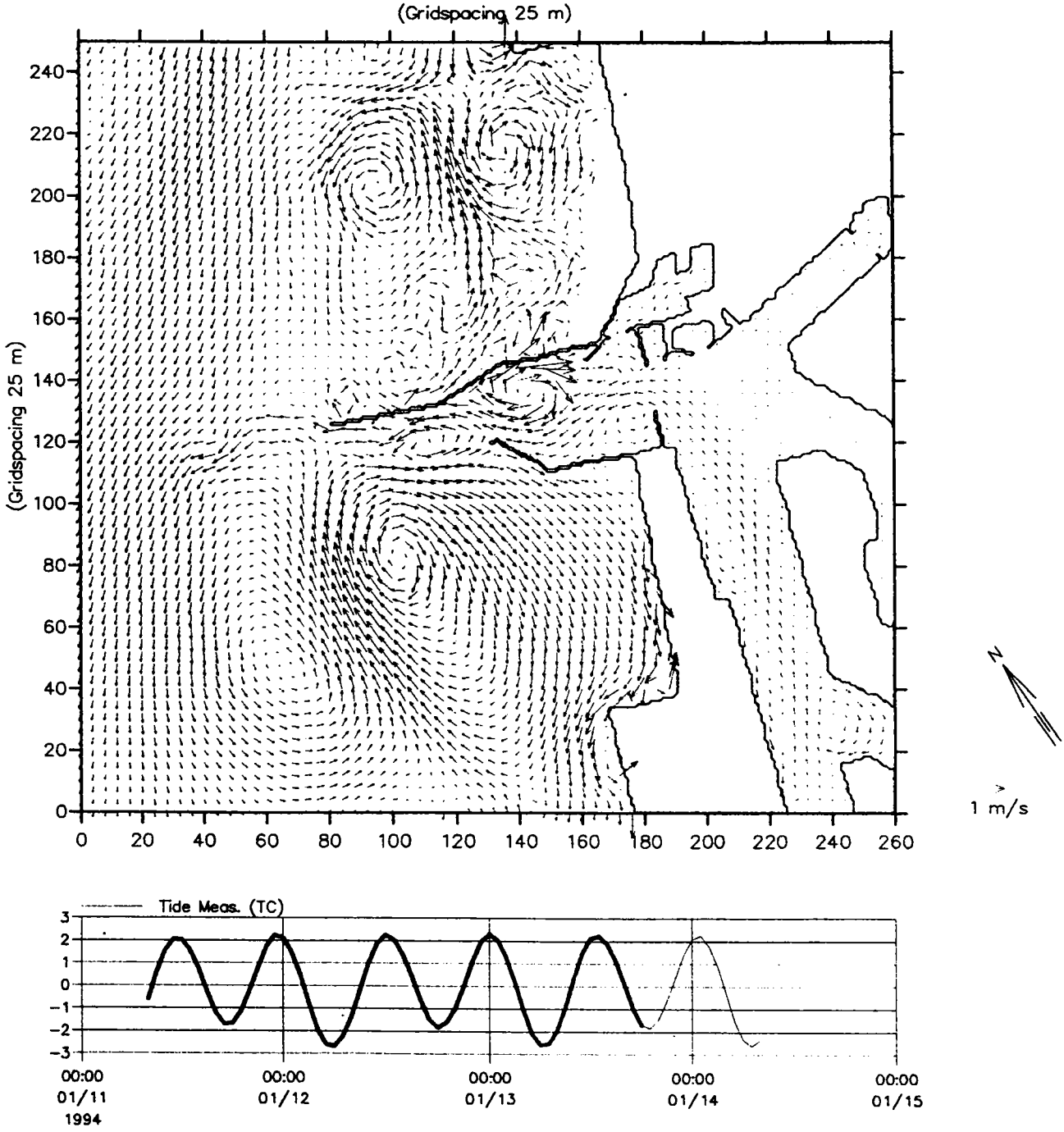


圖 3-47j 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 18:00)

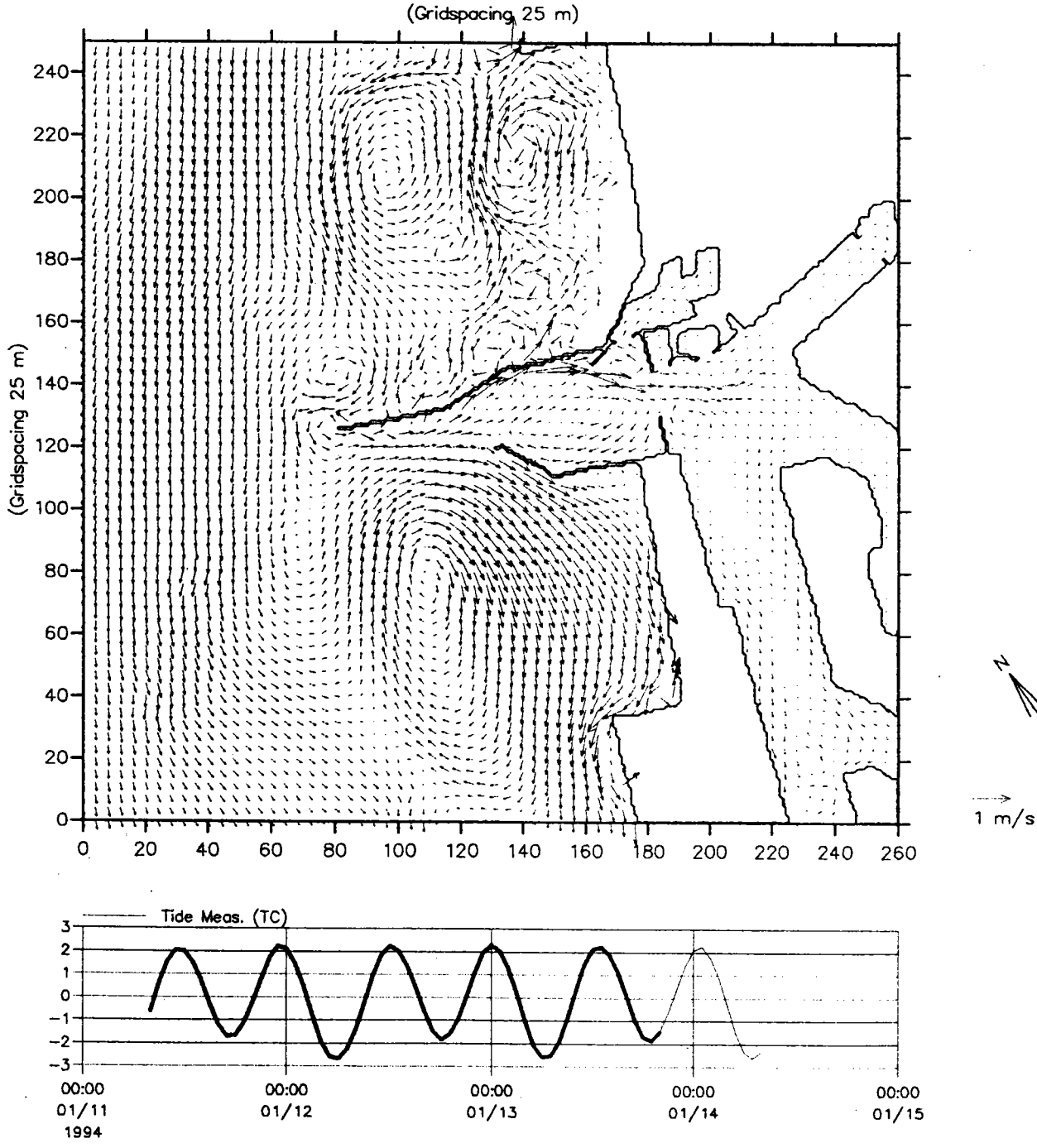


圖 3-47k 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 20:00)

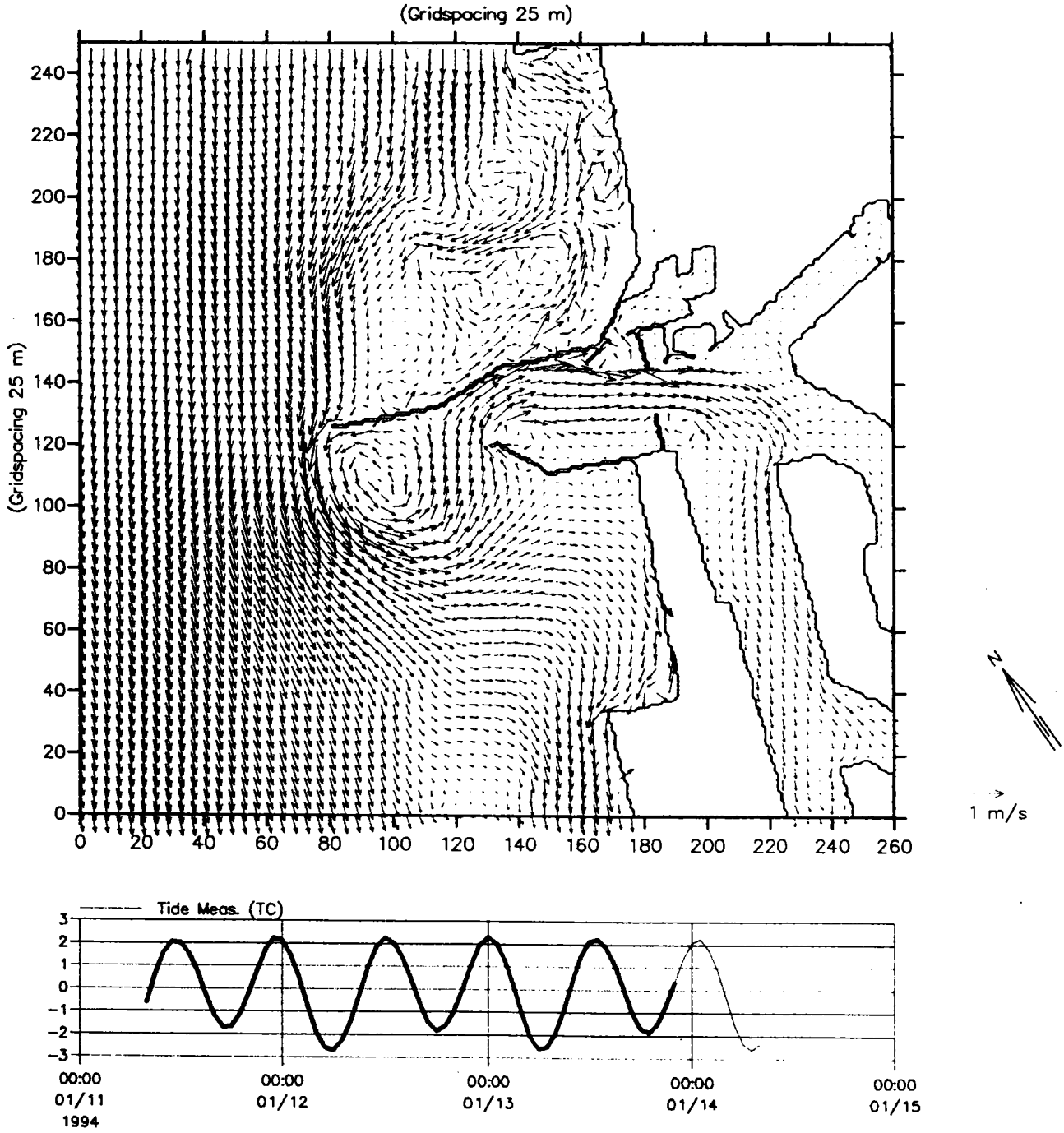


圖 3-47ℓ 台中港海域入射波高:3.5m; 週期:8 秒; 波向:NWN 之波浪與潮汐作用下之計算近岸流場 (1994/01/13 22:00)

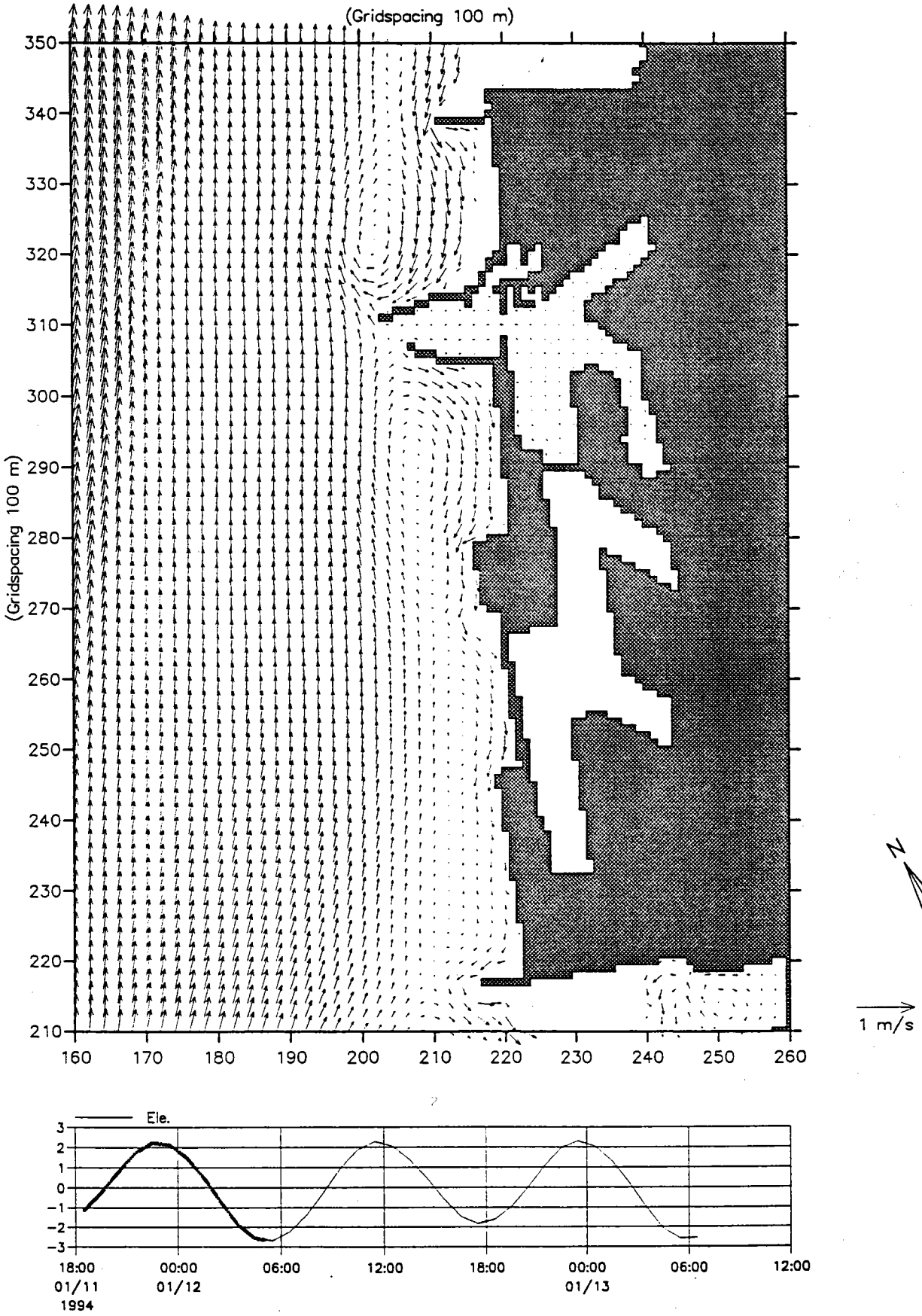


圖 3-48a 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 05:00)

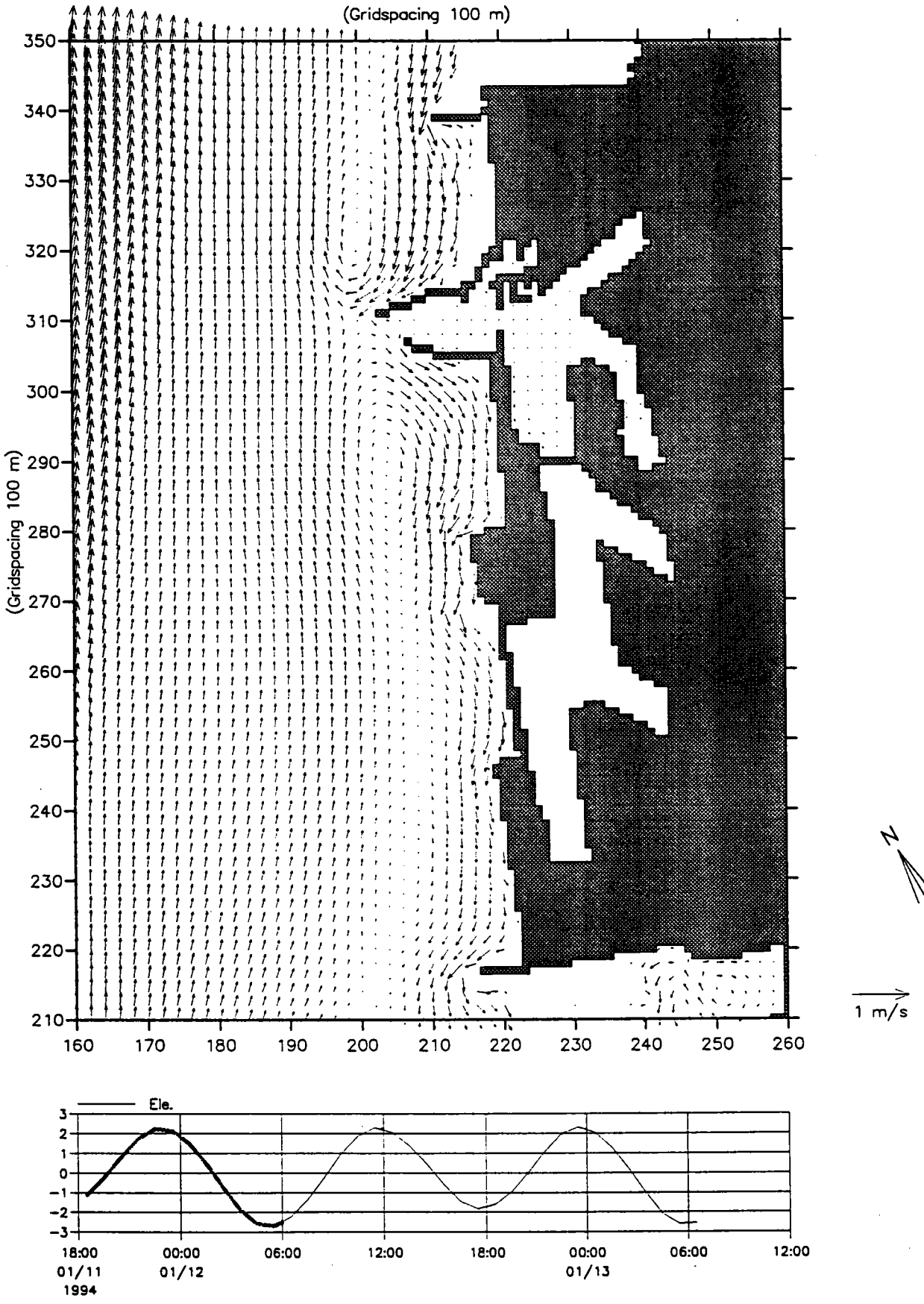


圖 3-48b 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 06:00)

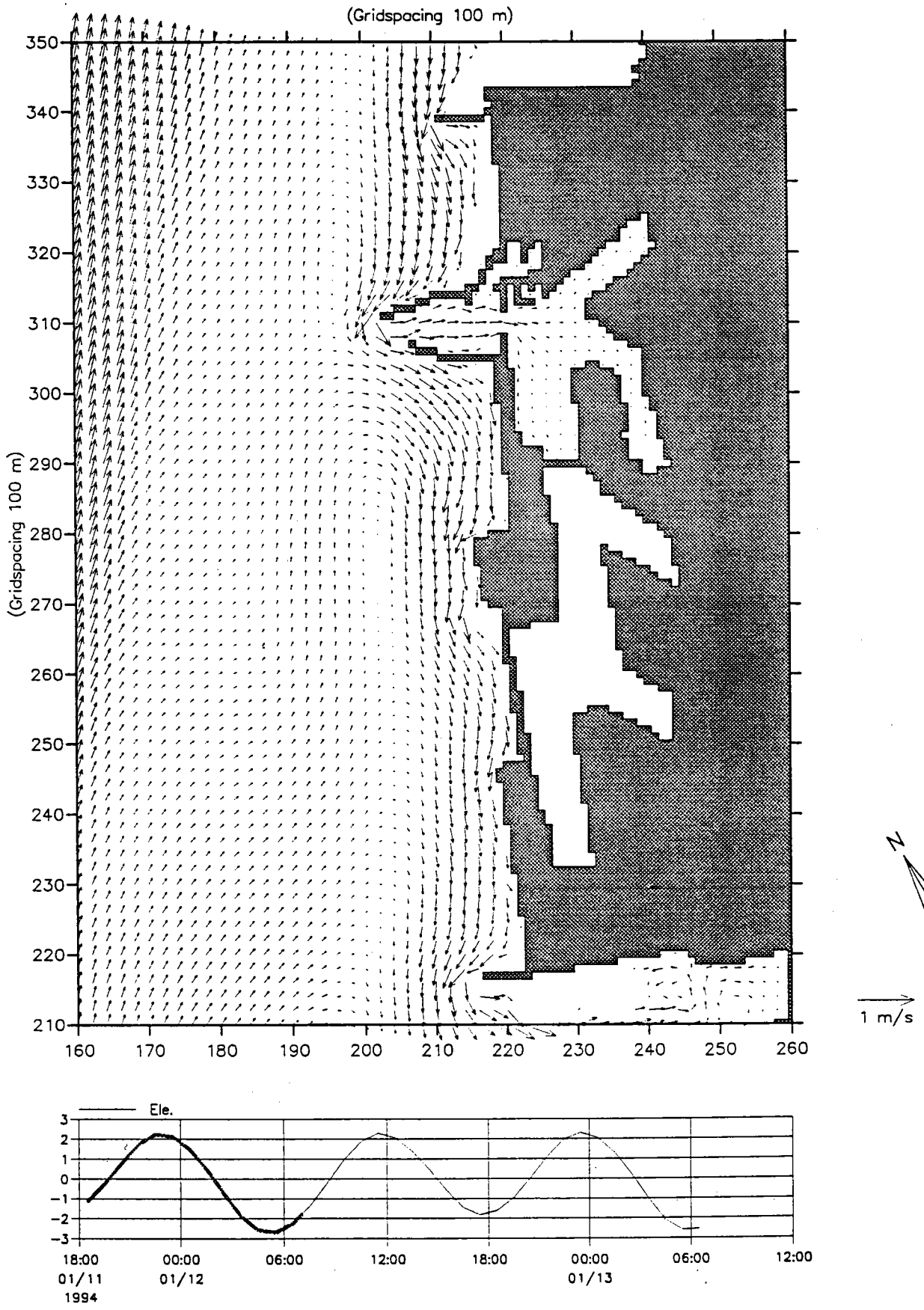
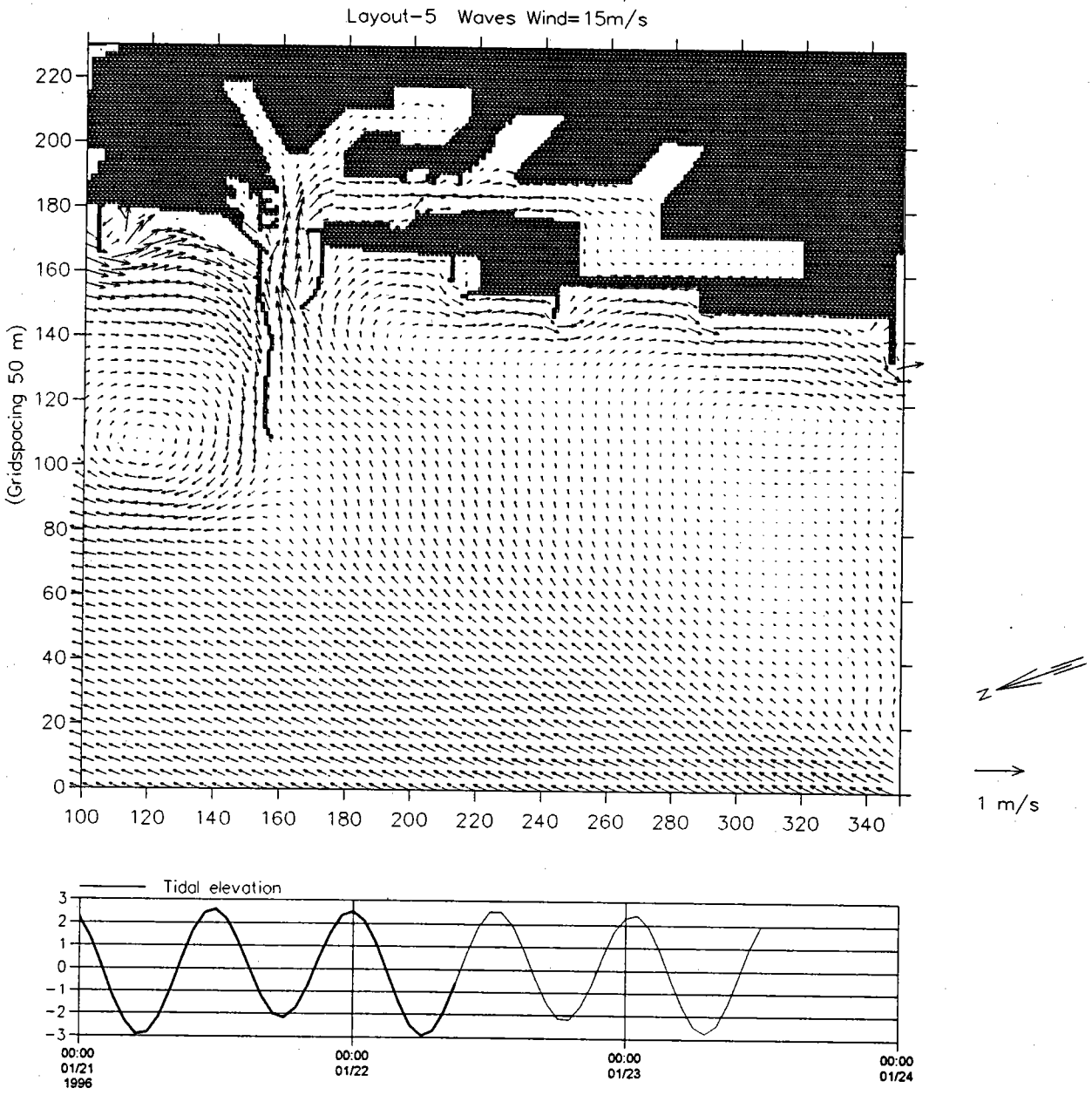


圖 3-48c 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 07:00)


Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

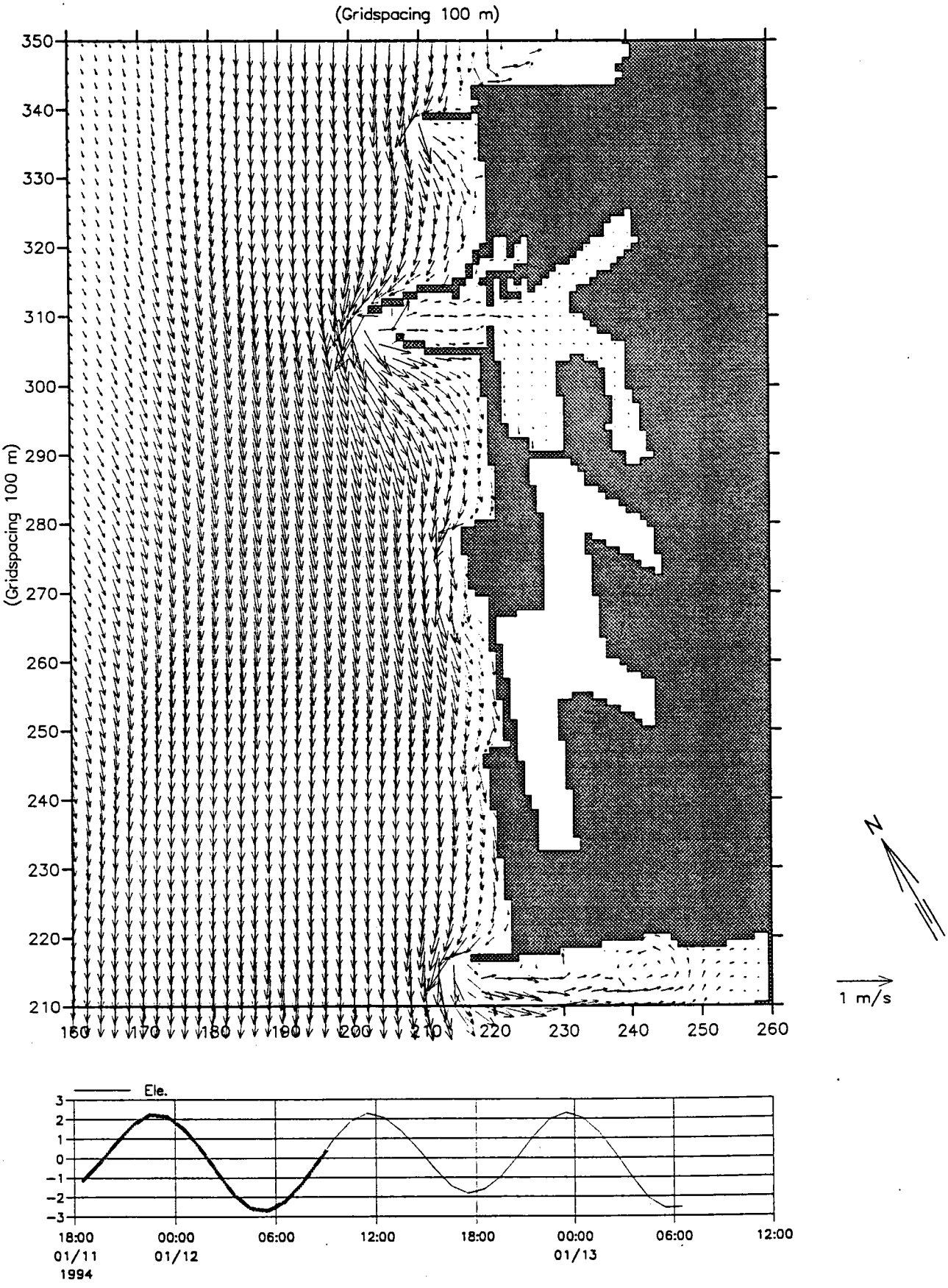


圖 3-48e 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 09:00)

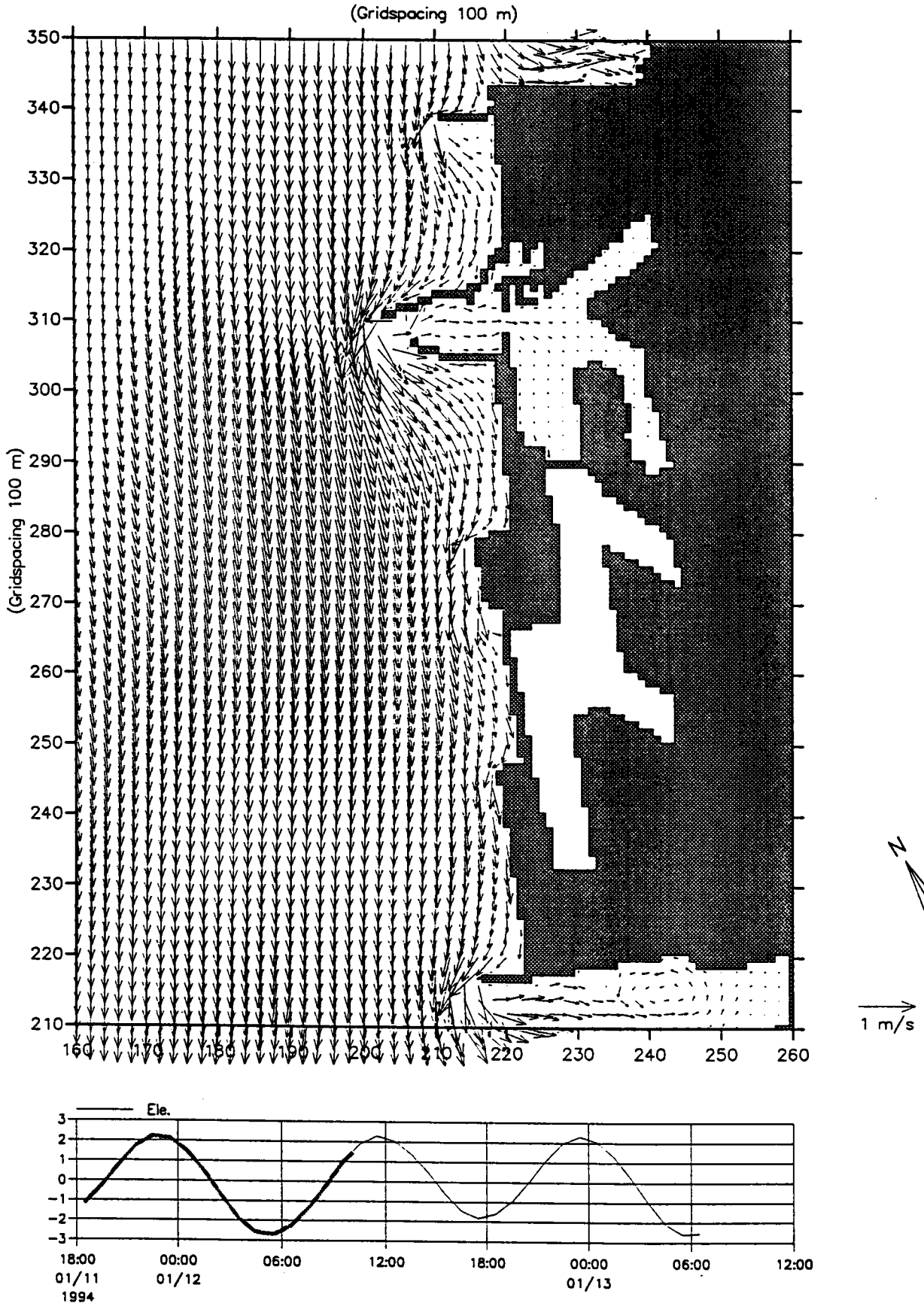


圖 3-48f 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 10:00)

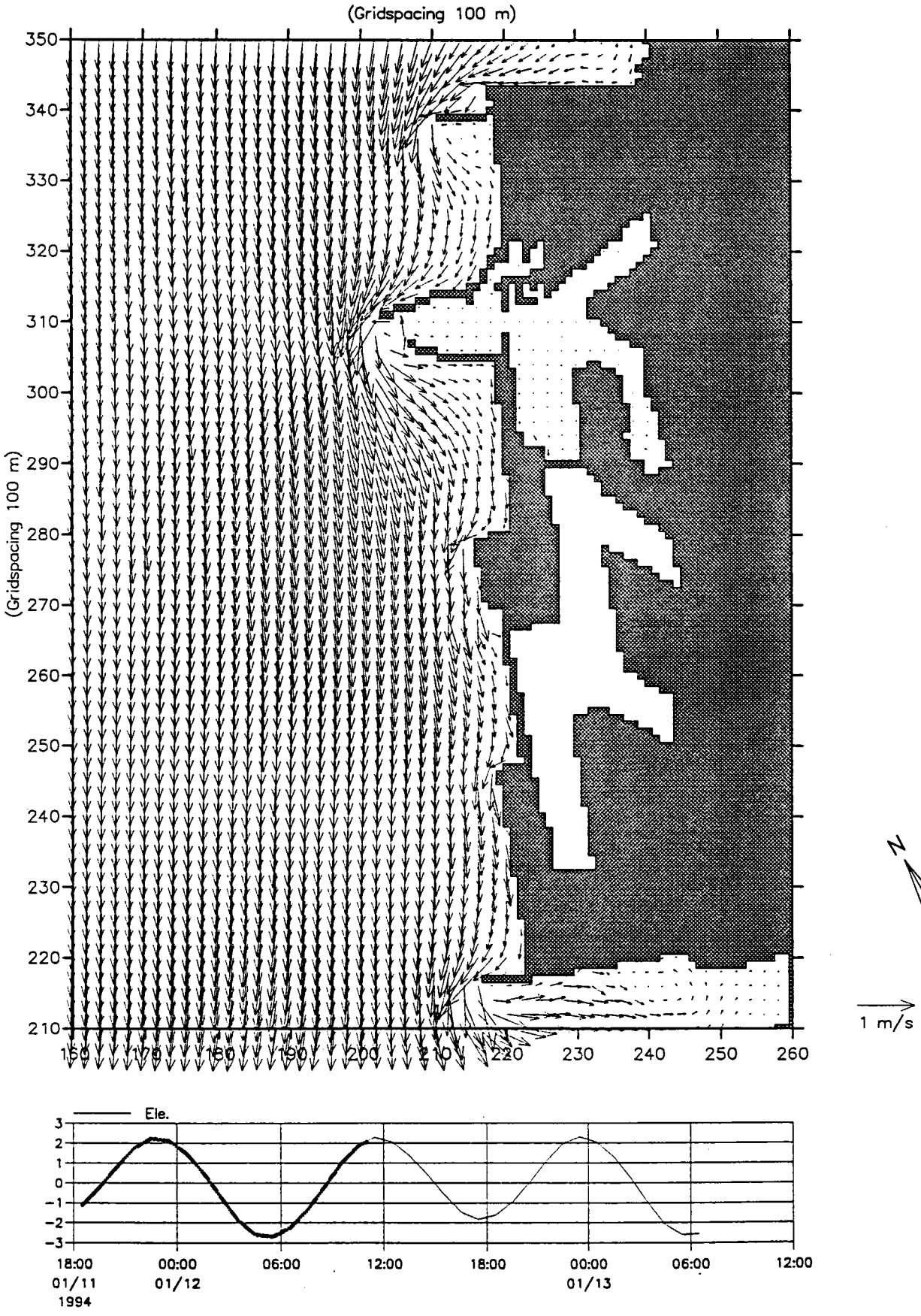


圖 3-48g 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 11:00)

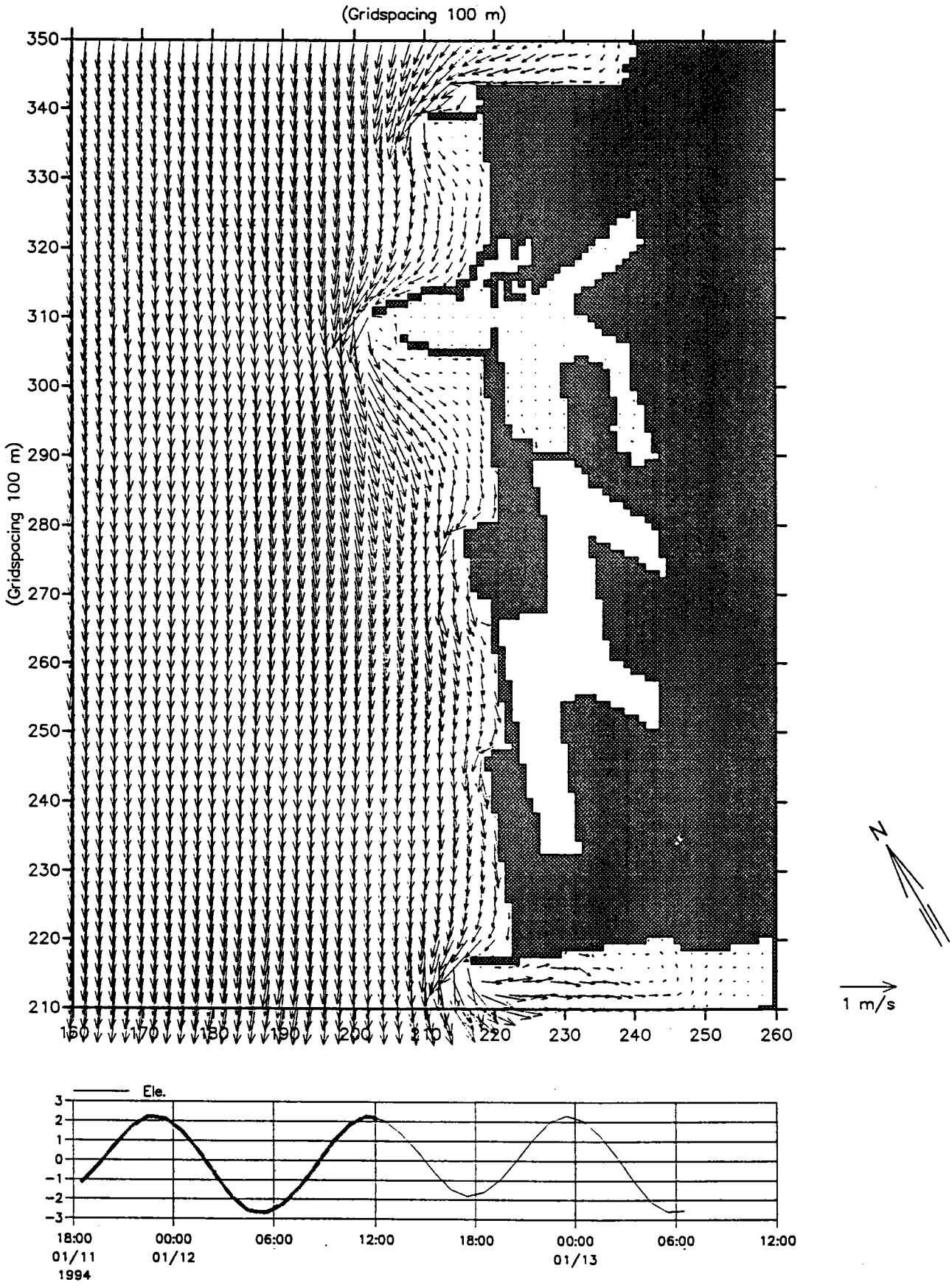


圖 3-48h 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 12:00)

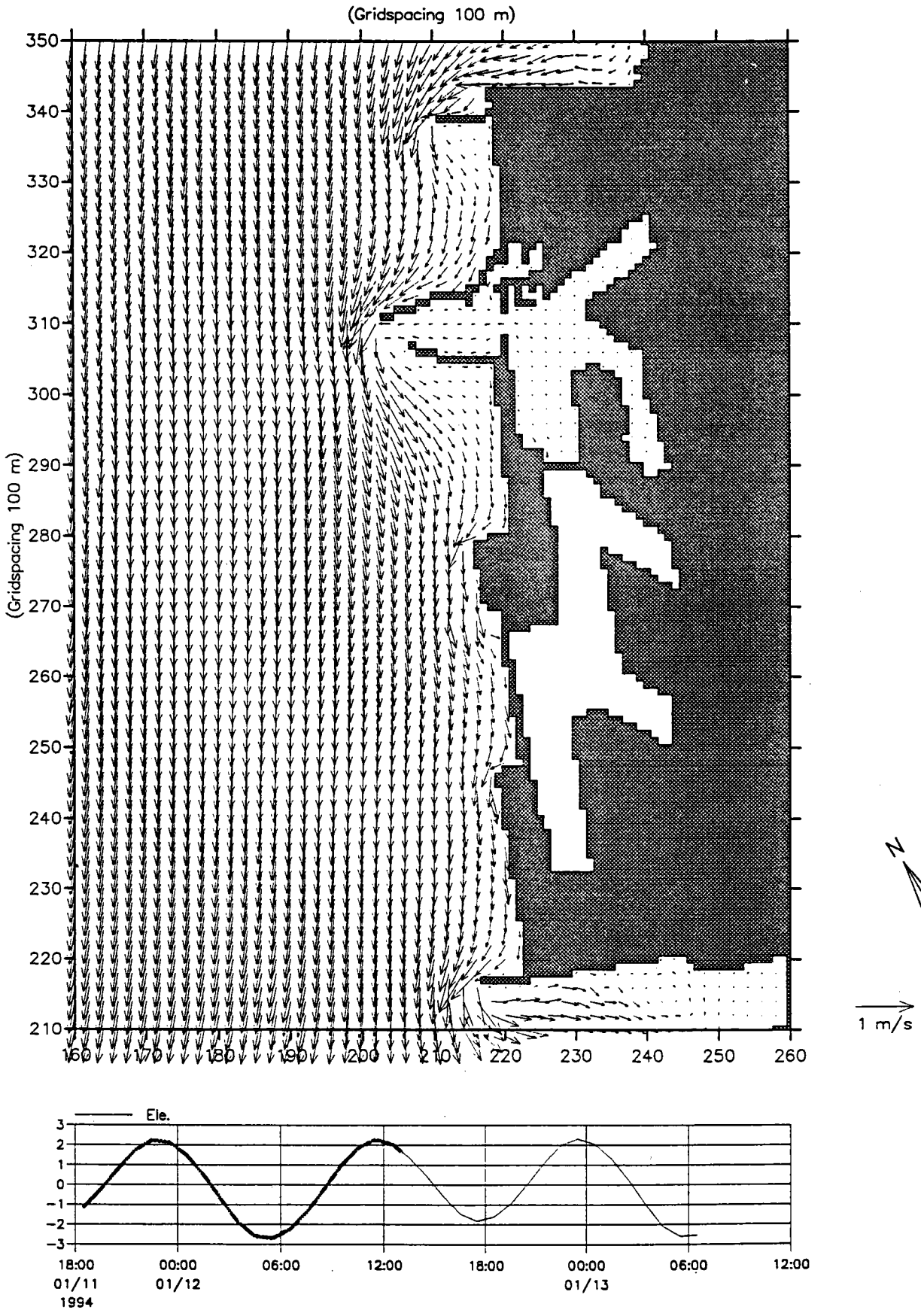


圖 3-48i 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 13:00)

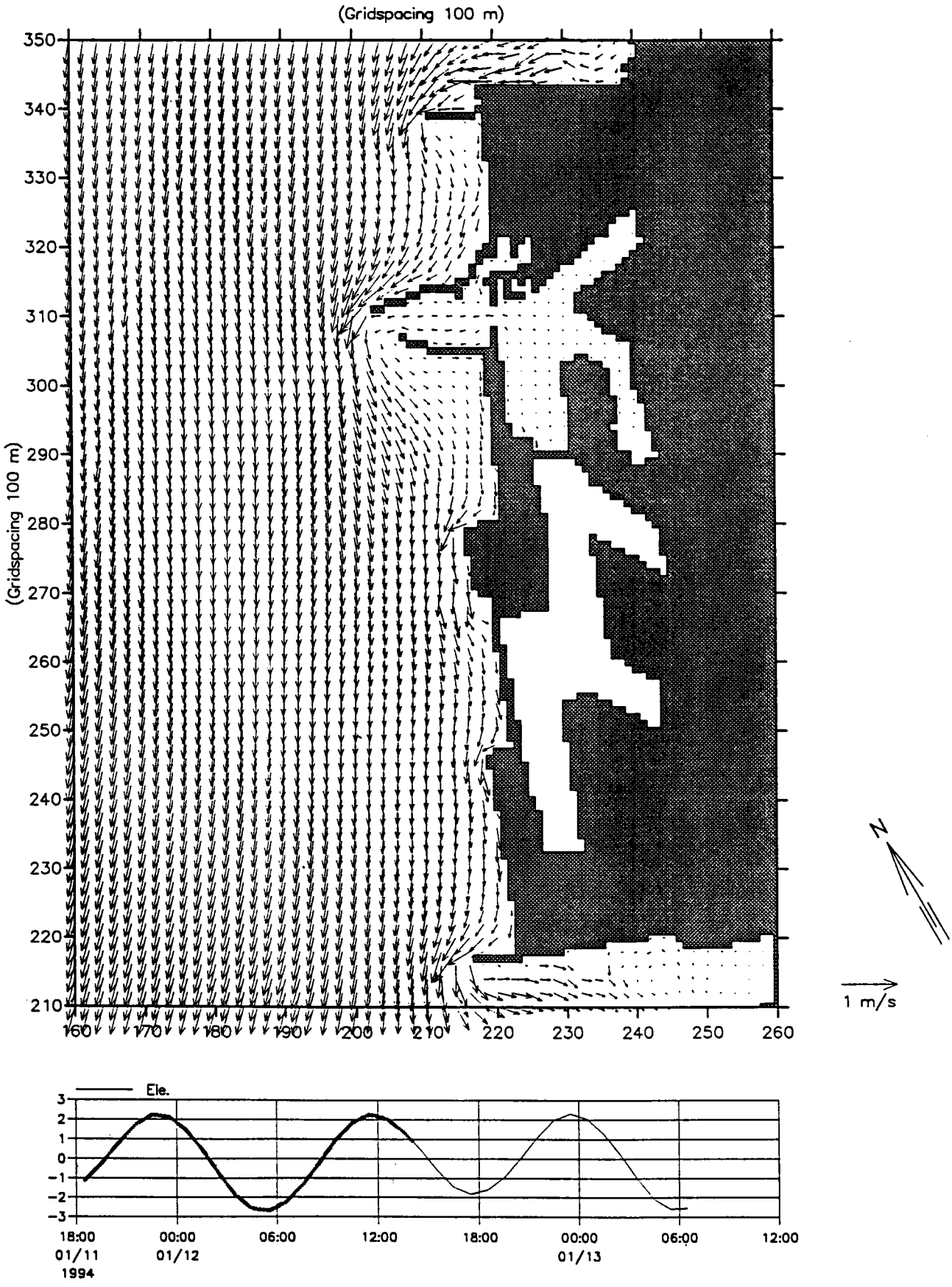


圖 3-48j 台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 14:00)

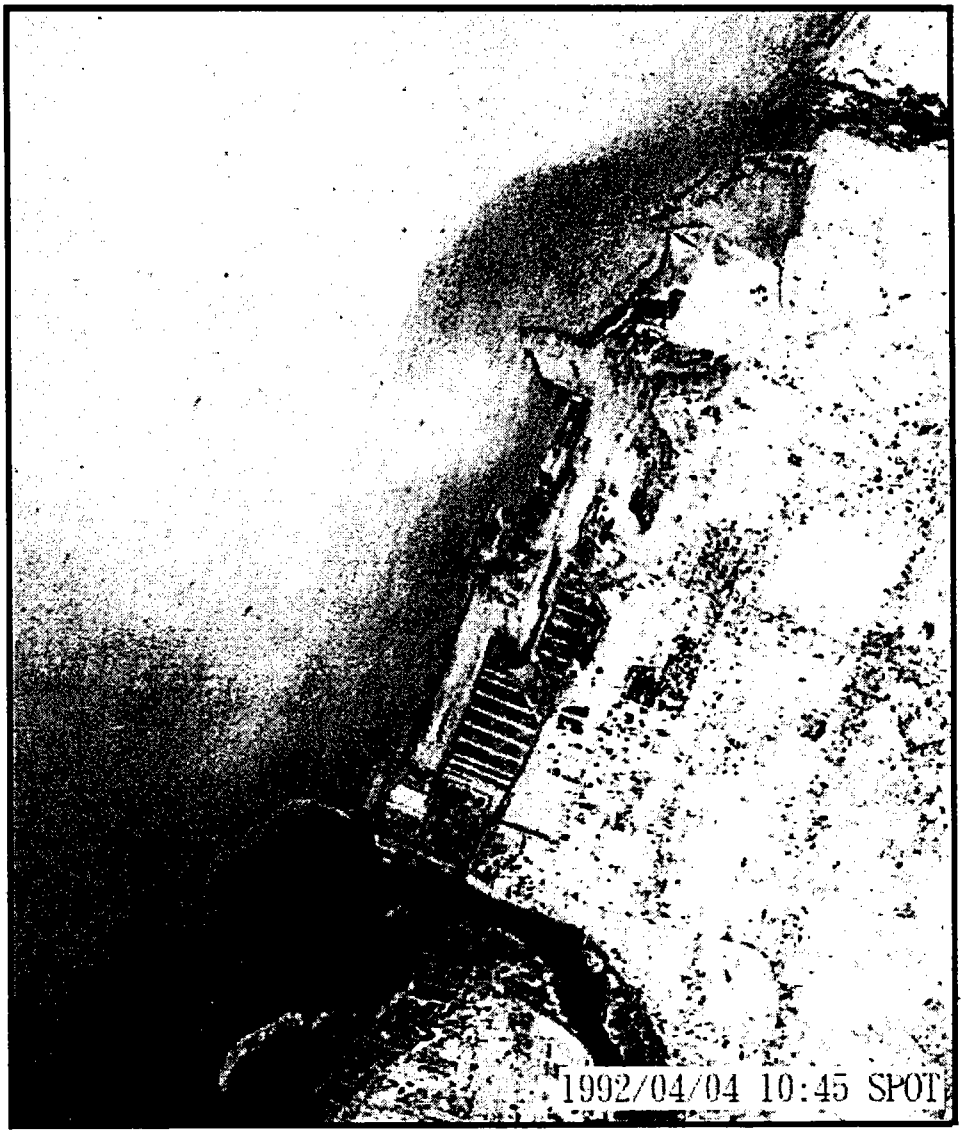


圖 3-49　台中港港口北外防波堤未延伸 850 公尺前 1992/04/04 SPOT 衛星影像

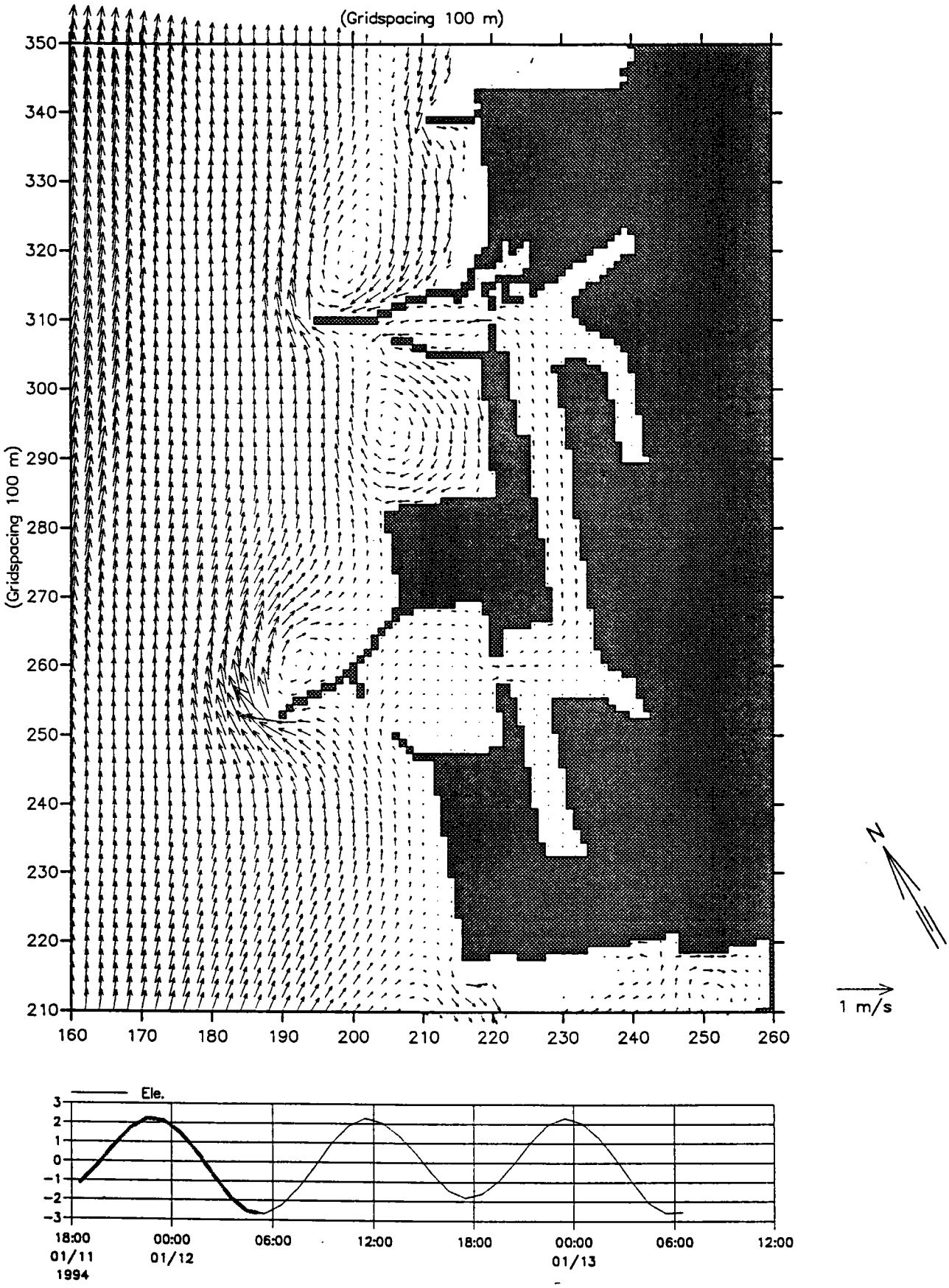


圖 3-50a 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 05:00)

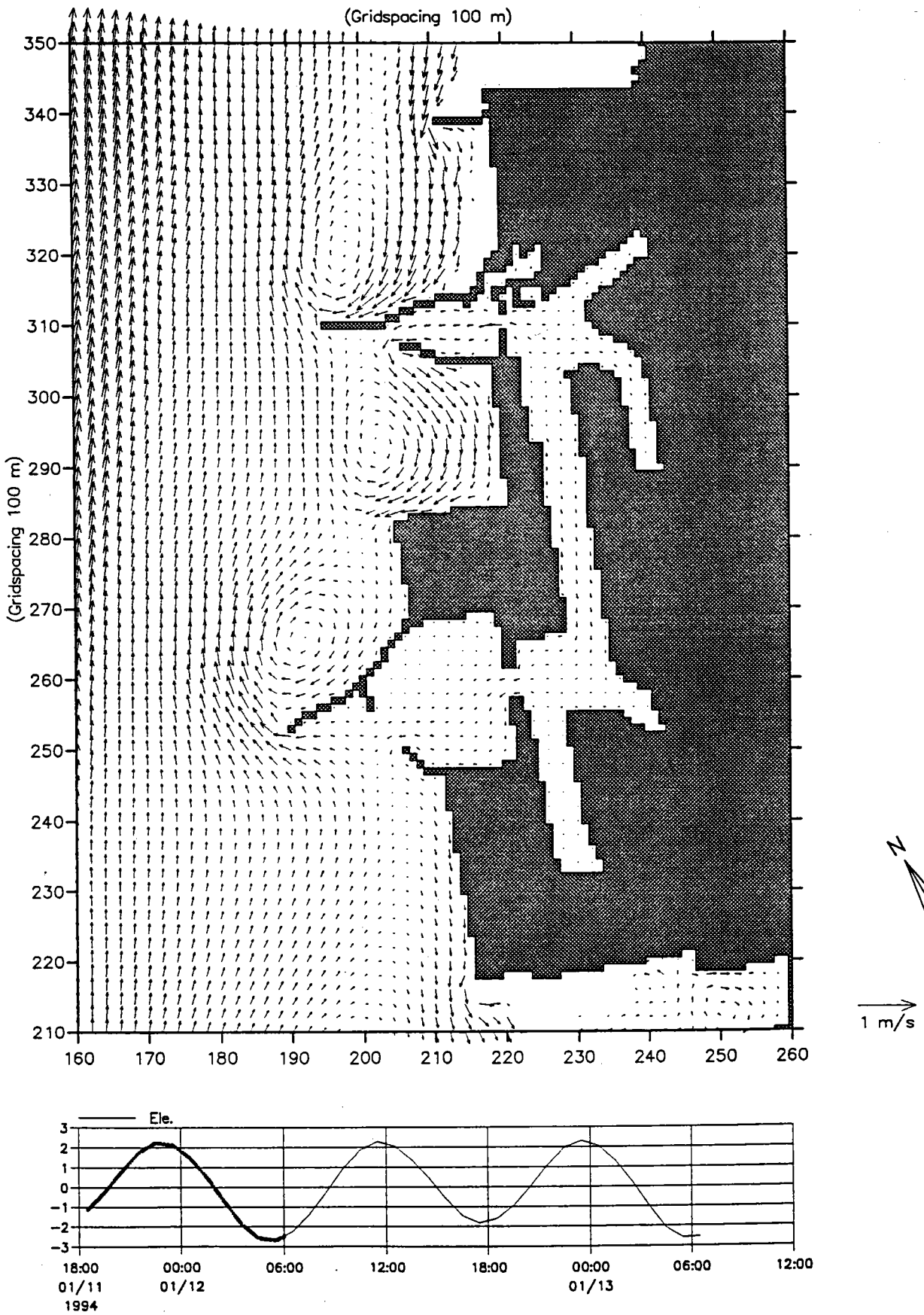


圖 3-50b 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 06:00)

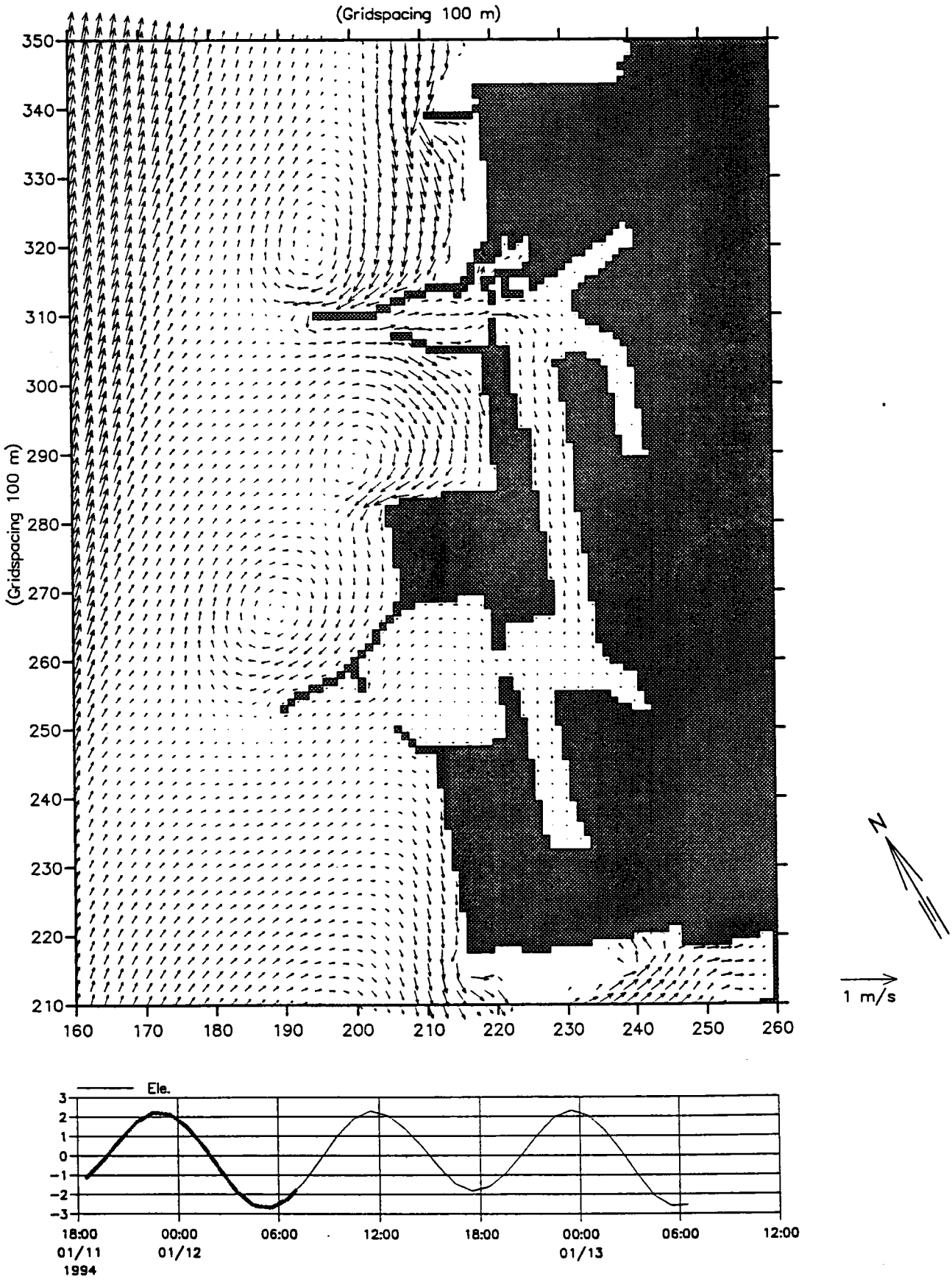


圖 3-50c 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 07:00)

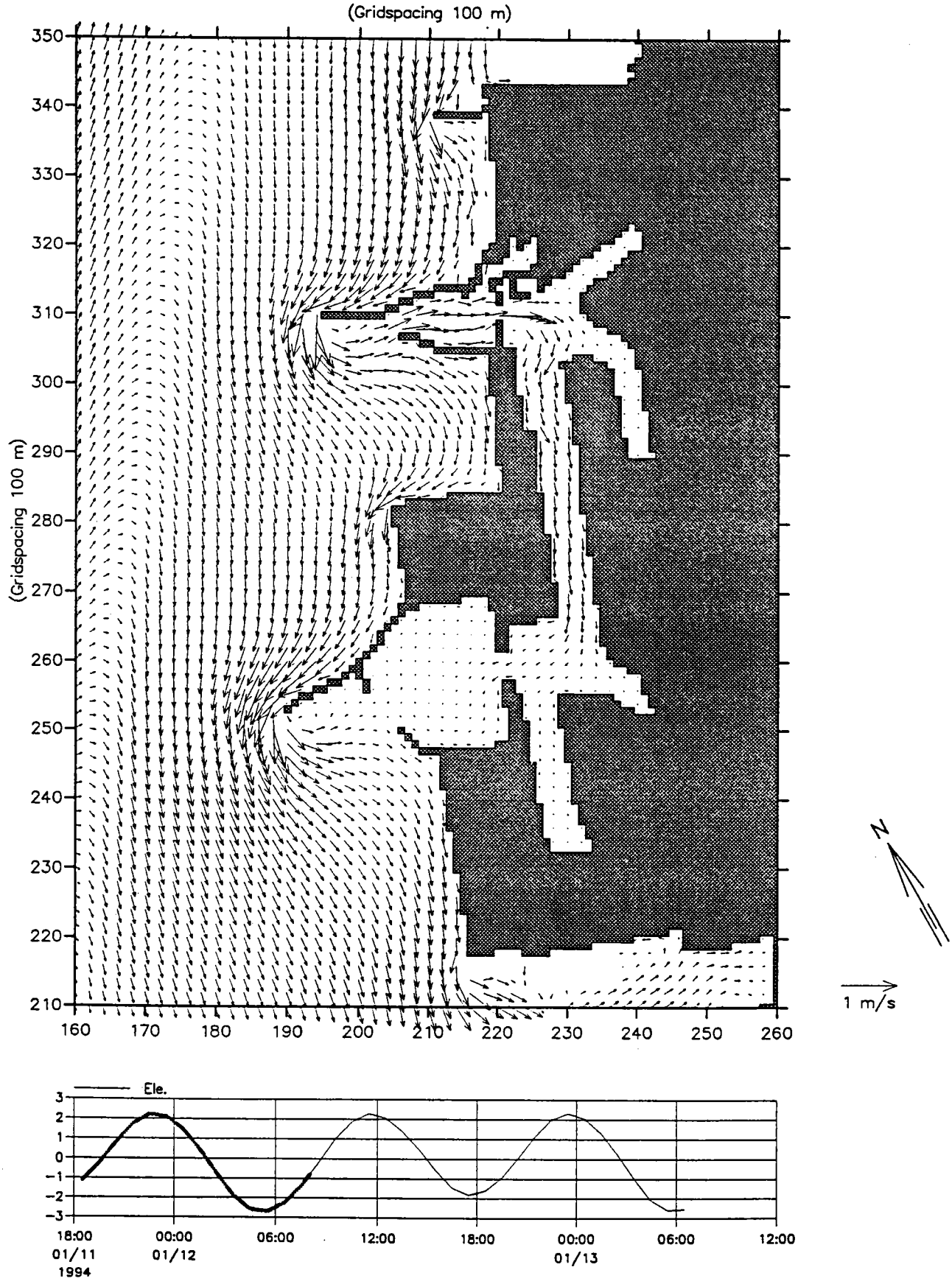


圖 3-50d 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 08:00)

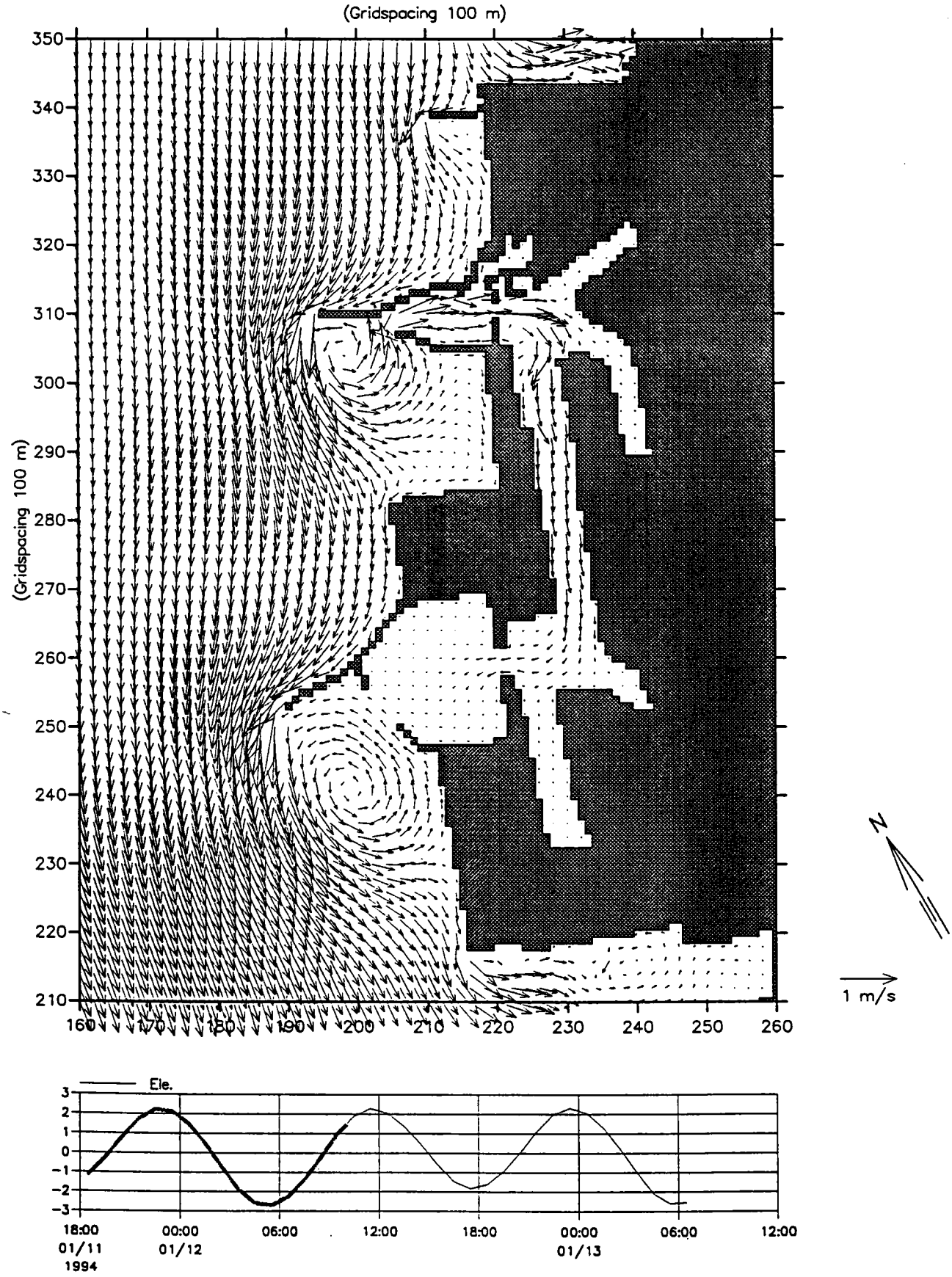


圖 3-50e 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 09:00)

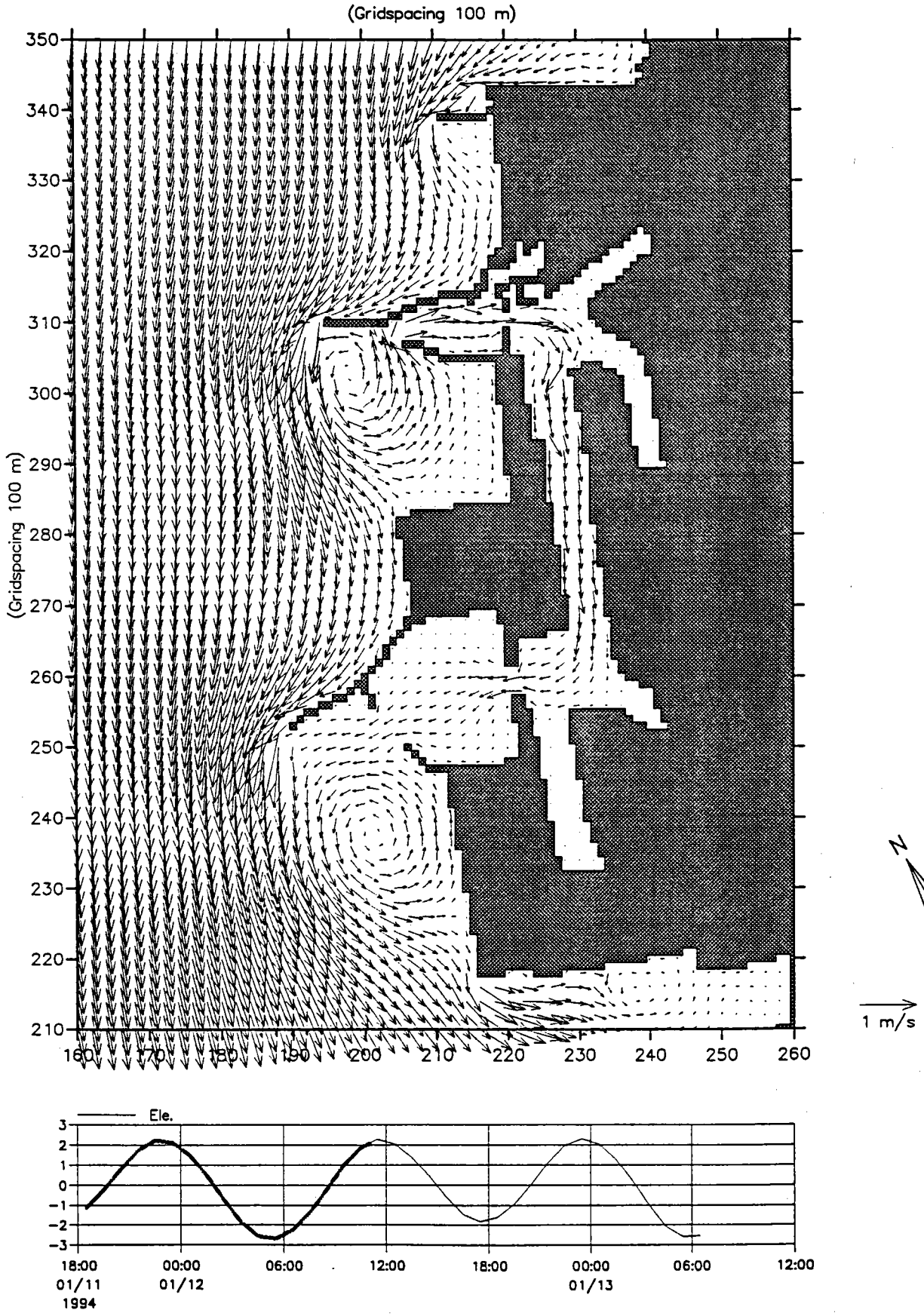


圖 3-50f 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 10:00)

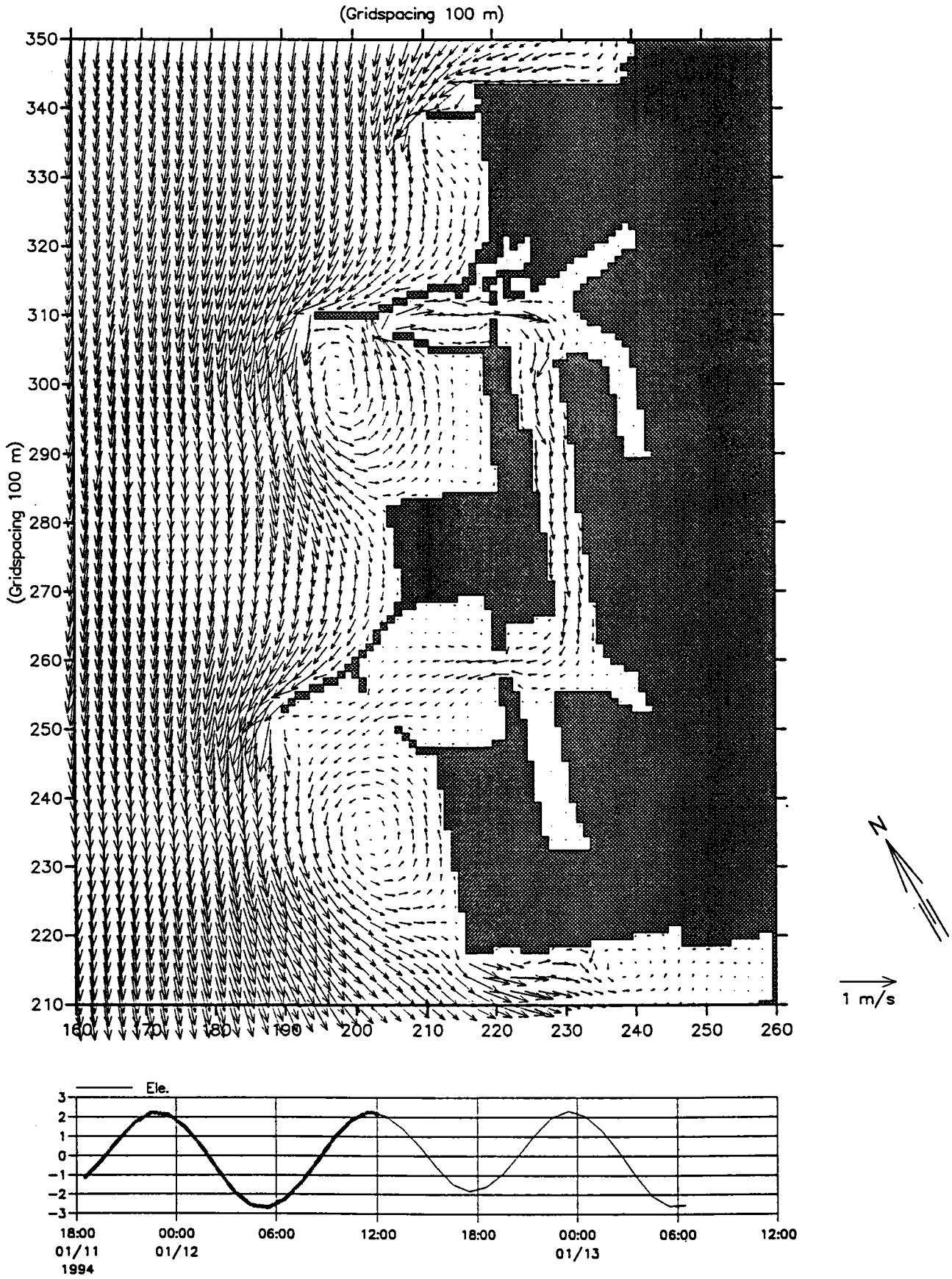


圖 3-50g 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 11:00)

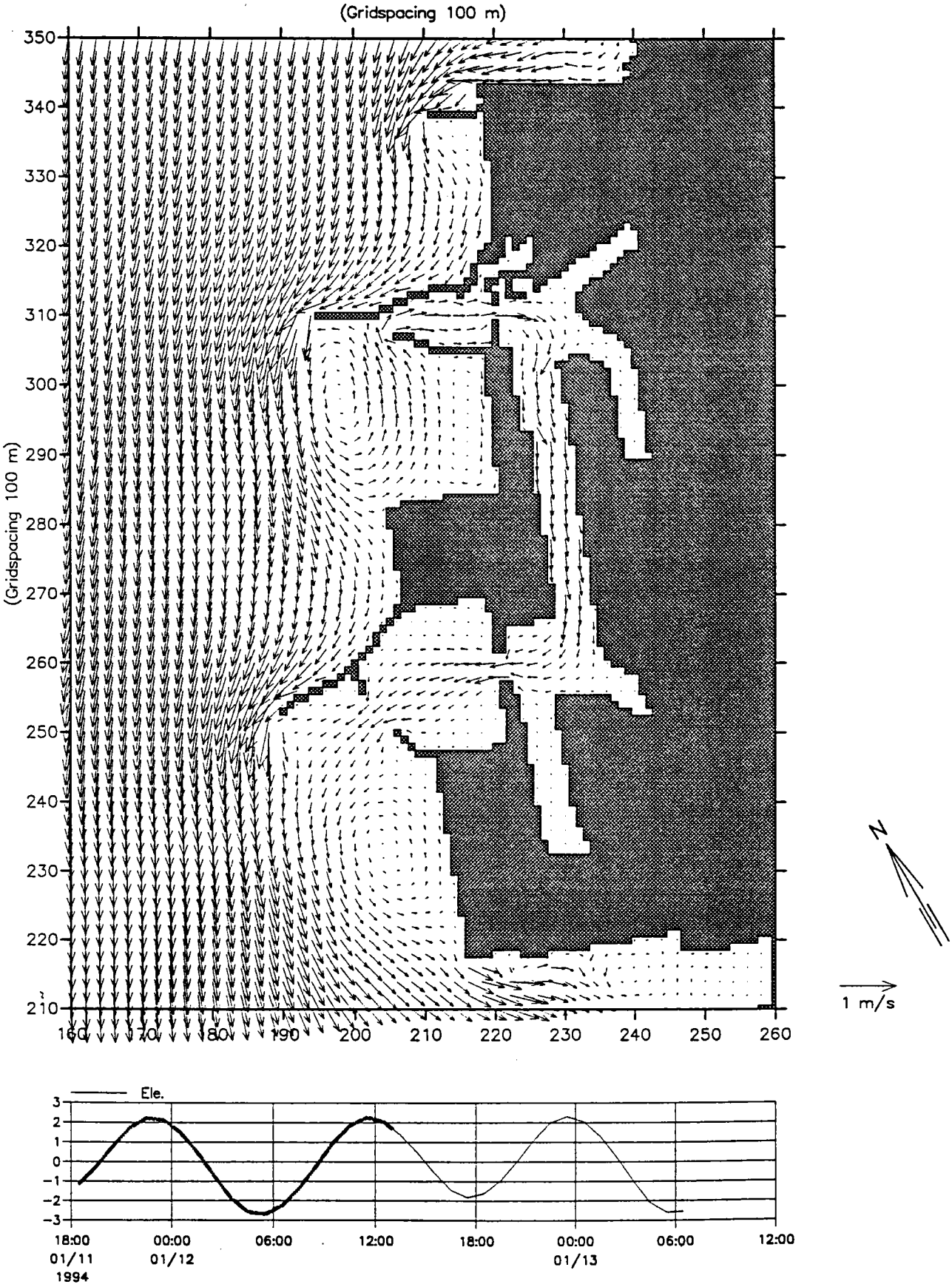


圖 3-50h 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 12:00)

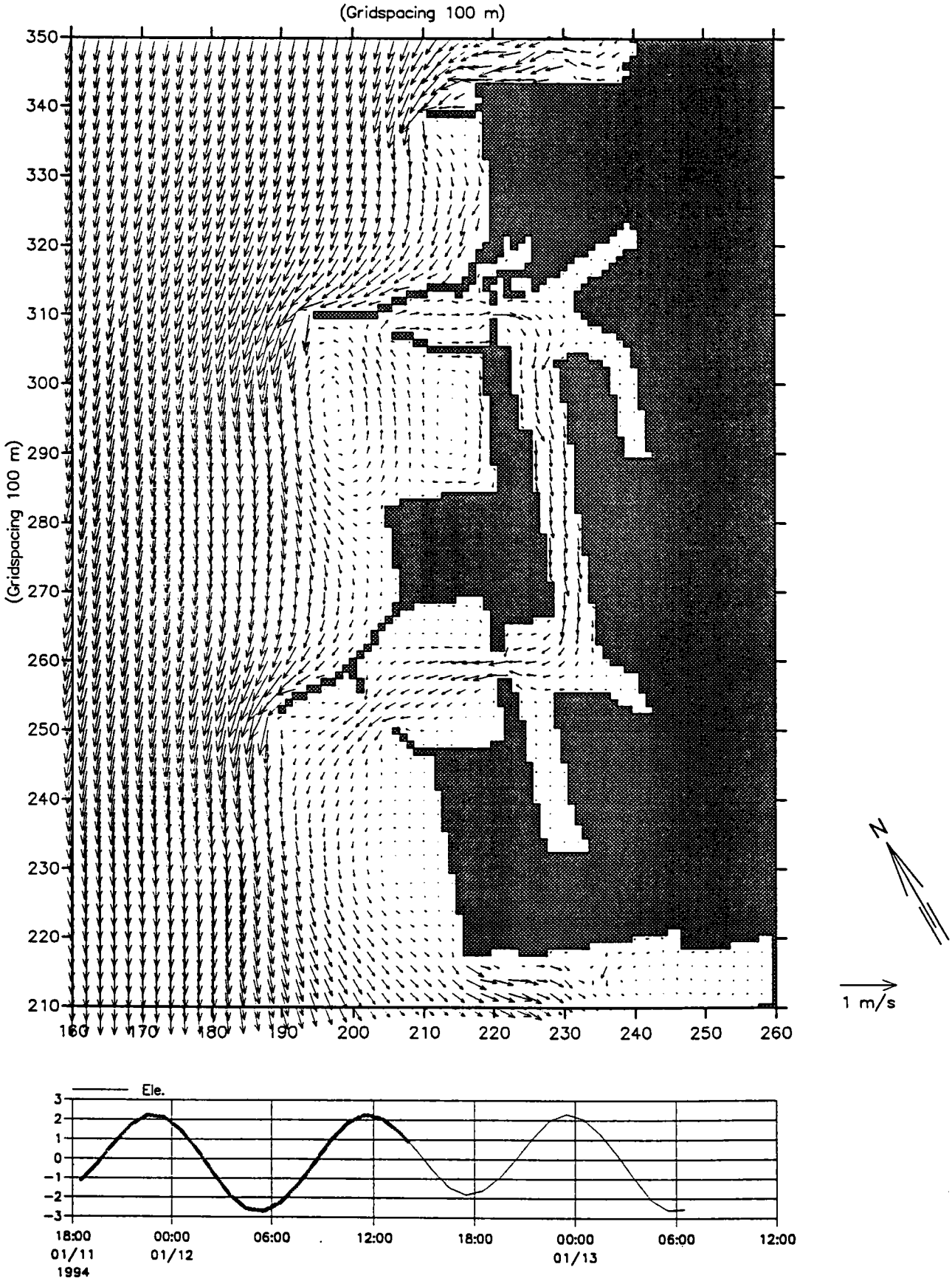


圖 3-50i 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 13:00)

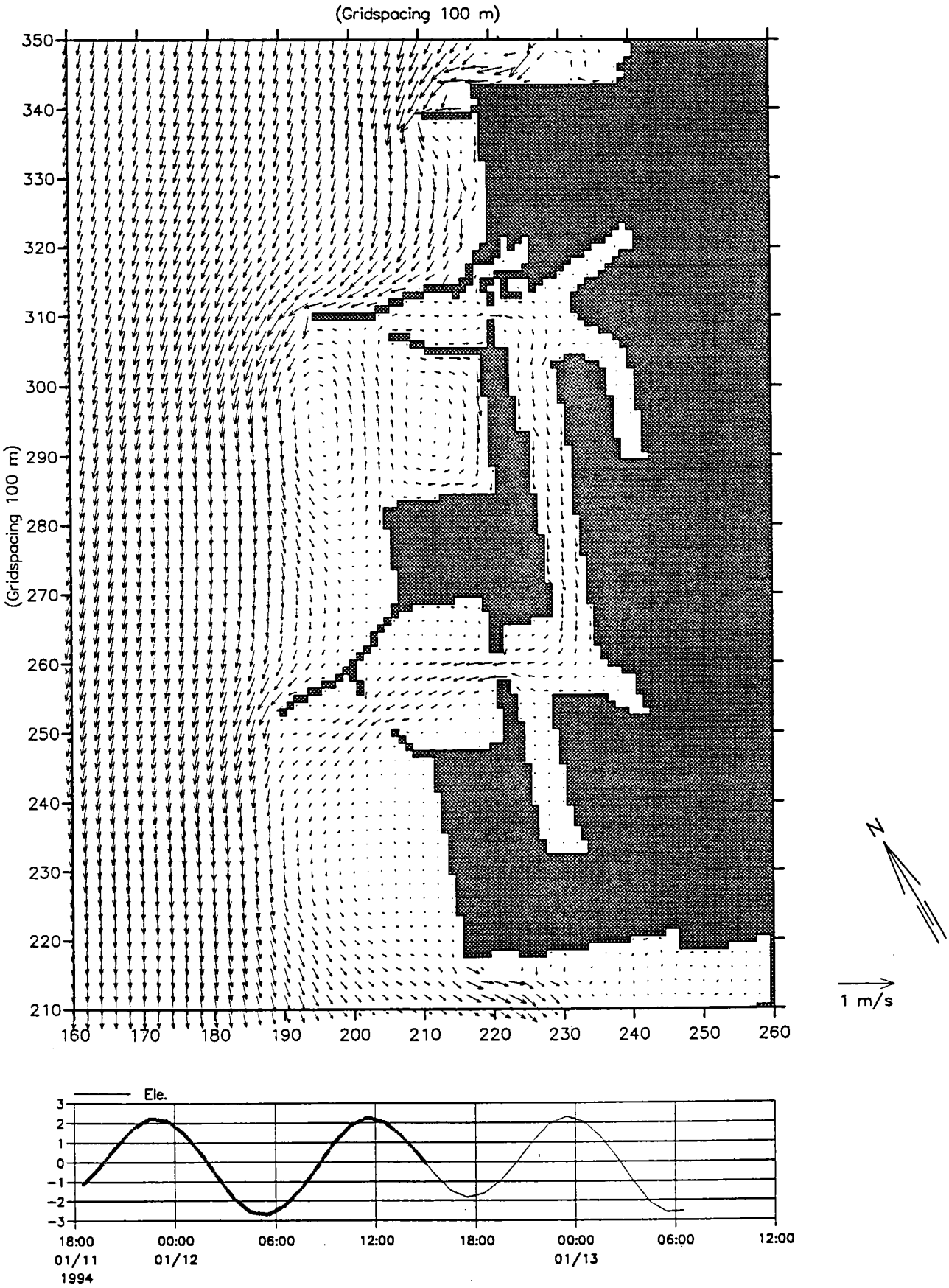


圖 3-50j 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 14:00)

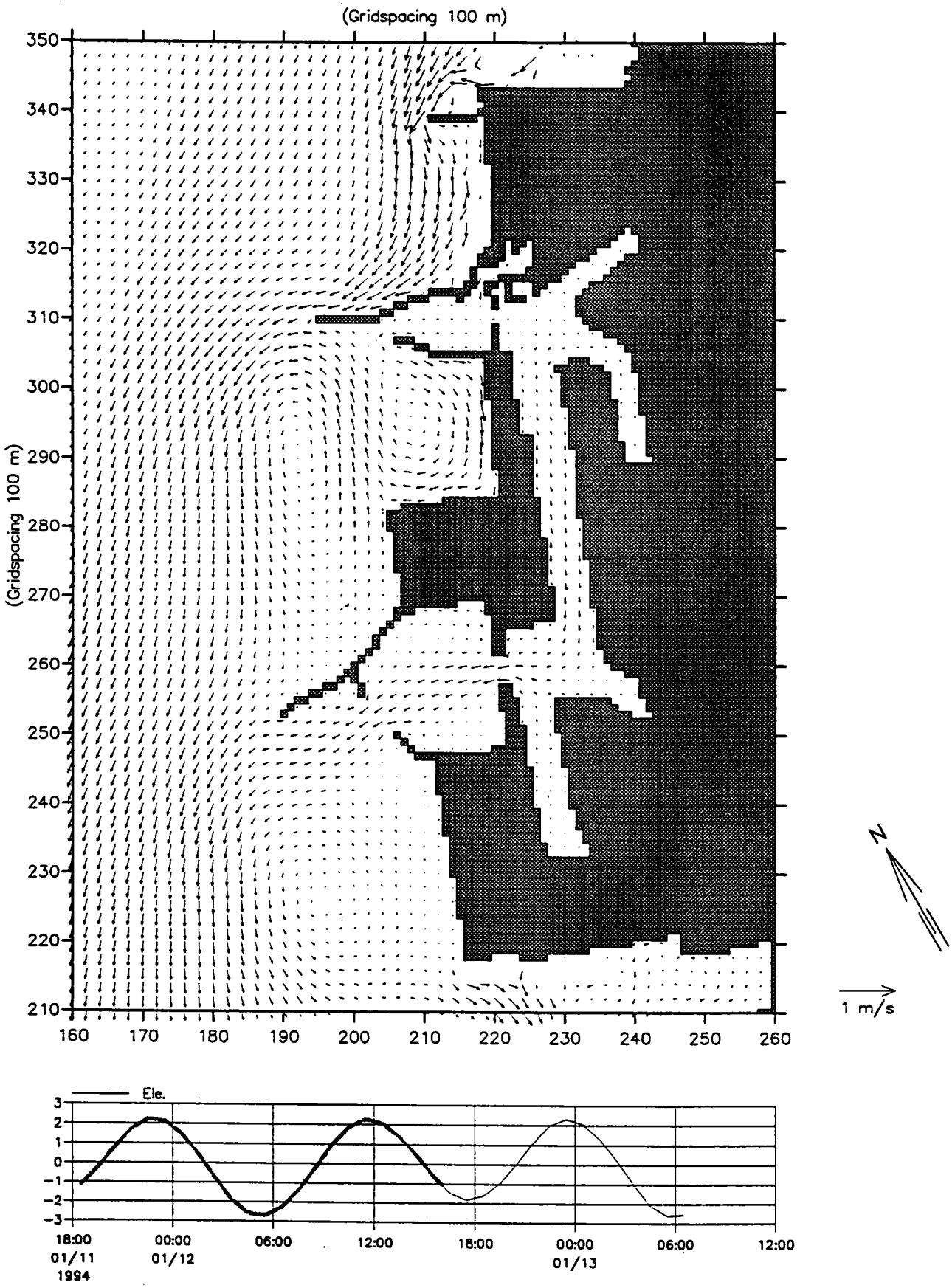


圖 3-50k 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 15:00)

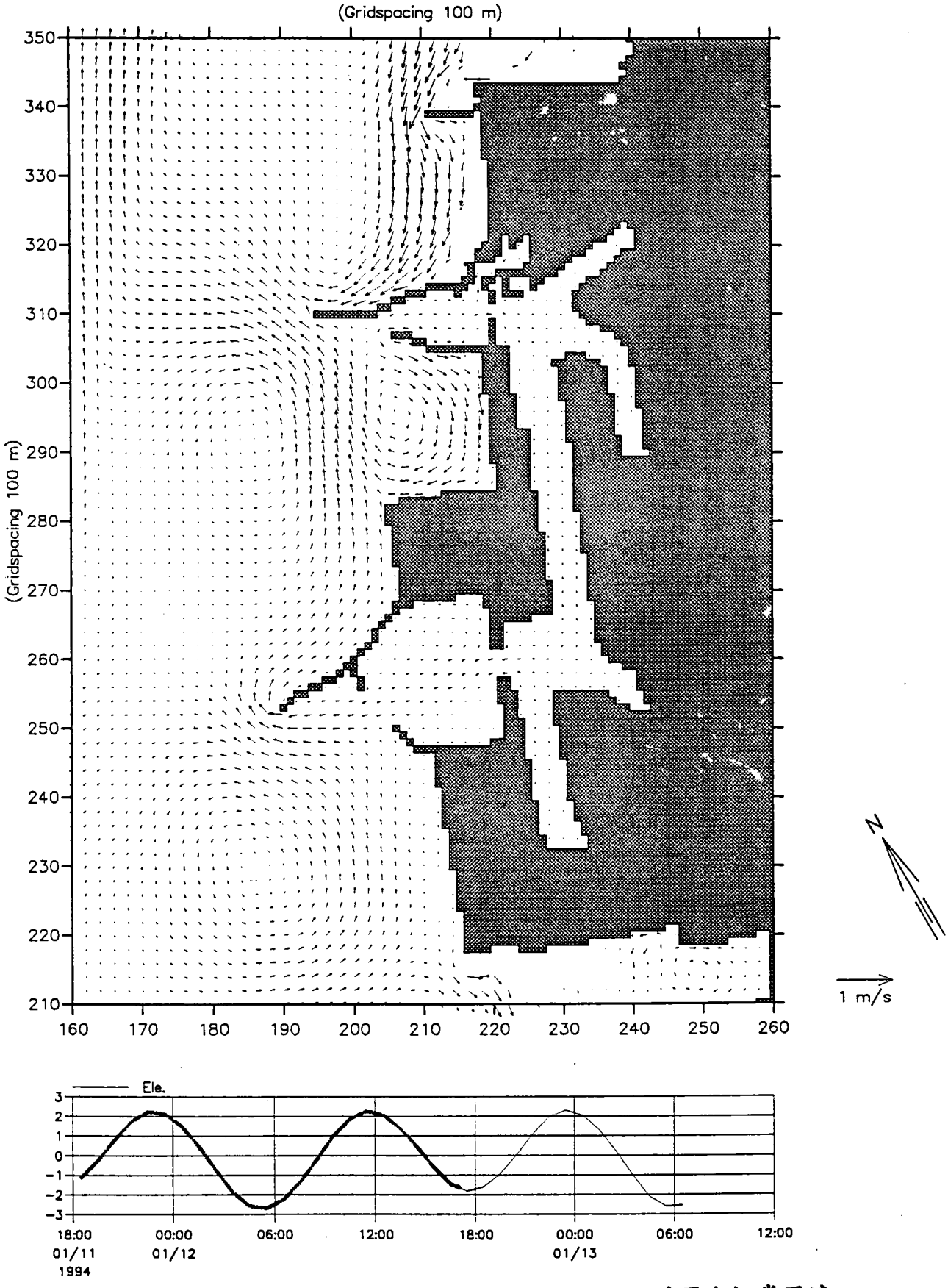


圖 3-50ℓ 台中港現有港口再擴建第二港口後，潮汐水位邊界與恒常風速 15m/s 作用下之計算流場 (1994/01/12 16:00)

第肆章

台中港港口二期擴建替選方案海流模擬計算

第肆章　台中港港口二期擴建替選方案海流模擬計算

4-1 引 言

台中港港口現況配置之海流模擬計算，經引用台中港域最近實測資料檢定驗證後，證明以 MIKE21-HD 模式之模擬計算方式，除恒流效應外，其他風、浪及潮之影響因素已可於海流模擬計算中有效且準確地加以掌握，對於結構物配置改變引起之海流特性變更亦可有效地加以評估。

台中港港口二期擴建計劃之目標，主要在提昇 4,000TEU 級以上大型貨櫃輪及 12.5 萬載重噸散貨輪於海氣條件不良情形下進泊台中港之安全性。而台中港港口在完成第一期第二階段擴建工程並延伸北外防波堤 850 公尺後，爲再達成上述目標，於參考最近相關之研究成果[9][14]後綜合可知，在未來台中港港口二期擴建計劃中可採行或必要實施之硬體改善措施不外乎再延建北外防波堤以及拆除部分南內、外防波堤與拓寬及濬深航道等項。爲配合以上硬體改善措施進行相關評估與提供操船模擬設定海象環境之需要，因此，本研究再針對可能之替選方案進行海流數值模擬計算。

4-2 替選方案

台中港二期擴建計劃共研定十個替選方案，分別如圖 4-1-1 至圖 4-1-10 所示。若包含民國 83 年底台中港完成第一期第二階段擴建工程後之現況配置，如圖 4-1-0，則待進行海流模擬計算之總配置方案將多達十一個。各替選方案擬定之細項配置如表 4-1 所示，有關之細項配置目的分別說明如后：

(一)現況配置方案

如圖 4-1-0，本方案爲現況港口之佈置方案。內、外防波堤口間航道寬度均爲 300 公尺，港口段主航道近似隨圓形，寬度爲 300 公尺至 600 公尺不等，航道水深 15 米。迴船池直徑爲 1,000 公尺，港內航寬度爲 200 公尺，設計水深爲 14 米。主要海流計算之目的乃在提供其他替選方案評比與對照之參考。

(二)替選方案一

如圖 4-4-1，依據現況之配置，爲增加內外防波堤口間航道寬度，使之成爲 350 公尺，故拆除南外防波堤 170 公尺，拆除南內堤 50 公尺，另爲擴大港口外北外防波堤形成之遮蔽水域，北外防波堤順沿原堤向(WNW)再延長 480 公尺。主航道水深及迴船池水域水深皆浚深爲 16 米。

(三)替選方案二

如圖 4-1-2，與替選方案一類似，南外防波堤仍拆除自原堤頭前段起之七座沉箱約 170 公尺，北外防波堤順沿原堤向仍延長 480 公尺，但南內堤拆除長度爲 100 公尺，藉以大幅增大內防波堤口間航道寬度爲 400 公尺。同時據以探討堤口間海流流速之強弱變化。

(四)替選方案三

如圖 4-1-3，南北內外防波堤拆除與延伸長度及方向與替選方案二相同，但南內防波堤拆除長度爲 150 公尺，期使內防波堤口寬度達 450 公尺，藉以探討台中港南內防波堤最大可能容忍之拆除長度。

(五)替選方案四

如圖 4-1-4，爲配合台中港外港區遠程之可能發展，北外防波堤自現有堤頭轉向西延伸 480 公尺，但南外防波堤拆除長度爲 170 公尺，南內防波堤拆除長度爲 150 公尺。

(六)替選方案五

如圖 4-1-5，在台中港現況配置上，南外防波堤及南內防波堤分別拆除 170 公尺及 100 公尺，但北外防波堤先順沿原堤向延伸 480 公尺後再轉向西延伸 270 公尺。俾利替選方案北外防波堤再延伸堤向評估之參考。

(七)替選方案六

如圖 4-1-6，爲探討北外防波堤大幅度順沿原堤向延長之問題，在本替選方案內，北外防波堤順沿原堤向延長之長度爲 750 公尺，但南內外防波堤拆除之長度分別爲 50 公尺與 170 公尺。

(八)替選方案七

如圖 4-1-7，爲便利北外防波堤再延伸堤向之評估，與替選方案一相類似，南內外防波堤拆除長度分別爲 50 公尺與 170 公尺，但北外防波堤

不順沿原堤向延伸，改以自現有北外防波堤堤頭處朝西向延伸 480 公尺。

(九)替選方案八

如圖 4-1-8，南內外防波堤拆除長度與替選方案七一致，分別拆除長度爲 50 公尺與 170 公尺，但北外防波堤先順沿原堤向延伸 480 公尺後再轉向西延伸 270 公尺，總計延伸長度仍維持爲 750 公尺。

(十)替選方案九

如圖 4-1-9，本替選方案爲完成替選方案一至八之遮蔽、海流及快速操船等初步評估後所得之定案初步配置。在本替選方案中，南內外防波堤拆除之長度分別爲 100 公尺及 93 公尺，北外防波堤則順沿原堤向延伸 480 公尺。

(十一)替選方案十

如圖 4-1-10，本替選方案實爲經遮蔽、海流及真實操船等評估後所得之定案配置。在定案配置中，北外防波堤爲順沿原堤向再延伸 480 公尺，南外防波堤拆除沉箱式合成堤 93 公尺，南內防波堤則拆除 50 公尺，其中包括沉箱式合成堤 36 公尺拋石堤 14 公尺，主航道及迴船池水域皆浚深爲 16 米。

4-3 替選方案海流模擬計算與結果

爲考慮各替選方案中對防波堤等構造物拆除及延伸之精度需要，選定各替選方案之細部海流計算範圍如圖 3-15c 所示，計算範圍內之計算網格間距在 x 及 y 方向皆取爲 50 公尺，計算邊界條件，如本研究第參章所述，係由較大範圍之計算結果中萃取沿用。至於風、潮與波浪之引入，鑑於各替選方案之海流計算結果主要係供作替選方案間彼此相對之評比與提供操船海象環境設定之需要，故計算期間之風、潮與浪等條件將以能造成台中港港口最不利之海流流況爲主。因此，如圖 3-16 所示，潮汐選擇在台中港大潮期間、風速以恒常大小 15m/s 及 20m/s 分別模擬，風向皆爲東北向、波浪爲沿岸流方向之考慮，入射波向設定爲 NE，入射波高 3.0 公尺，週期爲 8.0 秒。其他相關計算參數之設定參見本研究第參章。應用以上風、浪與潮之條件，針對台中港港口二期擴建規劃各替選方案計算所得之逐時海

流模擬計算結果分別如圖 4-2-0a 至圖 4-2-10b 所示。圖號中，恒常風速 15m/s 之計算結果以 a 表示，恒常風速 20m/s 之計算結果以 b 表示，至於 a 或 b 前之數字則用以代表替選方案之編號。

台中港港口二期擴建後，在風、浪與潮皆相同條件下，與現況港口配置比較，台中港港口海域逐時之海流流場將有部分改變。以現況(圖 4-2-0b)及定案配置（圖 4-2-10b）風速恒常爲 20m/s 之計算結果而論，首先觀察圖 4-2-0b 中現況配置海流逐時計算結果得，現況港口在台中港滿潮前二小時，北外防波堤堤頭水域已有一定規模之環流流場形成，且隨潮位逐漸接近滿潮，環流逐漸增大規模，同時並向港口南側水域移動，堤頭附近，環流外圍最大流速可超過 1m/s，南北內堤口中點間水域，流速於滿潮後約二小時最大，流向部分集中於西北向，最大流速超過 50cm/s。在台中港退潮段之平潮位上，南北外堤口中點間水域流速亦甚強，流向部分集中於西向，最大流速約在 60cm/s 上下。於此同時，在港口外之環流中心早已向南移離港口區甚遠，並且強度亦減弱中，至台中港干潮位附近，在港口附近水域海流強度一般甚弱，但在水深 5 米以內之近岸區，因強風與波浪造成之近岸流於此時段內特別顯著，但對港口海流之強弱與方向影響不大。其後，台中港區恢復漲潮期間，因漲潮作用造成流向由北而南之潮流，於此時段內開始對台中港北外防波堤堤頭附近流場產生影響，環流流場亦於此時段內逐漸形成，並不斷加大其規模與強度，直至滿潮位後退潮段爲止。

其次，觀察圖 4-2-10 中定案替選配置海流逐時計算結果得，在台中港北外防波堤順沿原堤向再延伸 480 公尺後，若風速仍持續保持在 20m/s，則在滿潮前二小時，於新北外防波堤堤頭以南水域，已有相當強度與規模之環流流場形成。且此環流流場亦隨潮位逐漸接近滿潮而逐步增大規模與強度，同時最大流速可超過 1m/s，在退潮段平潮位附近，因北外防波堤再延伸與環流流場強度之變化，此時在北外防波堤南側水域海流普遍皆甚小，且此港口外較佳之海象環境將持續維持至干潮位後至台中港開始漲潮時。只是，儘管港口外海象環境在台中退潮段平潮位後可維持在較良好之情況，但在此同時，主航道上之流速大小與方向並未有明顯之改善，此點在大型船舶操航上須小心注意，尤其在主航道偏北水域及南北內防波堤口間偏西北向之較強流速更應謹慎應對。至於台中港海域近岸流與強風風速形成風趨流對近岸區之影響，於台中港干潮位附近仍極爲明顯，但對港口

海域之流場影響則因北外防波堤之再延伸而使影響性更爲微小。

4-4 替選方案海流計算結果比較

爲方便評比各替選方案之流場特性，因此參考現況台中港各型船舶進港航線，於航線上選取 A 至 G 共七個控制點，如圖 4-3，以爲流場評比之依據。圖 4-3 中，A 點之計算格點座標爲(207, 75)，目前爲船舶進港之操船起始點；B 點之計算格點座標爲(178, 114)，目前爲領港登輪點；C 點之計算格點座標爲(165, 129)，目前爲領港抵駕駛台之預定點，亦爲北外防波堤遮蔽區之代表點；D 點之計算格點座標爲(160, 146)，目前恰爲南北外防波堤間港口之中點，且爲船舶進港操航船向由 60 度轉爲 110 度之轉彎點，亦爲主航道之起始點；E 點之計算格點座標爲(161, 159)，目前恰爲主航道中線之中間點，亦即恰位於南北內外防波堤口之中點上；F 點之計算格點座標爲(162, 173)，目前恰位於南北內防波堤口之中點，且爲主航道之終止點；G 點之計算格點座標爲(168, 186)，目前其恰位於迴船池之中心點上。針對相關之替選方案，如表 4-1，配合以上之控制檢驗點，於風速保持在 20m/s 時，將計算流場比較說明如后：

(一)A 控制點—船舶進港操航起始點

台中港海域因替選方案之施行，能造成 A 控制點流場產生變化者應只有北外防波堤之再延伸長度一項，圖 4-4a 爲替選方案一(北外防波堤再延伸 480 公尺)與替選方案六(北外防波堤再延伸 750 公尺)及現況配置之流速與流向在 A 控制點之比較結果，現況配置流速與流向以實線表示，替選方案一以細虛點線表示，替選方案六則以粗虛點線表示，由圖觀察可知，在 A 控制點上，現況配置之最大流速約爲 100cm/s，流向南南西，約發生於滿潮位後一小時，延長北外防波堤 480 公尺後（替選方案一），最大流速爲 110cm/s，比現況流速增大 10cm/s，流向與現況相當；但台中港干潮時，流向已有偏西南之趨勢。若北外防波堤延長爲 750 公尺(替選方案六)，則最大流速將超過 120cm/s，比現況流速增大約 20cm/s 左右，流向在干潮位前後有明顯變動，干潮位前之退潮段爲西南至西向而干潮位後之漲潮段則轉爲東北至東南向。北外防波堤再延長之影響已逐漸突顯。圖 4-4b 爲定案配置於控制點 A 對流速特

性之影響，由圖中粗細虛點線重合之結果得知，定案配置與替選方案一在控制點 A 對流速之影響一致，亦即流速大小皆比現況流速大約 10cm/s，流向受影響之程度甚爲有限。

(二)B 控制點—領港登輪點

B 控制點對現況配置而言，其對應之海域係在北外防波堤遮蔽區外，但在其他替選方案中，B 控制點將轉變爲在北外防波堤遮蔽區內，因此可預期其流場與現況比較將有大幅度之變化。圖 4-5a 爲替選方案一(粗點虛線)、替選方案三(細點虛線)與現況配置(實線)之流場比較圖，由圖可明顯看出，北外防波堤若順沿原堤向延長 480 公尺，則在領港登輪點上，於台中港滿潮位附近，流速將明顯減弱，最大流速約介於 30cm/s 至 40cm/s，比現況流速減小之幅度高達 80cm/s，流向與現況比較亦有明顯變化，北外防波堤再延伸前，現況流向在潮汐漲退之間原只有東－南－西之順時針方向流向，但北外防波堤再延長 480 公尺後，流向在潮汐漲退間轉變爲北－東－南－西－北之完全順時針方向變化，可見純潮汐之影響已非常明顯。圖 4-5b 爲北外防波堤再延伸段堤向變化對流場變化之比較，其中細與粗點虛線分別爲替選方案三與四之計算流場結果，由圖比較可知，再延伸北外防波堤 480 公尺，不論其係順沿原堤向若向西延伸，流速大小皆明顯會減弱，但北外防波堤沿西向延伸之流速卻比順沿原堤向延伸之計算流速爲大，最大差異約 10cm/s，發生於滿潮前二小時，流向爲西。此現象應係延伸防波堤外側環流位置變動所引致。圖 4-5c 探討替選方案三(細點虛線)與替選方案五(粗點虛線)對流場之影響，由圖比較可知，於替選方案五中，若於 480 公尺延伸堤堤頭再向西延伸 270 公尺，則在領港登輪點之計算流速普遍會比替選方案三小，但部分時間其大小與方向並無明顯之差異。圖 4-5d 爲替選方案六(粗點虛線)與替選方案一(細點虛線)之比較，由圖比較得，大幅度順沿原堤向延伸北外防波堤 750 公尺與僅延伸 480 公尺，於領港登輪點計算所得之流速大小差異甚爲有限，唯流向於滿潮位附近將有些許變化。圖 4-5e 爲替選方案一與七間之比較，其與圖 4-5b 之結果完全一致，圖 4-5f 爲替選方案六與八間之比較，因其北外防波堤延伸條件與圖 4-5c 相同，故兩者之比較結論亦相同。圖 4-5g 爲替選方案一與定案配置之計算流場比較，由於定案配置之北外防波堤

係沿原堤向再延伸 480 公尺，與配置三相似，故比較結論可完全參照圖 4-5a 之比較結果。

(三)C 控制點—領港抵駕駛台點

領港抵駕駛台之控制點 C，不論現況或未來，其位置皆位於北外防波堤之遮蔽區內，因此，港外之海流對本控制點之影響應不致太大，較大之影響因素應來自於南北外防波堤口間之流速與流向變化。圖 4-6a 與 b 分別爲替選方案一(細點虛線)、替選方案六或替選方案十(粗點虛線)與現況配置(實線)之計算流場比較，由圖觀察比較可知，北外防波堤再延伸，不論其延伸長度爲 480 公尺或 750 公尺，於控制點 C 上，在台中港漲潮期內，流速皆稍比現況略微增大，在退潮期內，流速則稍比現況略微減小，至於流向隨潮位之變化，整體而言，其變動趨勢與現況差異無幾。較值得注意的是，在干潮位附近時刻，現況流向普遍爲東北東向，而北外防波堤延伸後，流向將偏轉爲東南東向。

(四)D 控制點—南北外防波堤間港口中點

本控制點恰位於港口主航道入口中央並位於南北外防波堤間港口之中點上，預期本控制點在潮汐漲退間其流速應會受外防波堤口寬度與內防波堤口寬度直接影響。但觀察圖 4-7a 替選方案一、二及替選方案三間因內防波堤口寬度不同導致外防波堤堤口間之流速差異得知，內防波堤口之開口寬度實際對外防波堤間港口之流速與流向影響幾乎微不足道。至於外防波堤間港口寬度本身之影響，觀察圖 4-7b 至圖 4-7h 得知，不論北外防波堤配置與延伸長度爲何，台中港外防波堤間港口寬度若自現況 300 公尺放寬爲 350 公尺，則外防波堤間港口中點流速將明顯減弱，現況南北外防堤口間流速原於漲退潮段之平潮點附近流速爲最強，最大流速約 70cm/s，但外堤口拓寬 50 公尺，即拆除南外防波堤 170 公尺後，最大流速僅約 50cm/s 左右，流速最大減弱幅度可達 20cm/s，在流向變化方面，拓寬外堤口寬度對流向之影響不大。圖 4-7e 爲替選方案一(細點虛線)、替選方案十(粗點虛線)與現況配置(實線)之計算流場比較，由圖亦可明顯看出，外防波堤口拓寬幅度或南外防波堤拆除長度對流向影響甚小，但對最大流速則有明顯減弱作用，亦即在現況配置下，最大流速可達 70cm/s，拆除南外防波堤 93 公尺後，最大流速減爲 60cm/s，若南外防波堤拆除 170 公尺，則最大流速將減

至 50cm/s 左右而已。流速大小隨南北外防波堤口寬度放寬而減弱之效果甚爲明顯。

(五)E 控制點—主航道中線中點

圖 4-8a 至圖 4-8d 爲主航道中線中點上各替選方案與現況配置間計算之流場比較結果，觀察並比較各圖可知，在主航道中線中點上之流速與流向，其因內外防波堤配置變更之影響甚爲微小，而由此控制點之比較結果亦可得知，南北內外防波堤口間之海流流速是彼此不相影響且互爲獨立的。

(六)F 控制點—南北內防波堤口中點

台中港南北內防波堤口中點爲台中區內外水體因潮汐漲退自然形成流量所必須通過之控制點，本控制點之流速在流量固定下必會隨內防波堤口間寬度變更而變化。圖 4-9a 爲替選方案一(粗虛點線)、替選方案三(細虛點線)與現況配置(實線)之計算流速比較，由圖可明顯看出，台中港在現況內防波堤口寬度爲 300 公尺下，其最大內堤口流速可高達 80cm/s，發生於退潮段平潮位附近，替選方案一、三分別拓寬內防波堤口寬度爲 350 公尺及 450 公尺後，內防波堤口最大流速分別減小爲 70cm/s 與 60cm/s 左右，平均內防波堤口寬度每拓寬 50 公尺，最大流速約減小 7cm/s。流向則不受內防波堤口寬度影響而變化。圖 4-9b 爲替選方案一(實線)、替選方案二(細虛點線)與替選方案三(粗虛點線)間之計算流場比較，由圖亦可看出，內防波堤口平均每拓寬 50 公尺，最大流速亦約減小 7cm/s 之變化情況。圖 4-9c 至圖 4-9h 亦爲各替選方案與現況之流場比較，於圖中亦可清楚得出，只要內防波堤口寬度保持固定，則流速大小亦將保持不變。圖 4-9i 爲替選方案一(細虛點線)、替選方案十(粗虛點線)與現況配置(實線)之計算流場比較，由圖可看出，定案擴建配置－替選方案十在內防波堤口之流速與流向與替選方案一完全一致，但最大流速約比現況減小 10cm/s，至於流場隨潮汐之變化特性與台中港現況配置比較並無明顯改變。

(七)G 控制點—迴船池中心

圖 4-10a 爲替選方案一、二、三間計算流場之比較，圖 4-10b 則爲替選方案一、十與現況配置之流場比較結果。觀察圖 4-10a 與圖 4-10b 可知，僅管台中港內外防波堤配置有各種不同程度之拆除與延伸，但在台中

港內，由於潮汐變化之特性並不隨結構物配置改變而變化，因此，通過內防波堤口之潮流量始終保持固定，所以在迴船池中心上，各替選方案與現況之流速與流向亦無顯著之差異。

4-5 結 語

台中港港口二期擴建規劃內之各替選方案海流評估，經綜合考慮波浪、潮汐及恒常風速 15m/s 與 20m/s 分別計算後，可詳細求得各替選方案全面性逐時之計算流場。而台中港海域在 20m/s 風速下因替選方案配置不同造成特定海域之流場差異，經以現況操船進港航線上之七個控制點評比後，可得下列幾點重要結果：

1.現況北外防波堤若再延伸，則在現況進港航線之領港登輪區水域，海流流速會明顯降低。以順沿原堤向再延伸 480 公尺爲例，其流速將從現況約 120cm/s 降至 30cm/s 左右。

2.現況因漲潮形成於北外防波堤南側之環流流場，將隨北外防堤之再延伸而向海側移動，環流流場同時並可不受西海堤與南外防波堤影響而完全發展。

3.南、北外防波堤間港口中點流速大小僅與其寬度直接相關。南外防波堤自現有堤頭起拆除長度愈長，港口寬度將愈大，但流速反而愈小。現況港口最大流速約 70cm/s，南外防波堤若拆除 93 公尺，則最大流速將降爲 60cm/s，若拆除 170 公尺，則最大流速約僅有 50cm/s 左右。

4.南、北內防波堤間堤口中點流速大小亦僅與堤口寬度直接相關。可見因潮汐水位差異造成之堤口間水體流量在特定潮位上是固定地。在堤口中點上，現況最大流速約達 80cm/s，若自南內防波堤堤頭起拆除南內防波堤 50 公尺，則最大流速將降爲 70cm/s，若拆除長度爲 150 公尺，則最大流速將僅約 55cm/s 左右。平均內防波堤口寬度每增加 50 公尺，最大流速約減小 7cm/s。

5.台中港港口內主航道上之海流，純爲由潮汐水位引起之潮流，其流向僅與潮位直接相關，不受港域內外結構物配置拆除或延伸影響而改變。

表 4-1 台中港港口二期擴建規劃替選方案一覽表

替選方案	MIKE-21計算模式	南外堤拆除長度	南內堤拆除長度	北外防波堤再延伸長度	主航道寬度		備註欄
					外堤堤口	內堤堤口	
零方案	EMS,HD	0m	0m	0m	300m	300m	現況港口配置
方案一	EMS,HD	170m	50m	480m	350m	350m	北外防波堤沿原堤線延伸，主航道水域浚深至16米。
方案二	EMS,HD	170m	100m	480m	350m	400m	北外防波堤沿原堤線延伸，主航道水域浚深至16米。
方案三	EMS,HD	170m	150m	480m	350m	450m	北外防波堤沿原堤線延伸，主航道水域浚深至16米。
方案四	EMS,HD	170m	150m	480m	350m	450m	北外防波堤朝西延伸，主航道水域浚深至16米。
方案五	EMS,HD	170m	100m	750m	350m	400m	北外防波堤沿原堤線延伸480m再朝西延伸270m，主航道水域浚深至16米。
方案六	HD	170m	50m	750m	350m	350m	北外防波堤沿原堤線延伸，主航道水域浚深至16米。
方案七	HD	170m	50m	480m	350m	350m	北外防波堤朝西延伸，主航道水域浚深至16米。
方案八	HD	170m	50m	750m	350m	350m	北外防波堤沿原堤線延伸480m再朝西延伸270m，主航道水域浚深至16米。
方案九	EMS,HD	93m	100m	480m	320m	400m	北外防波堤沿原堤線延伸，主航道水域浚深至16米。
方案十	EMS,HD	93m	50m	480m	320m	350m	北外防波堤沿原堤線延伸，主航道水域浚深至16米。

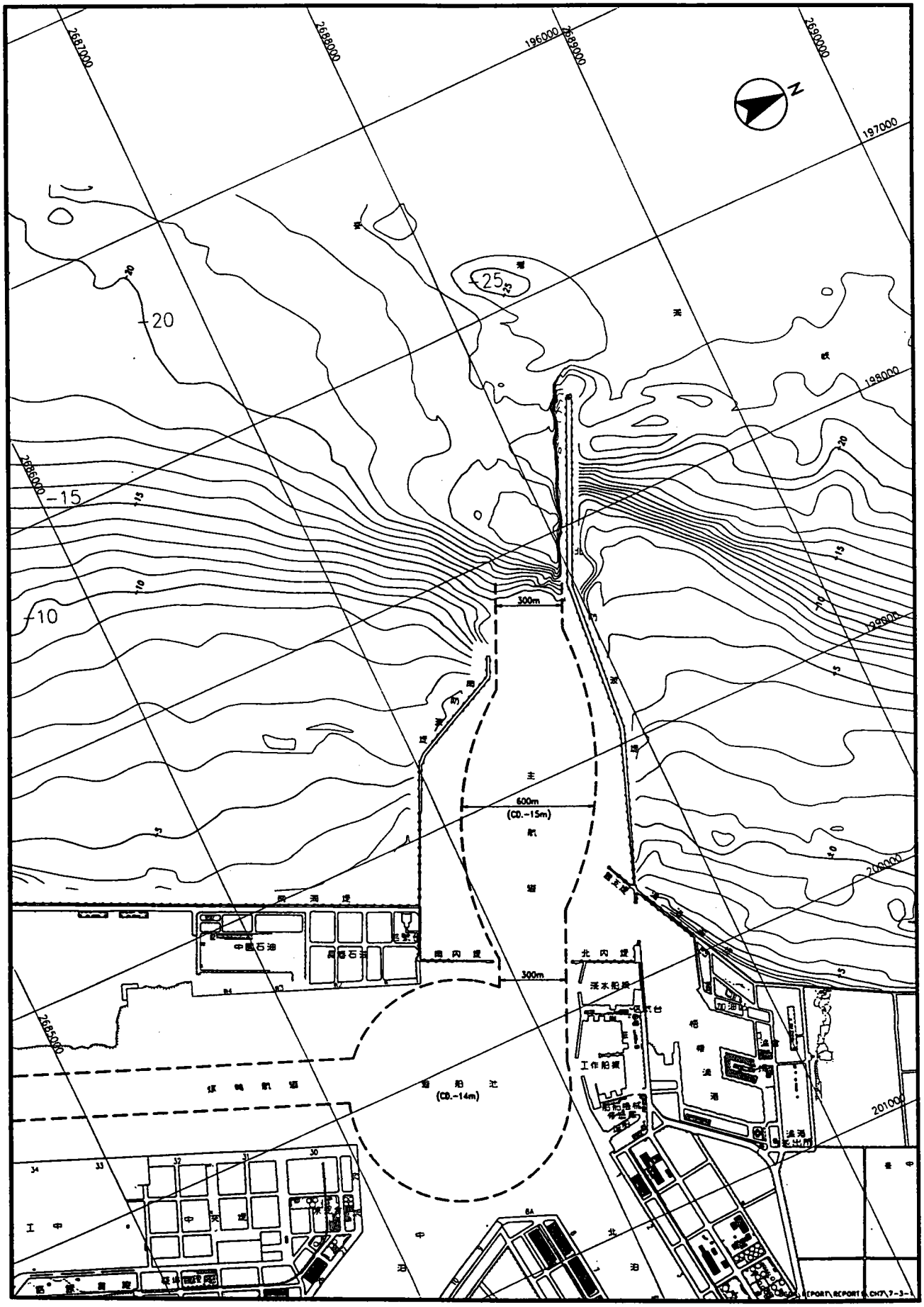


圖 4-1-0 台中港現狀港口佈置圖(零方案)

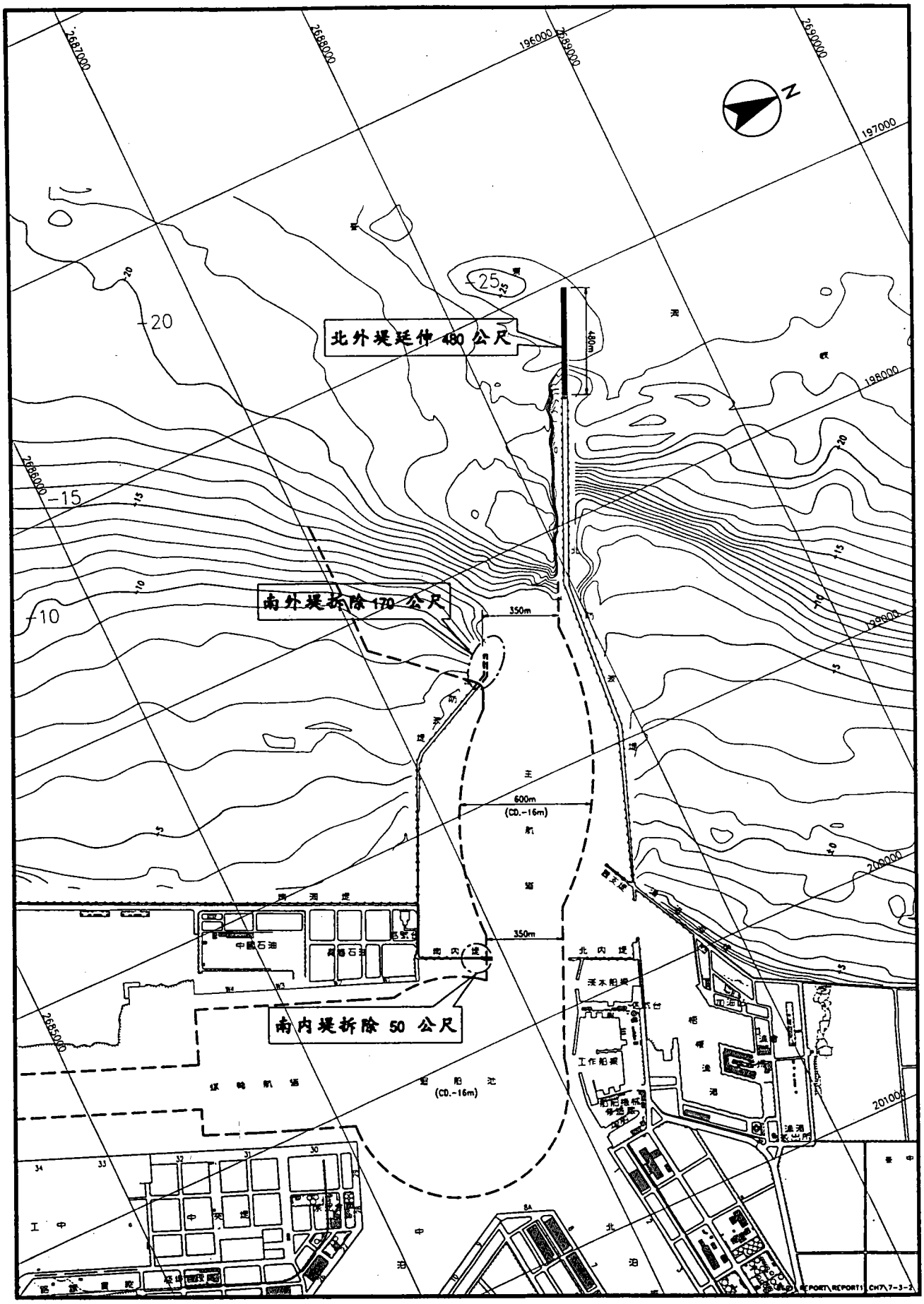


圖 4-1-1 台中港港口二期擴建替選方案一平面佈置圖

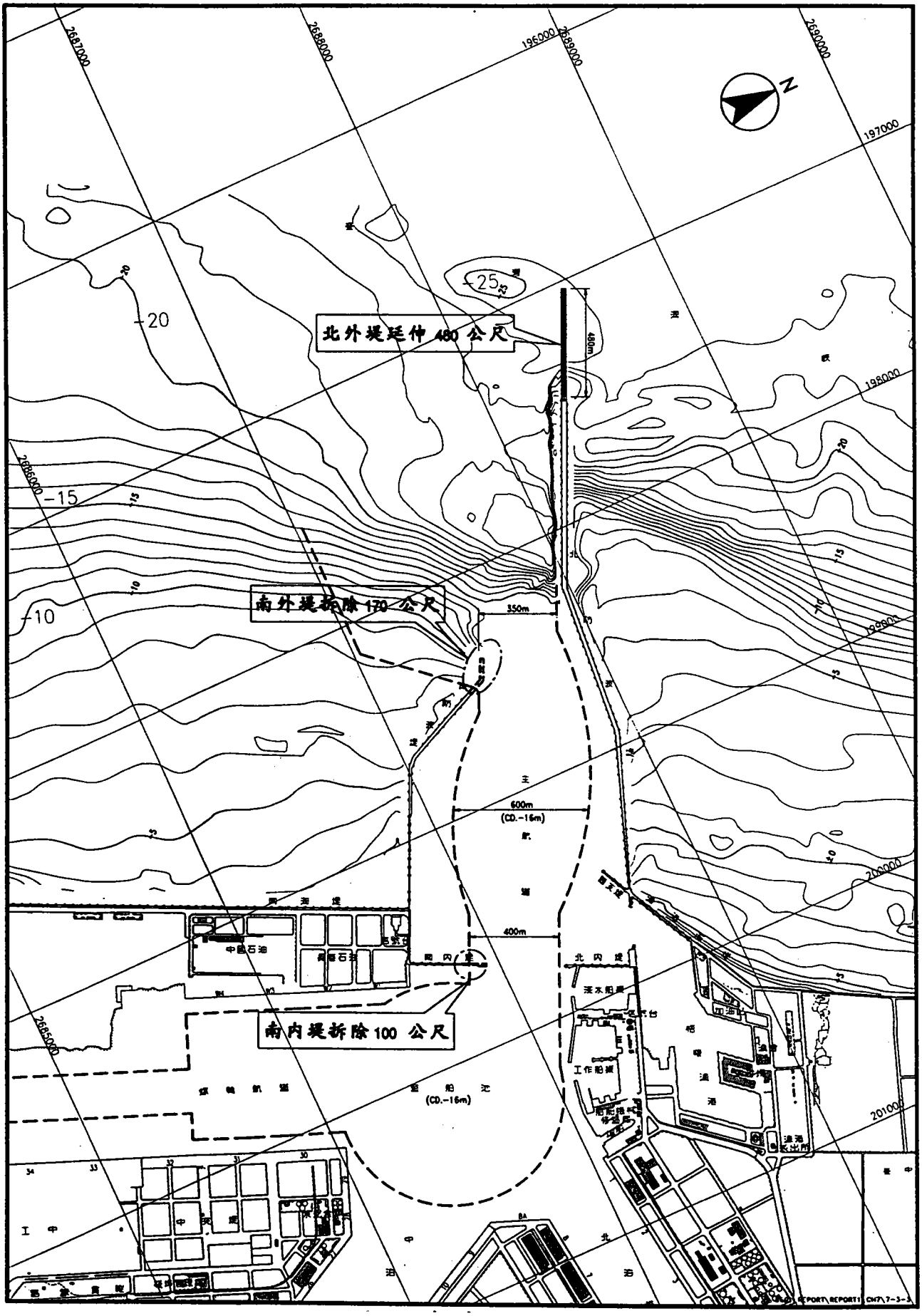


圖 4-1-2 台中港港口二期擴建替選方案二平面佈置圖

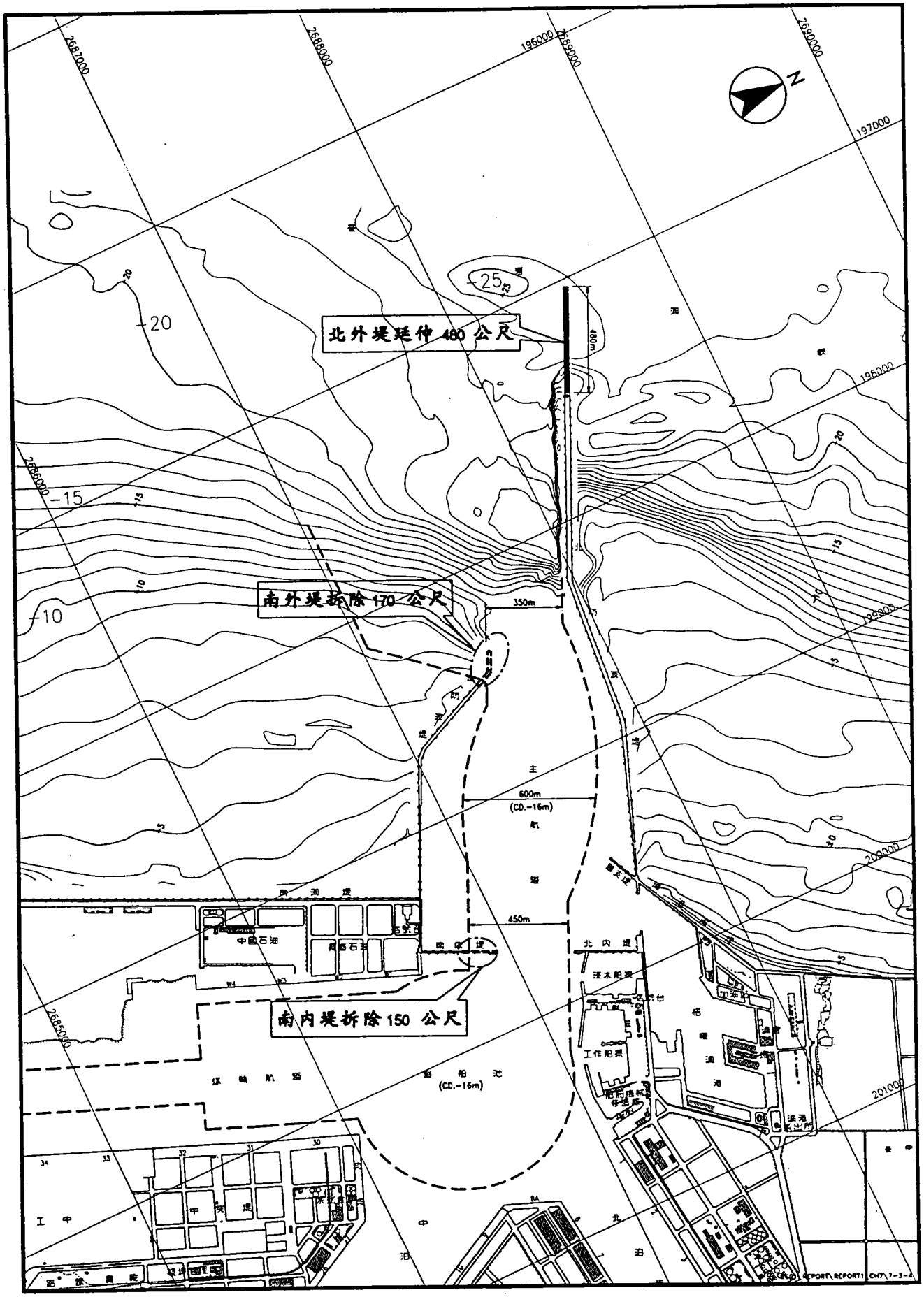


圖 4-1-3 台中港港口二期擴建替選方案三平面佈置圖

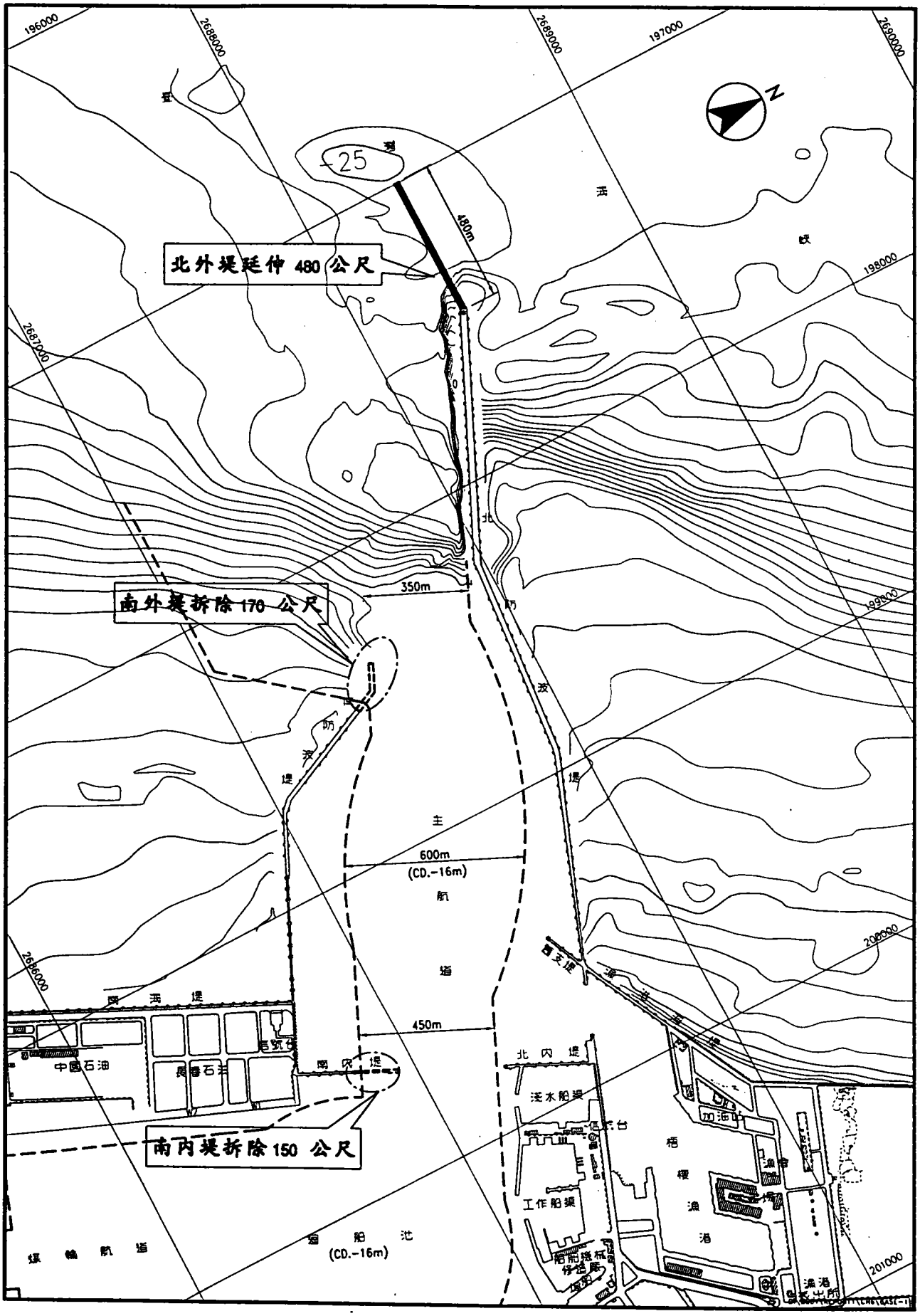


圖 4-1-4 台中港港口二期擴建替選方案四平面佈置圖

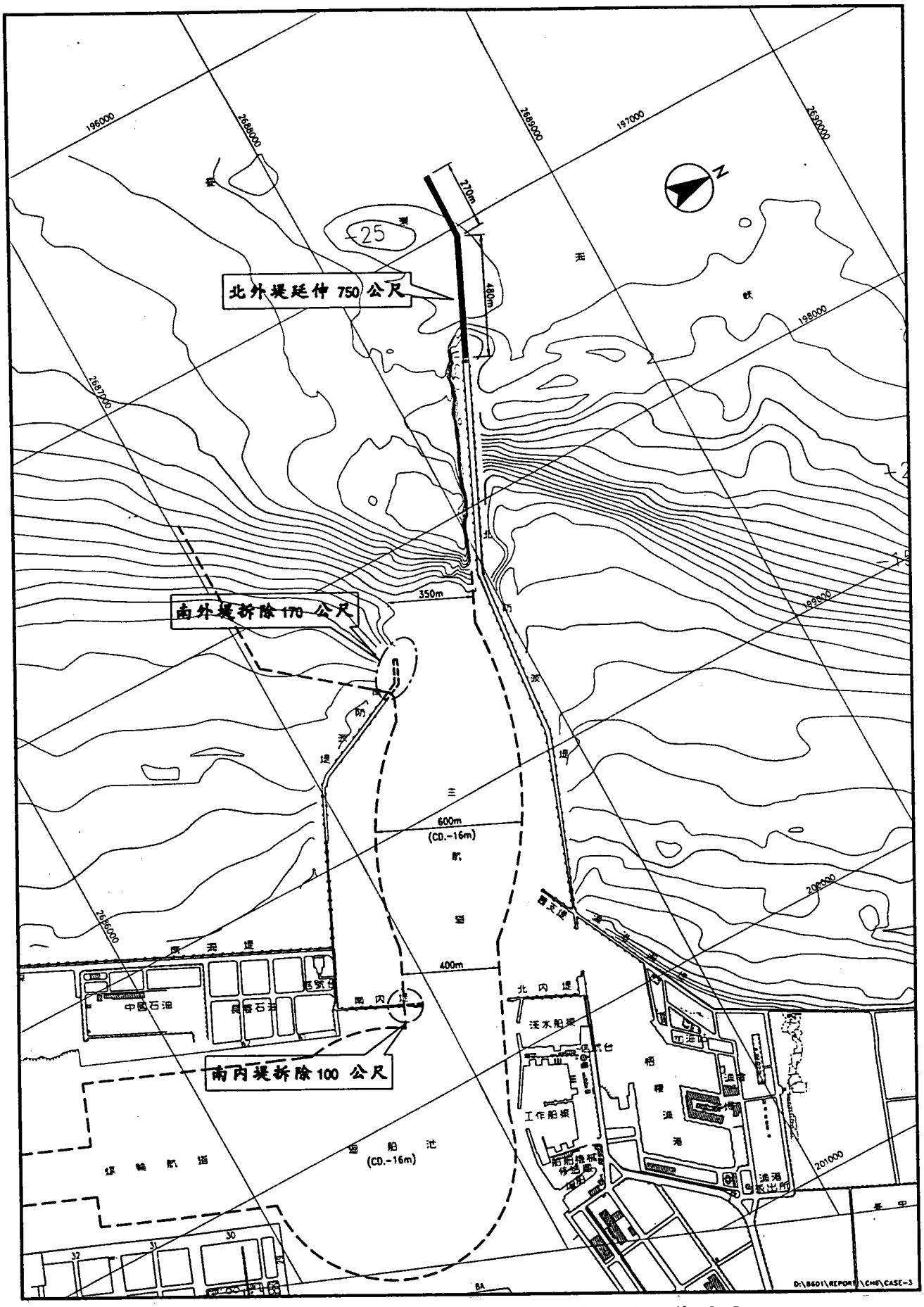


圖 4-1-5 台中港港口二期擴建替選方案五平面佈置圖

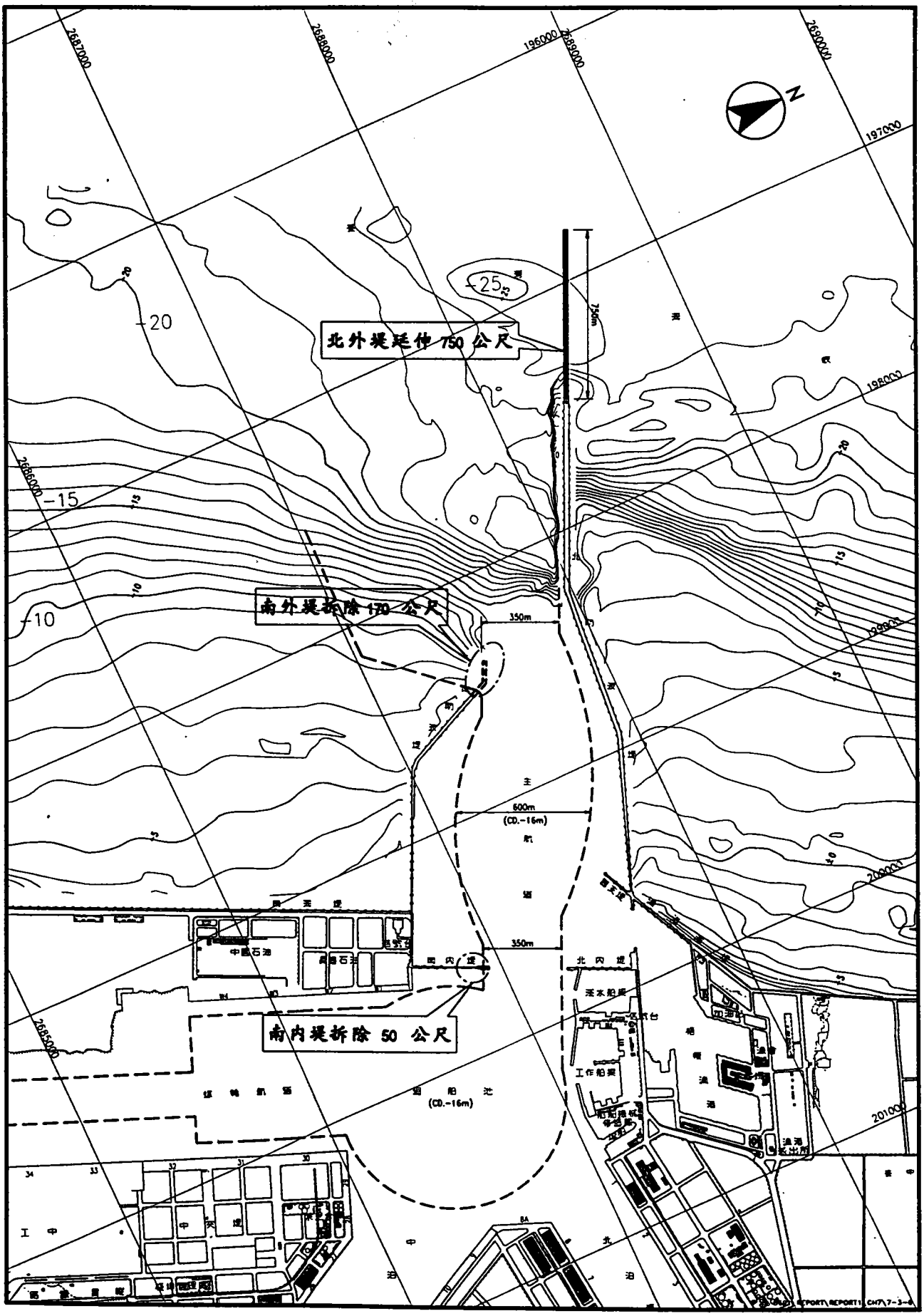


圖 4-1-6 台中港港口二期擴建替選方案六平面佈置圖

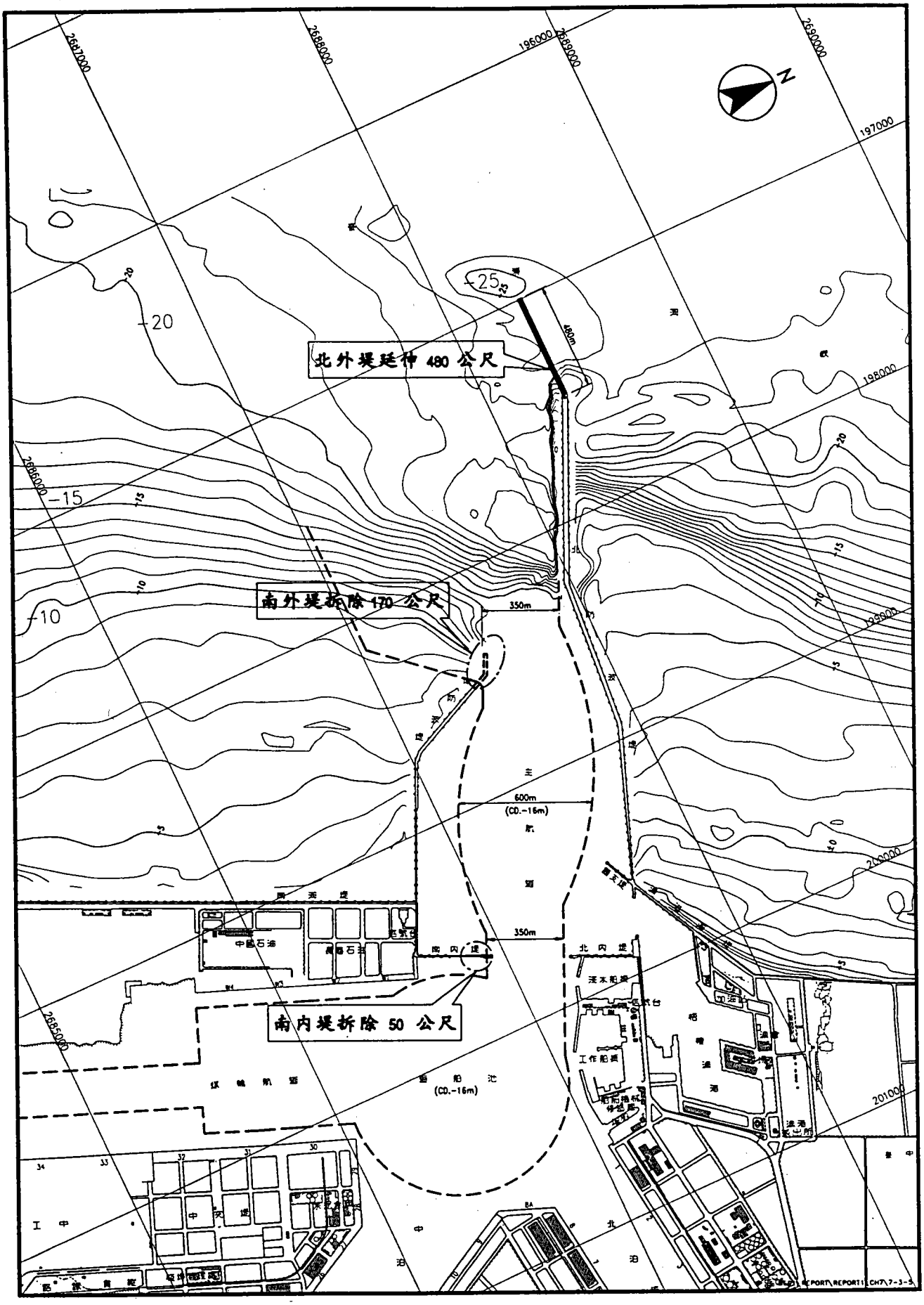


圖 4-1-7 台中港港口二期擴建替選方案七平面佈置圖

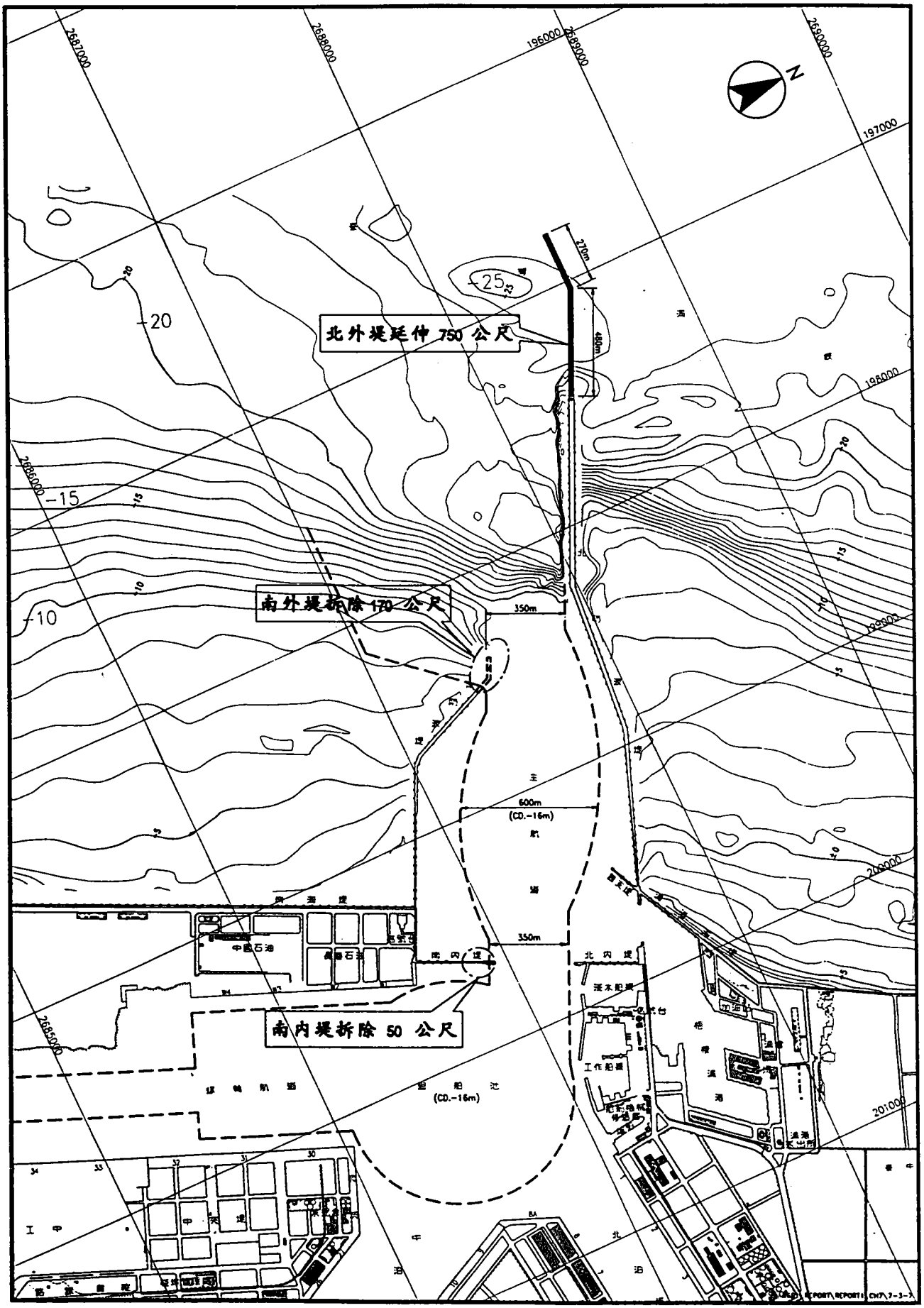


圖 4-1-8 台中港港口二期擴建替選方案八平面佈置圖

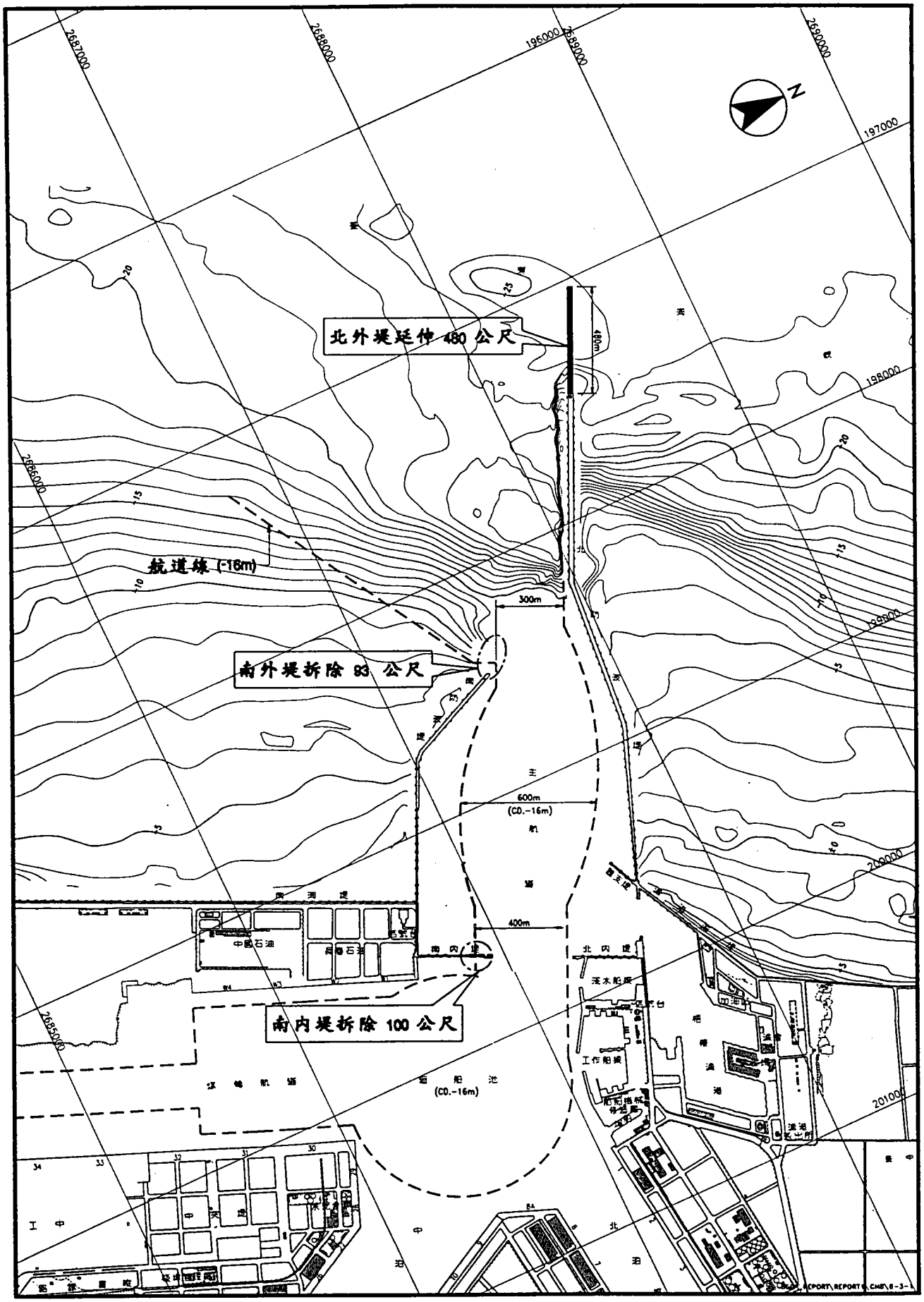


圖 4-1-9 台中港港口二期擴建替選方案九平面佈置圖

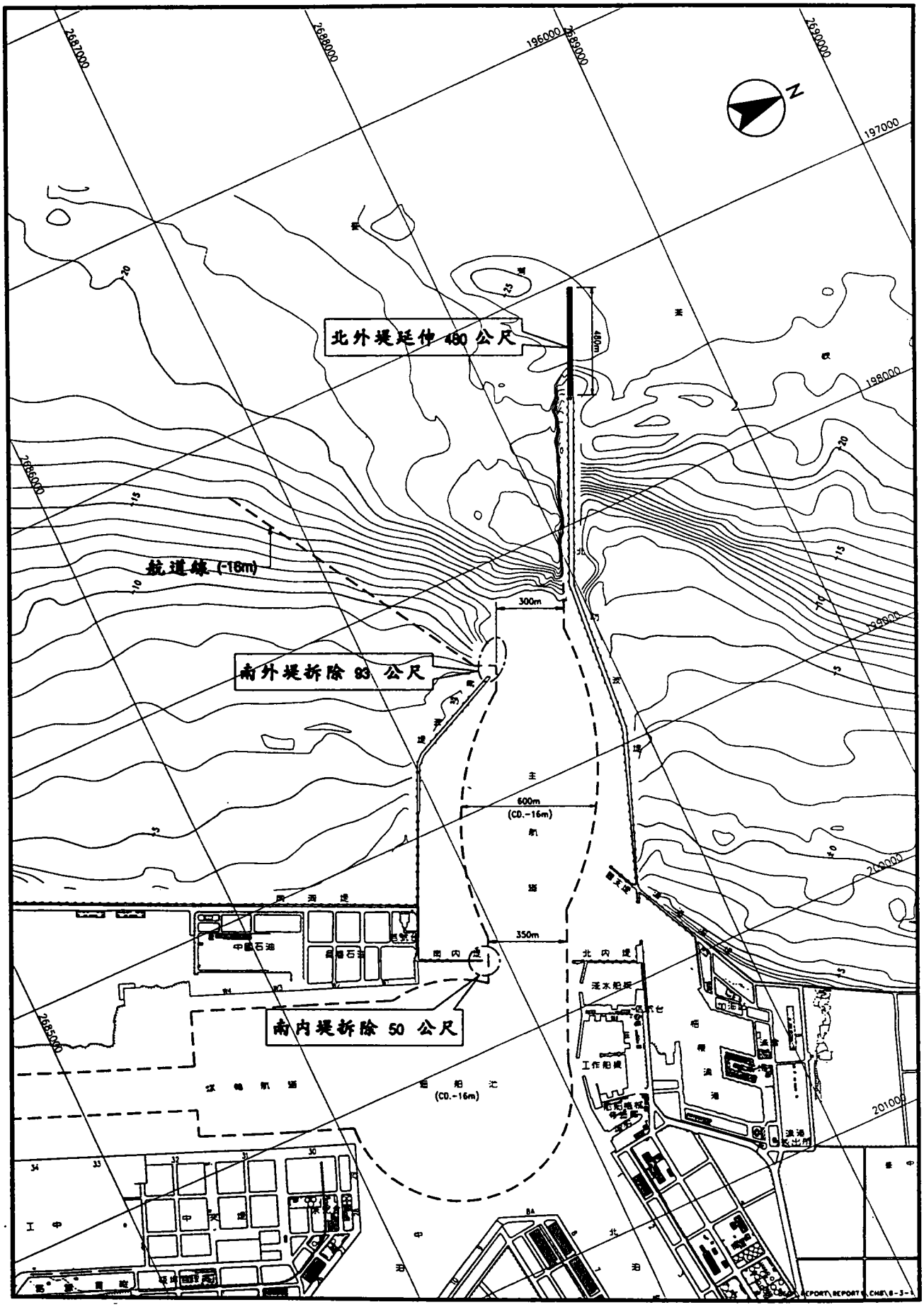


圖 4-1-10 台中港港口二期擴建替選方案十平面佈置圖

圖 4-2-0a

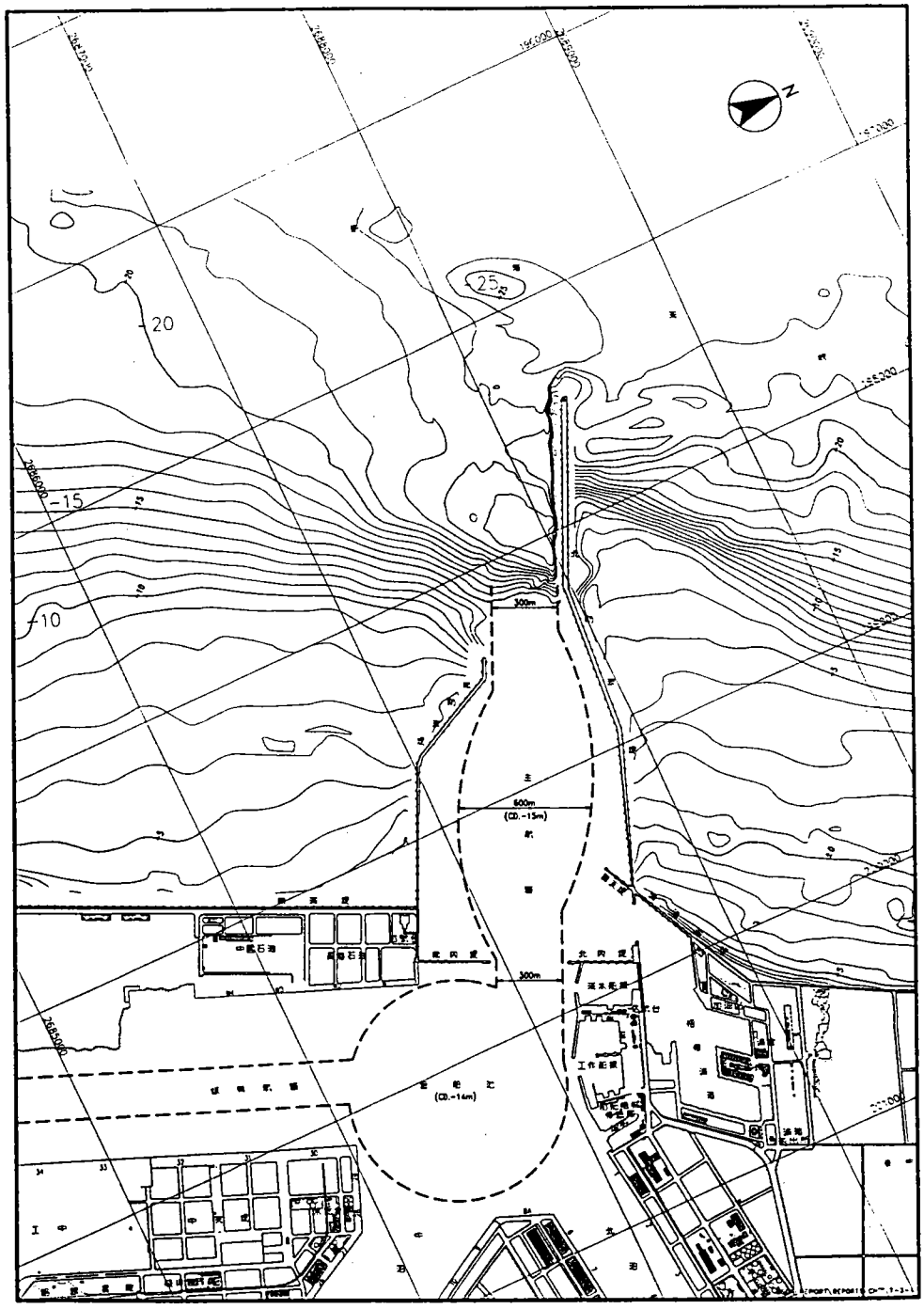
台中港港口二期擴建規劃---現況配置

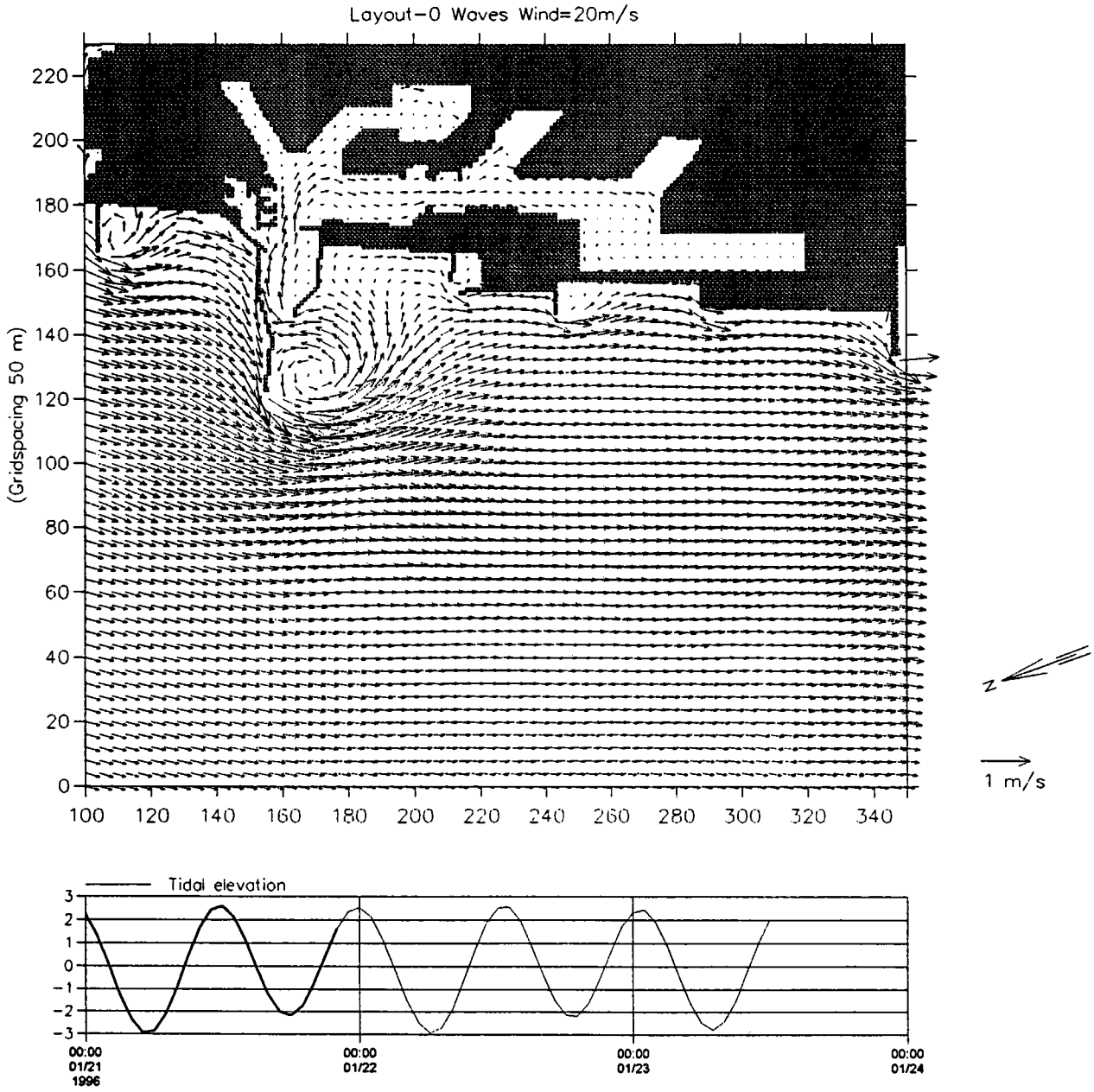
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

風速：恒常 15m/s；　風向：NE

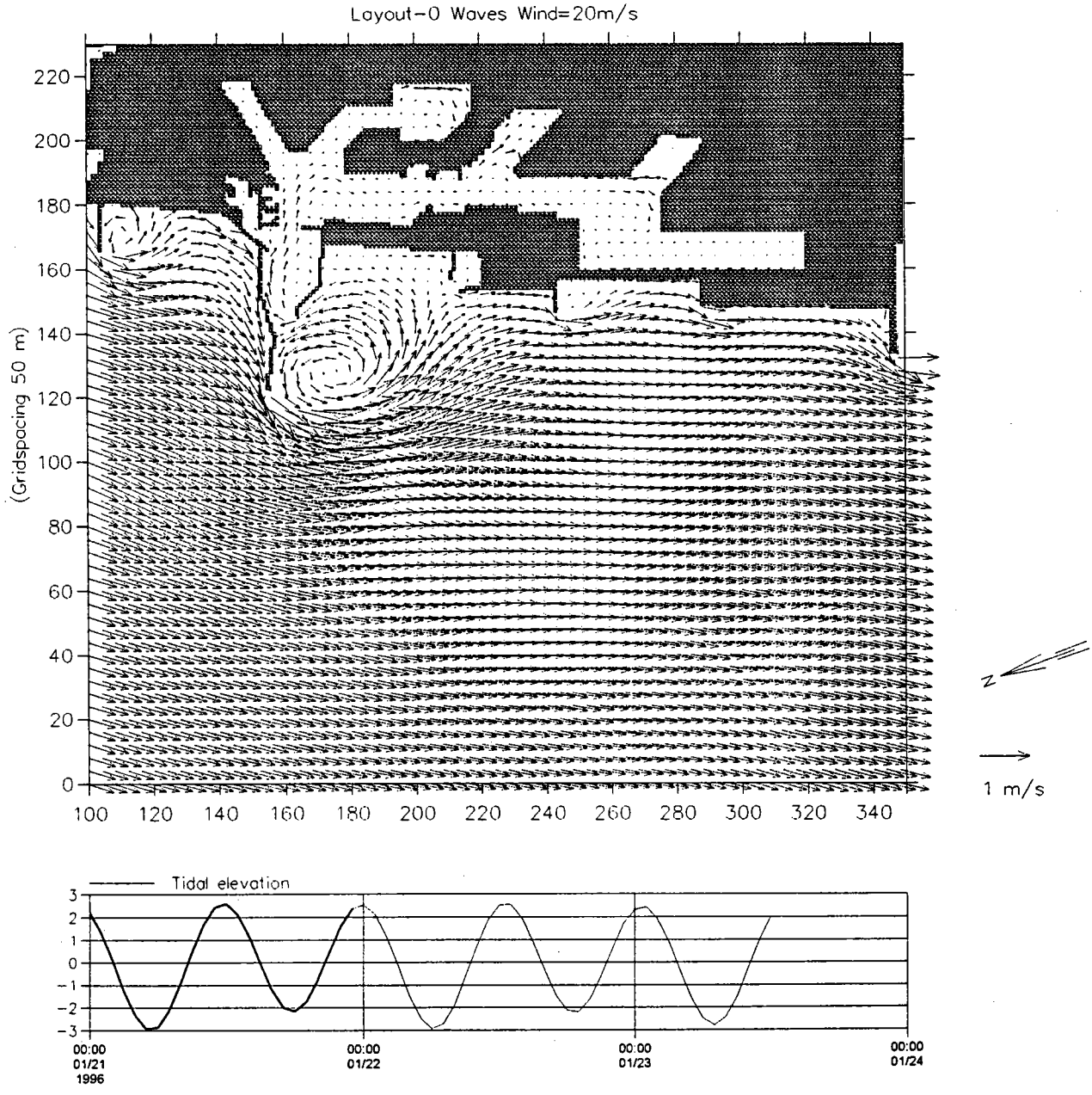
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

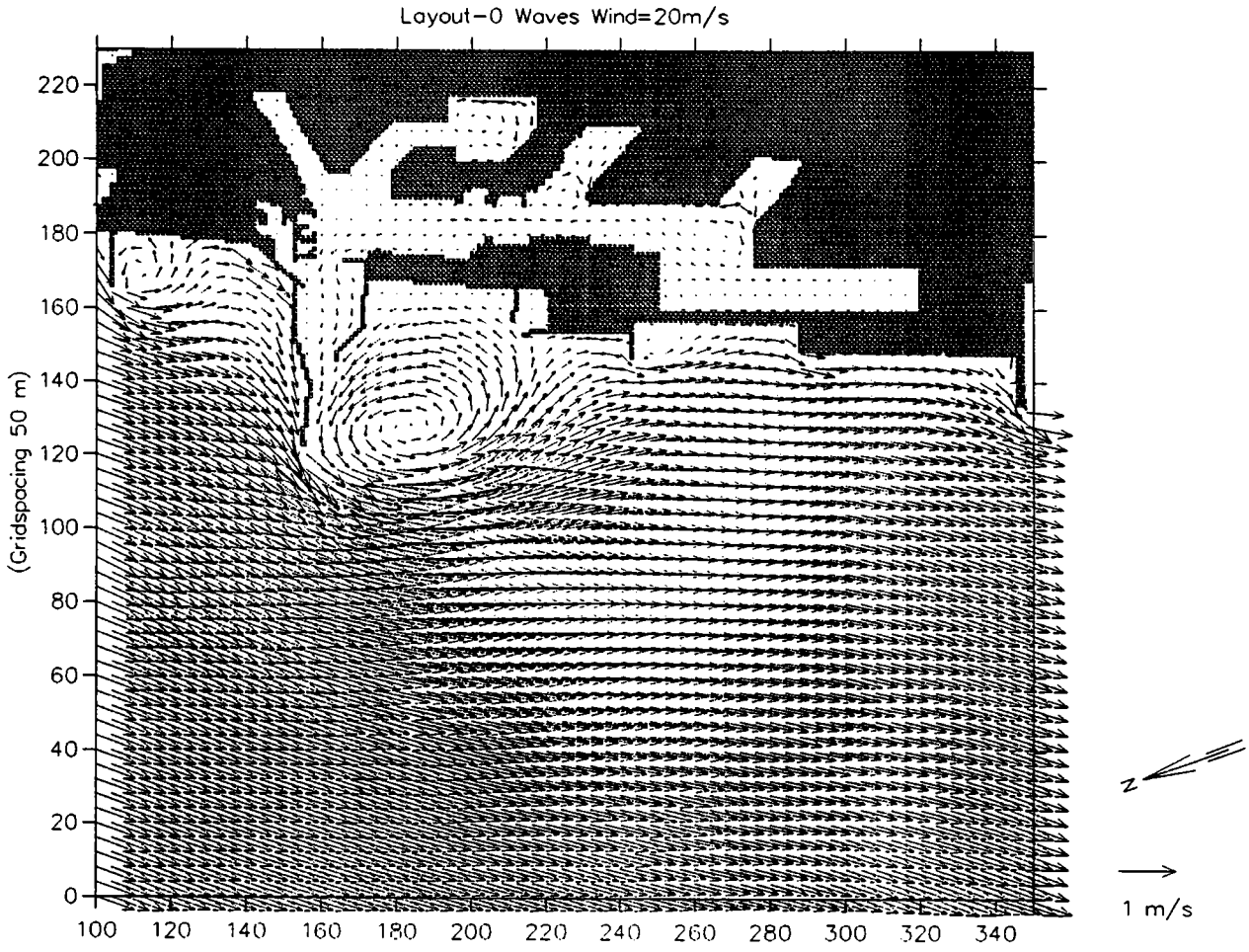
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

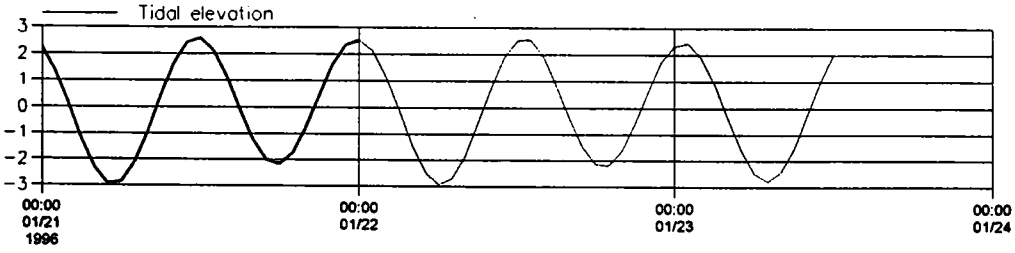


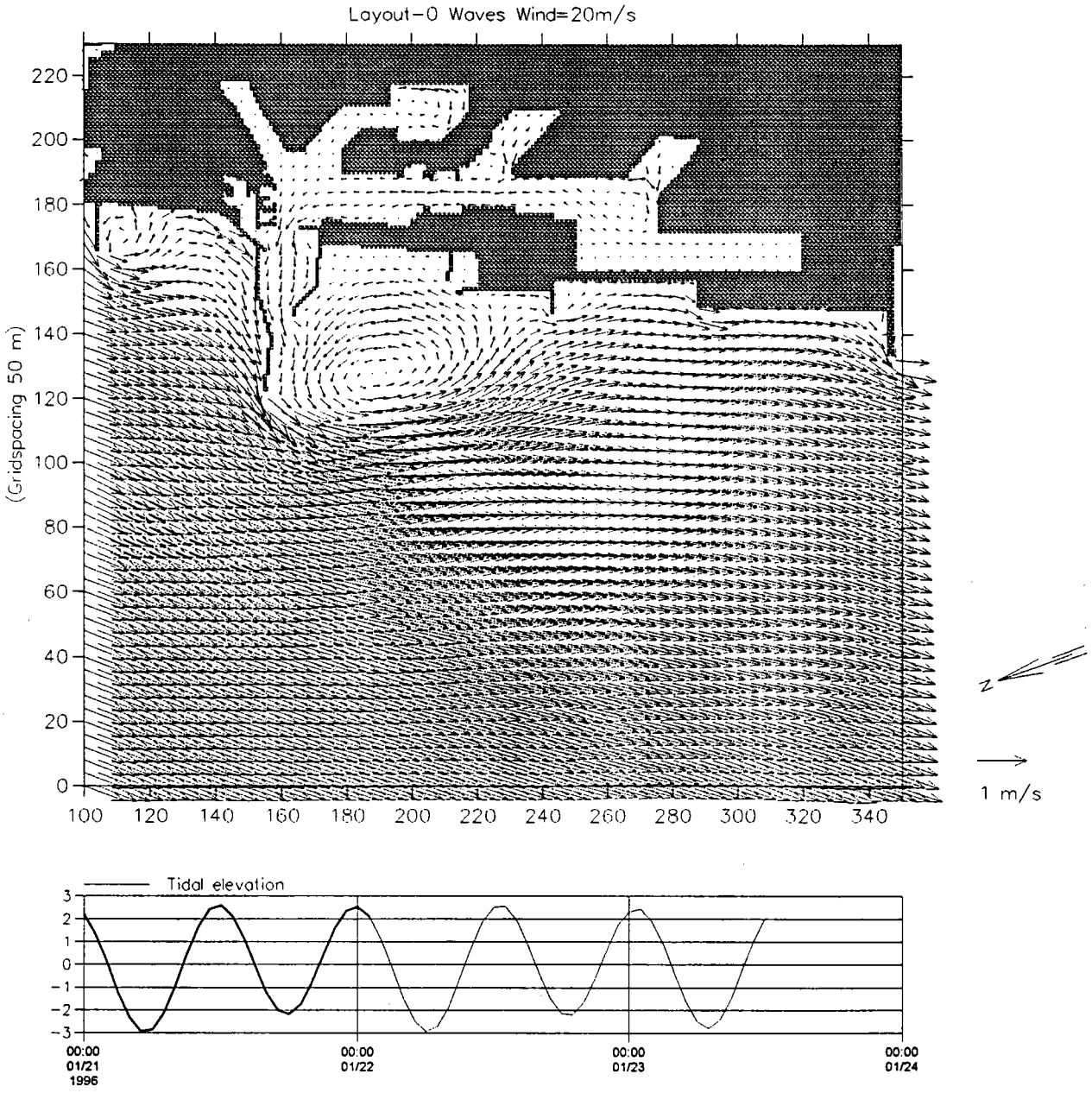

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

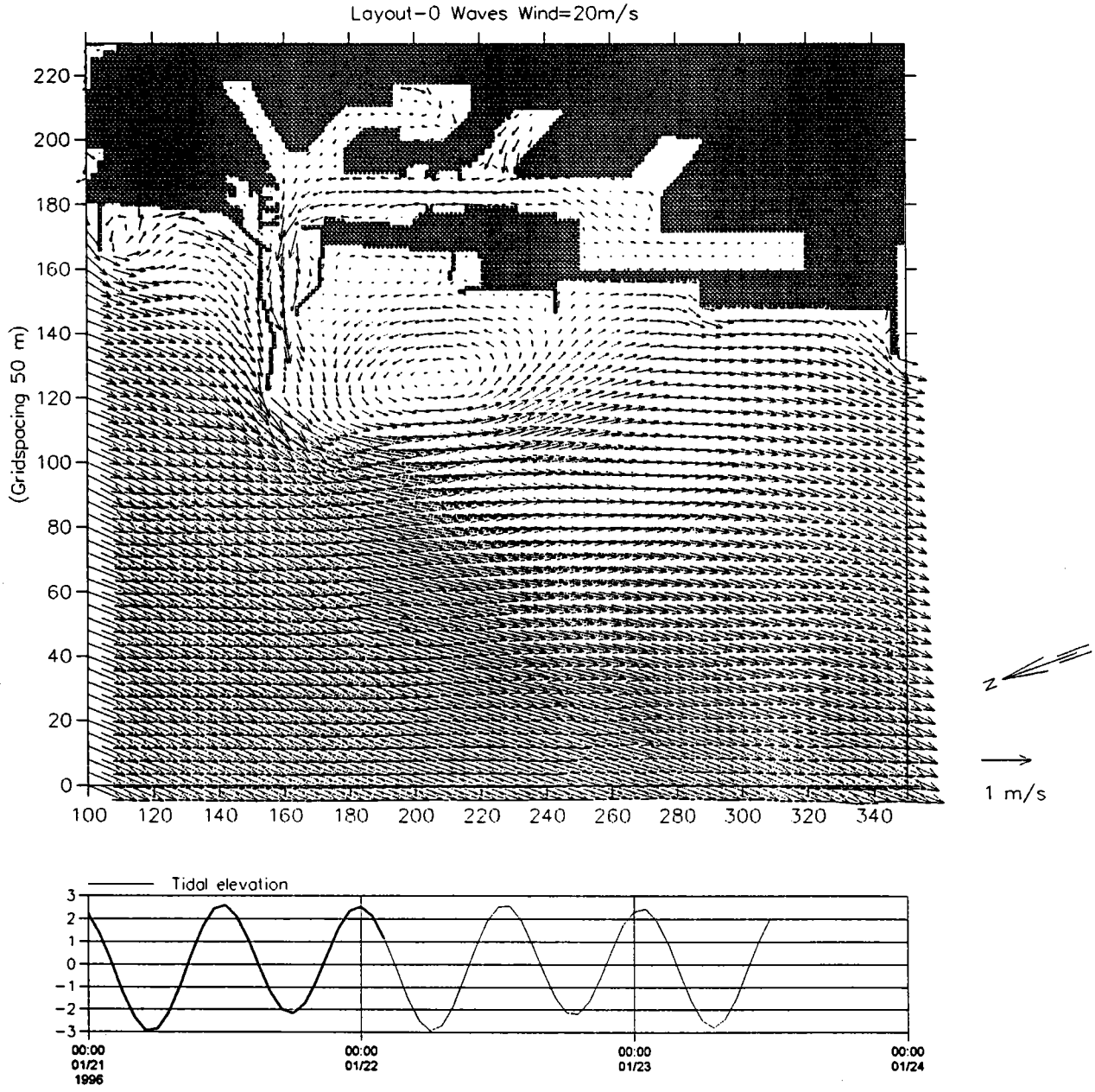

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

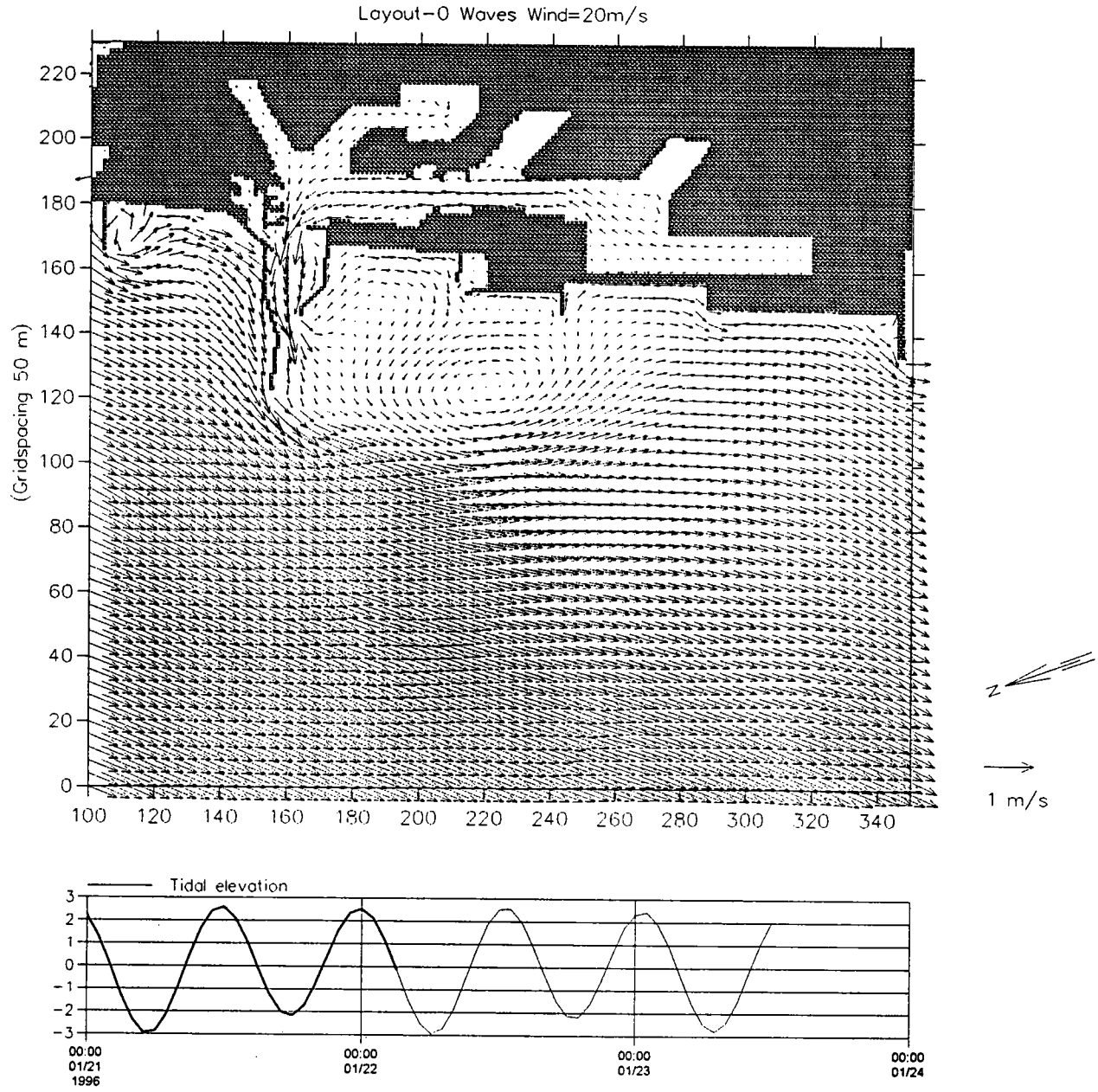

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

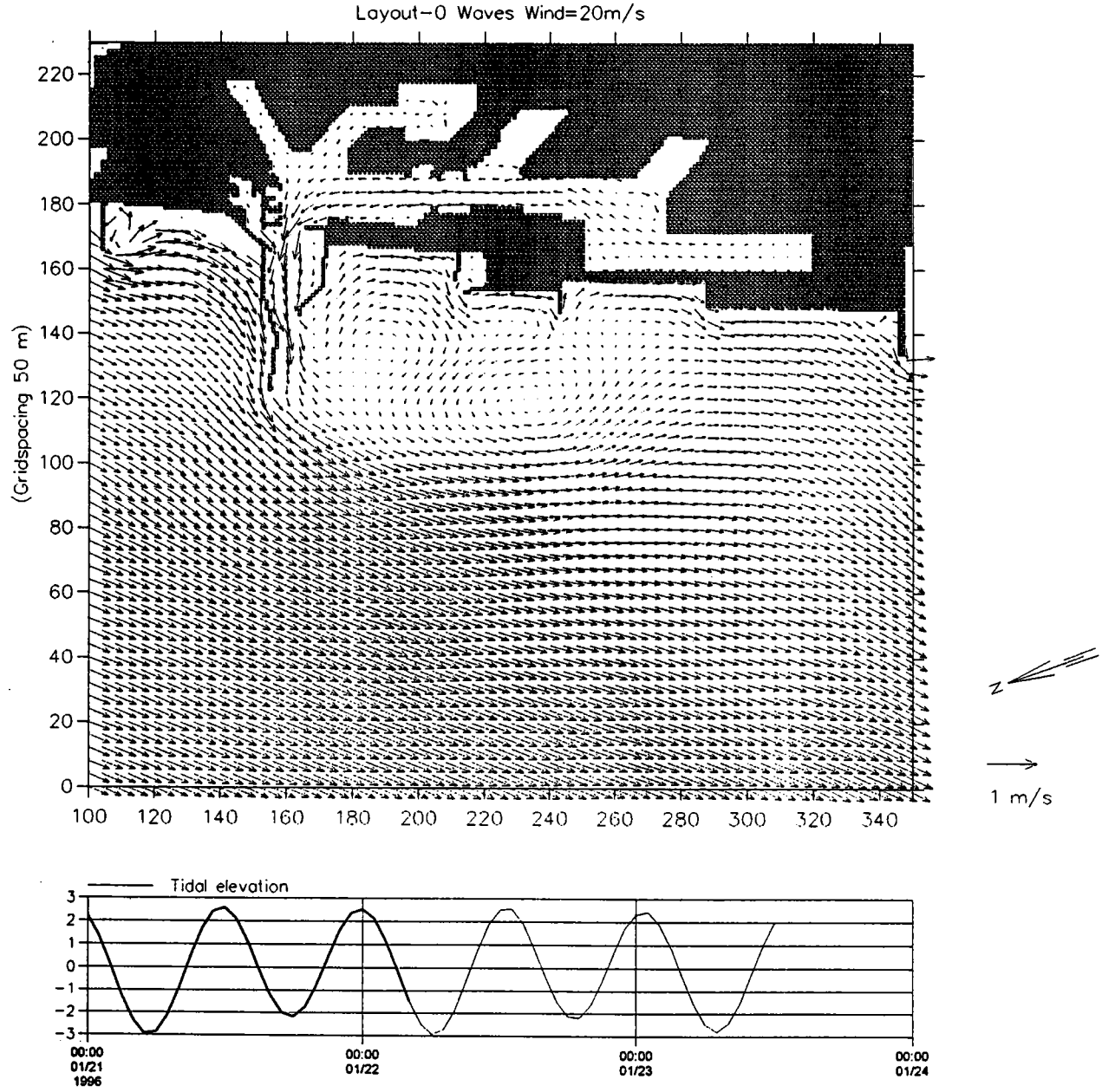

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

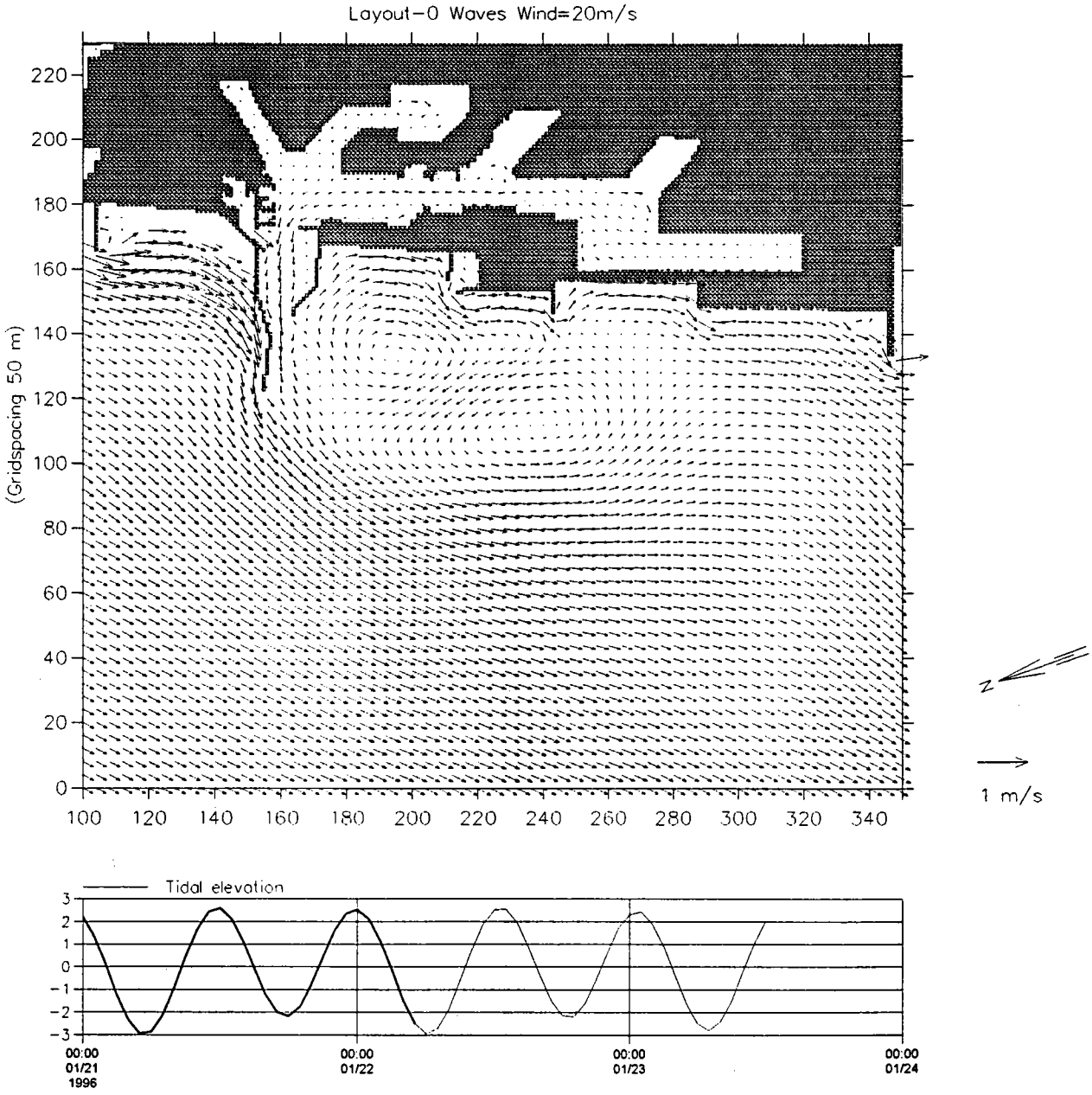

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

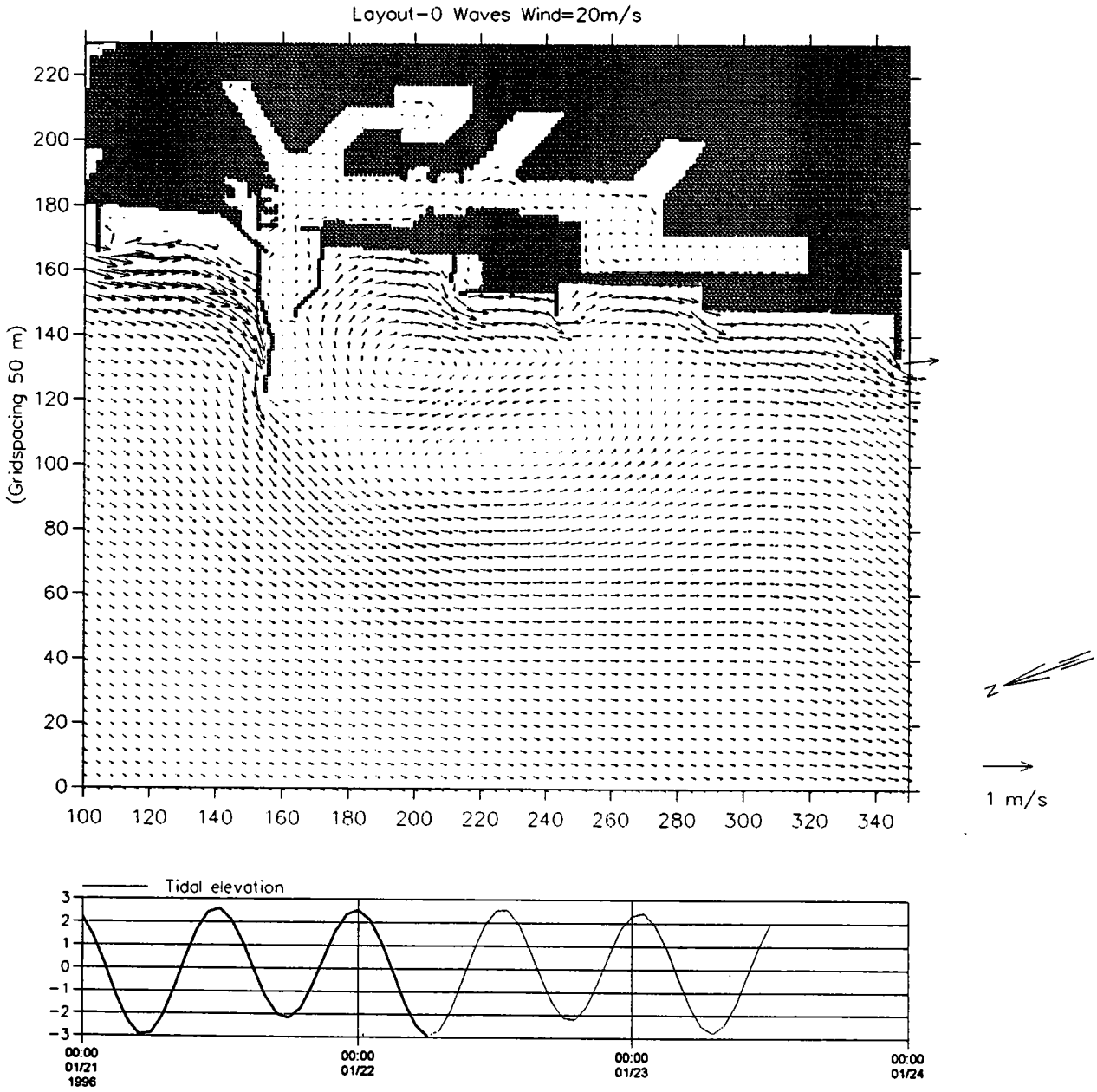

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

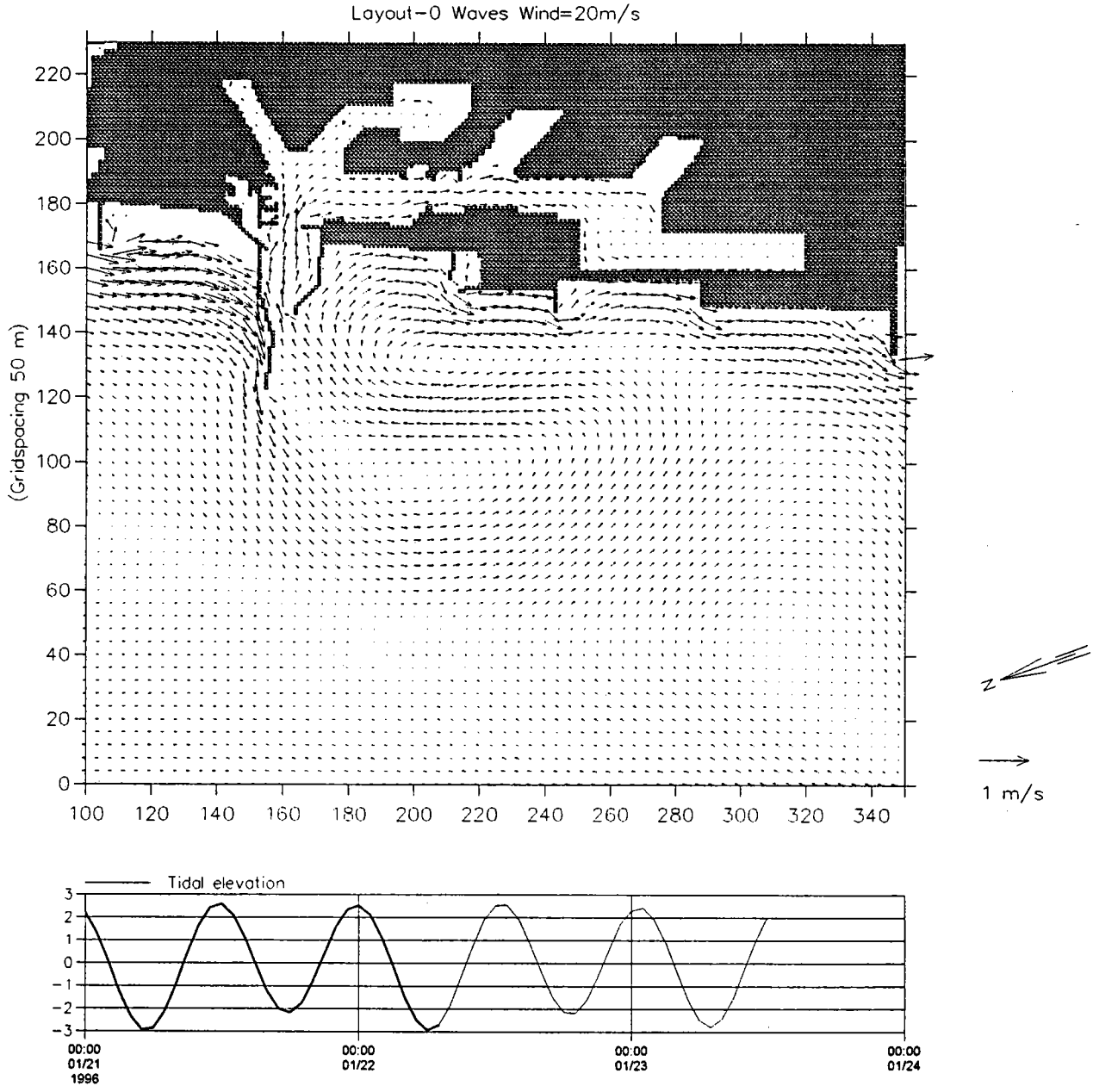

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

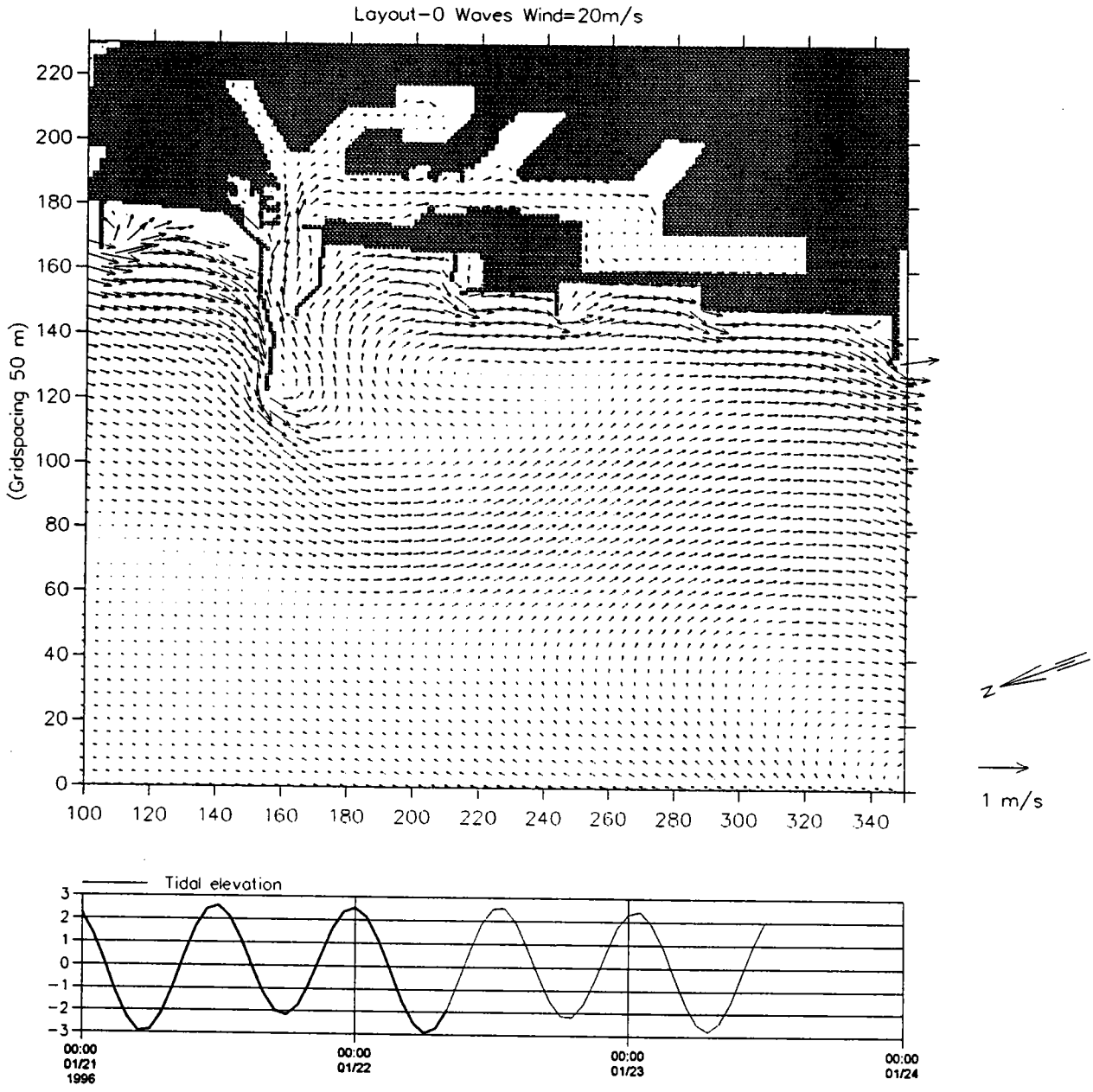

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

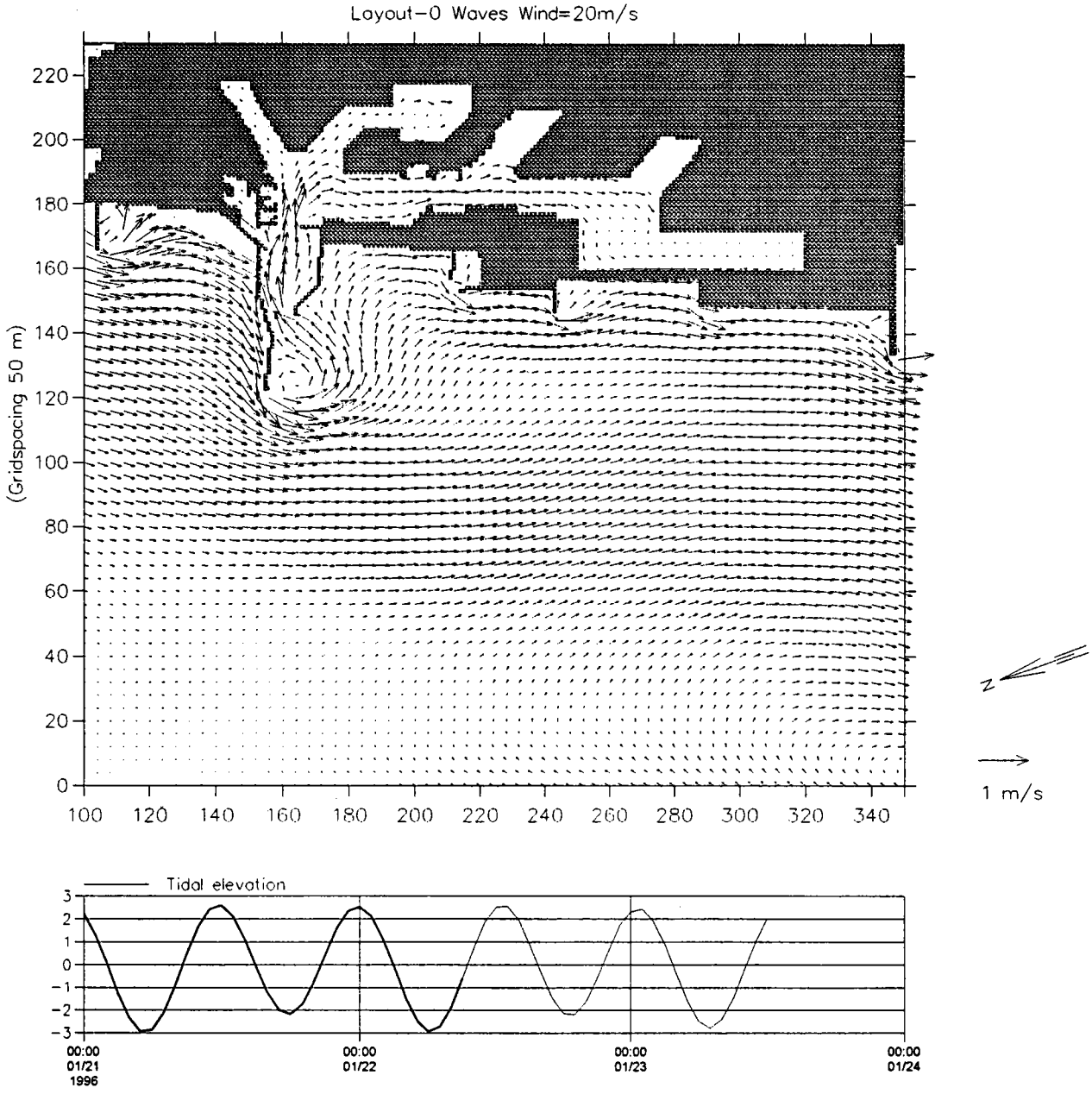

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

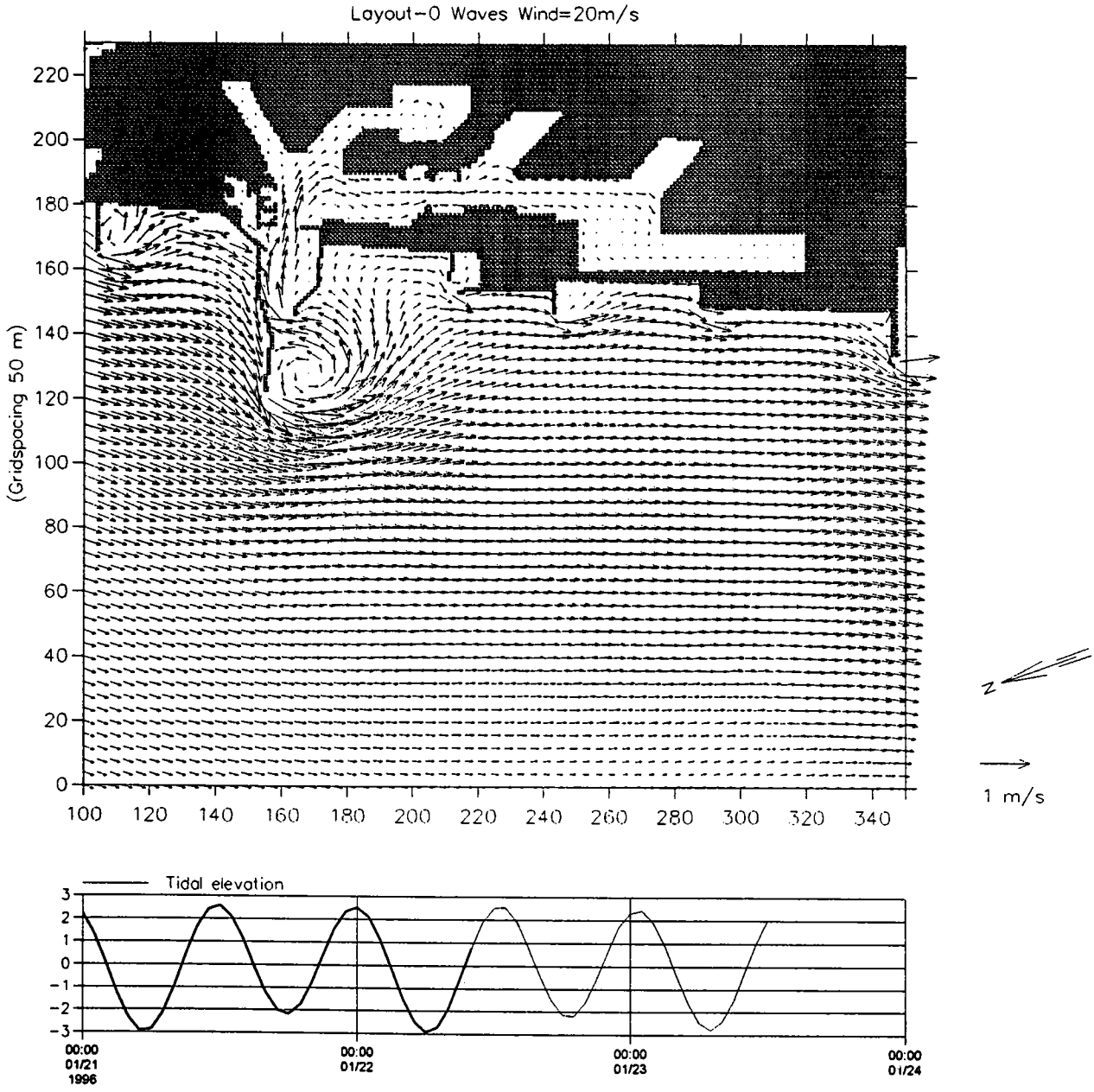
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

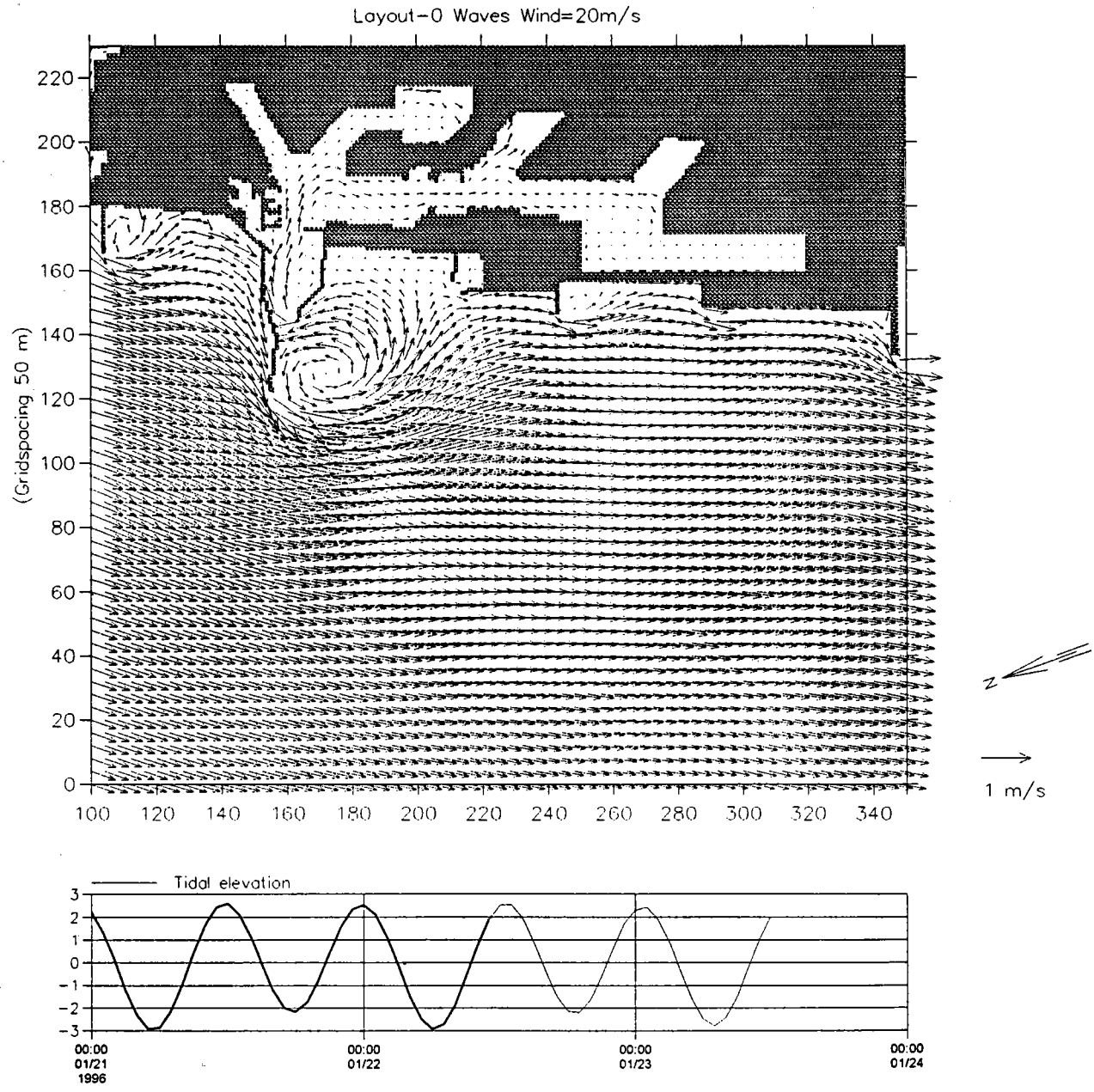

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

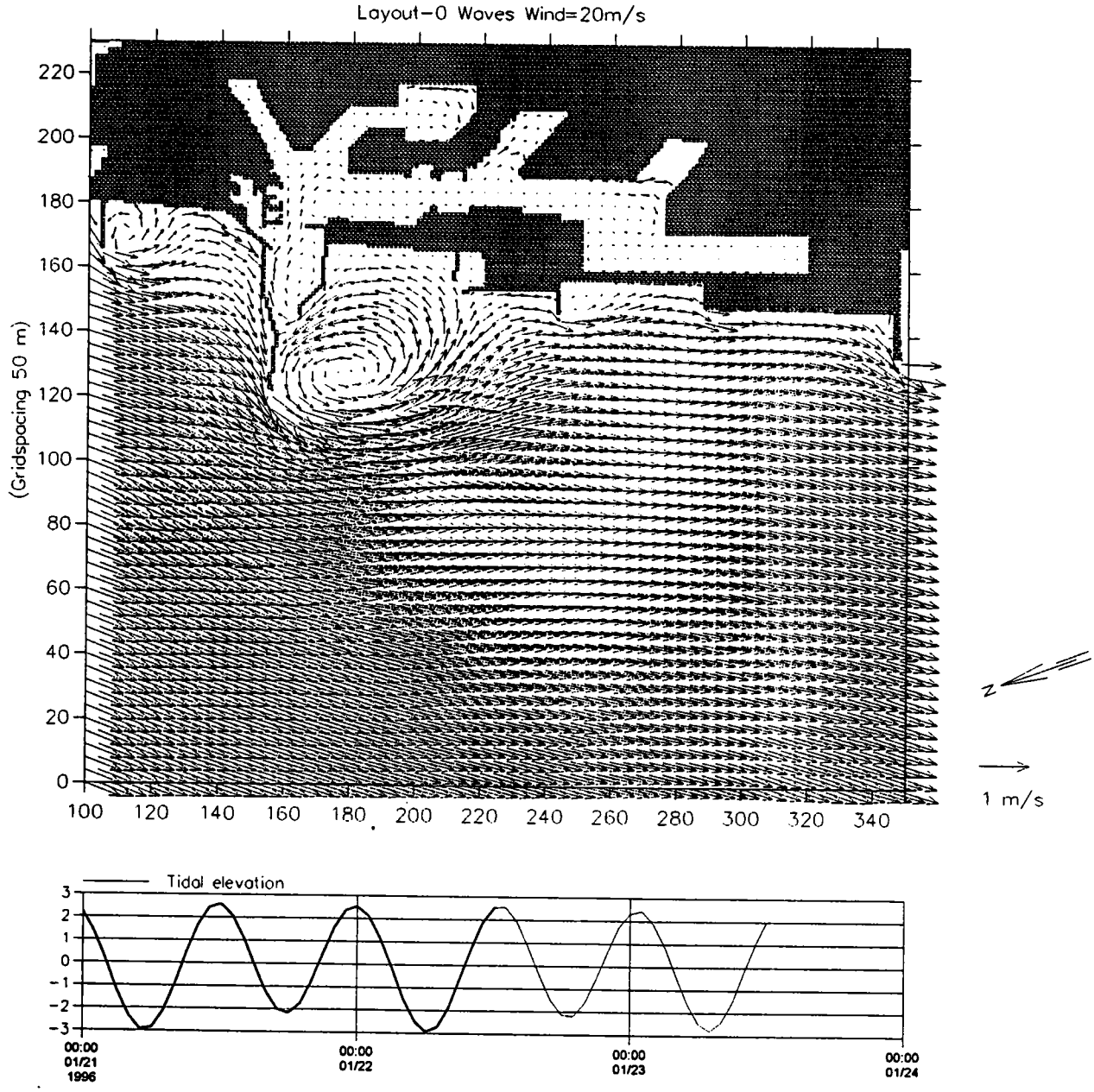

Layout-0 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-0b

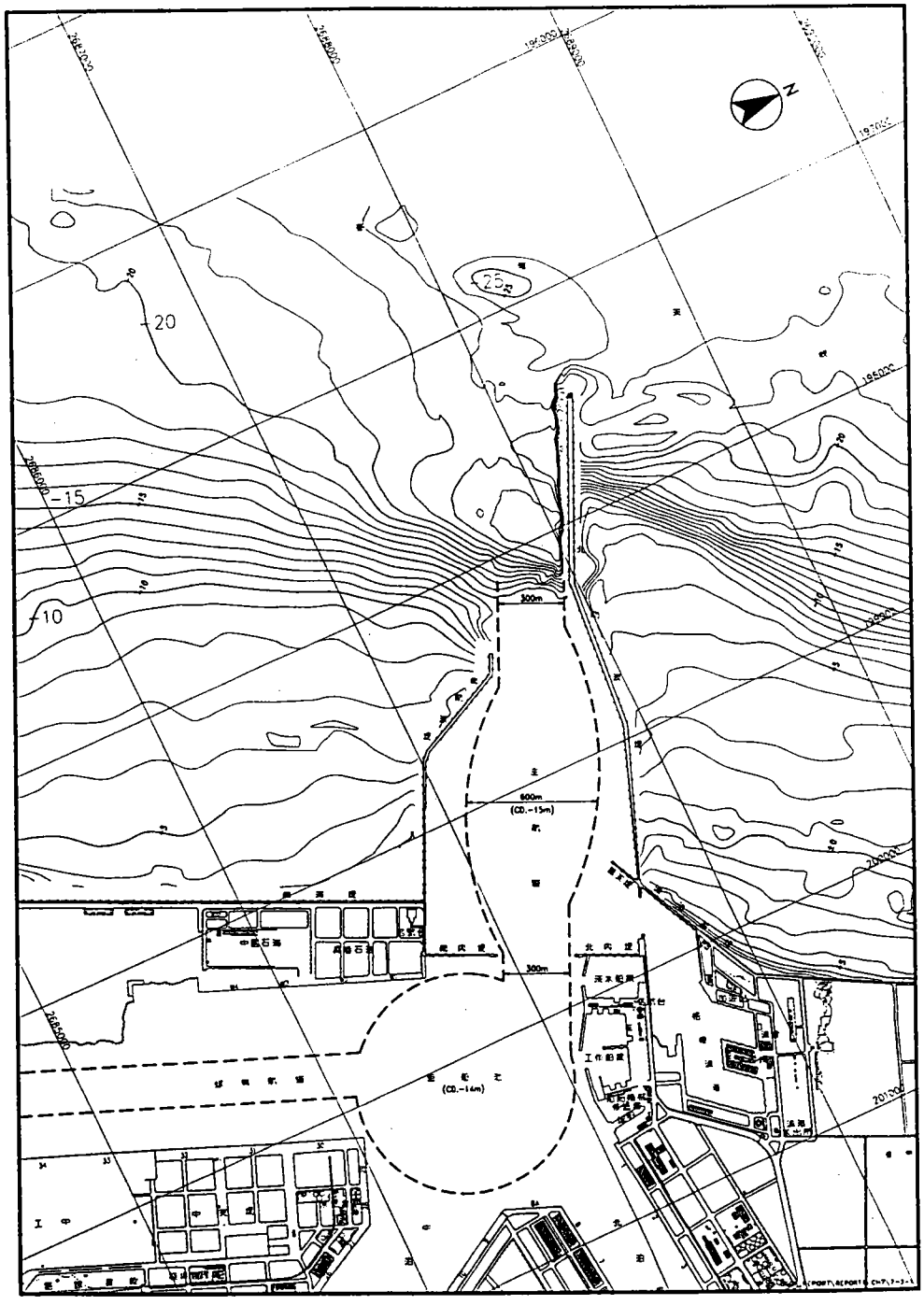
台中港港口二期擴建規劃---現況配置

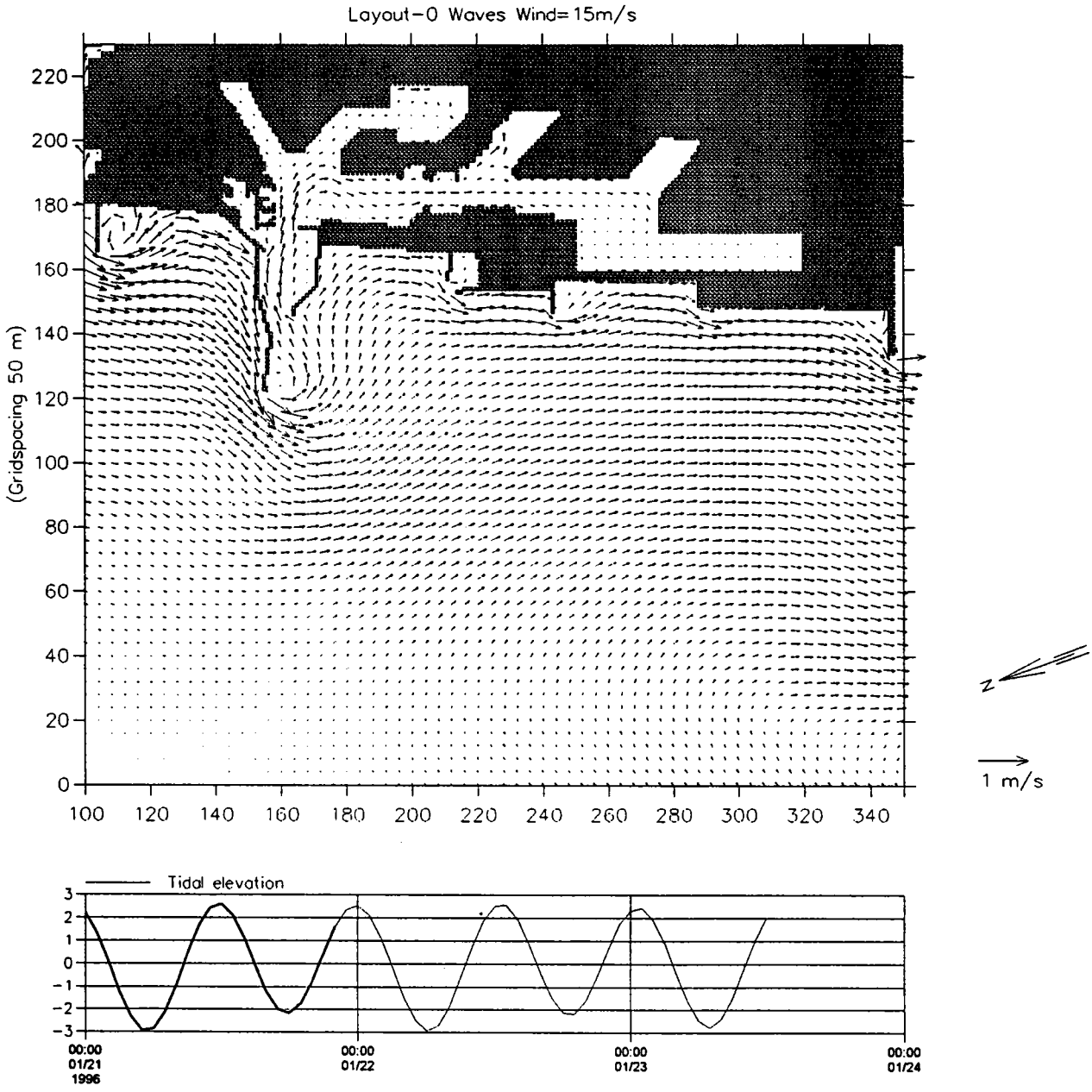
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

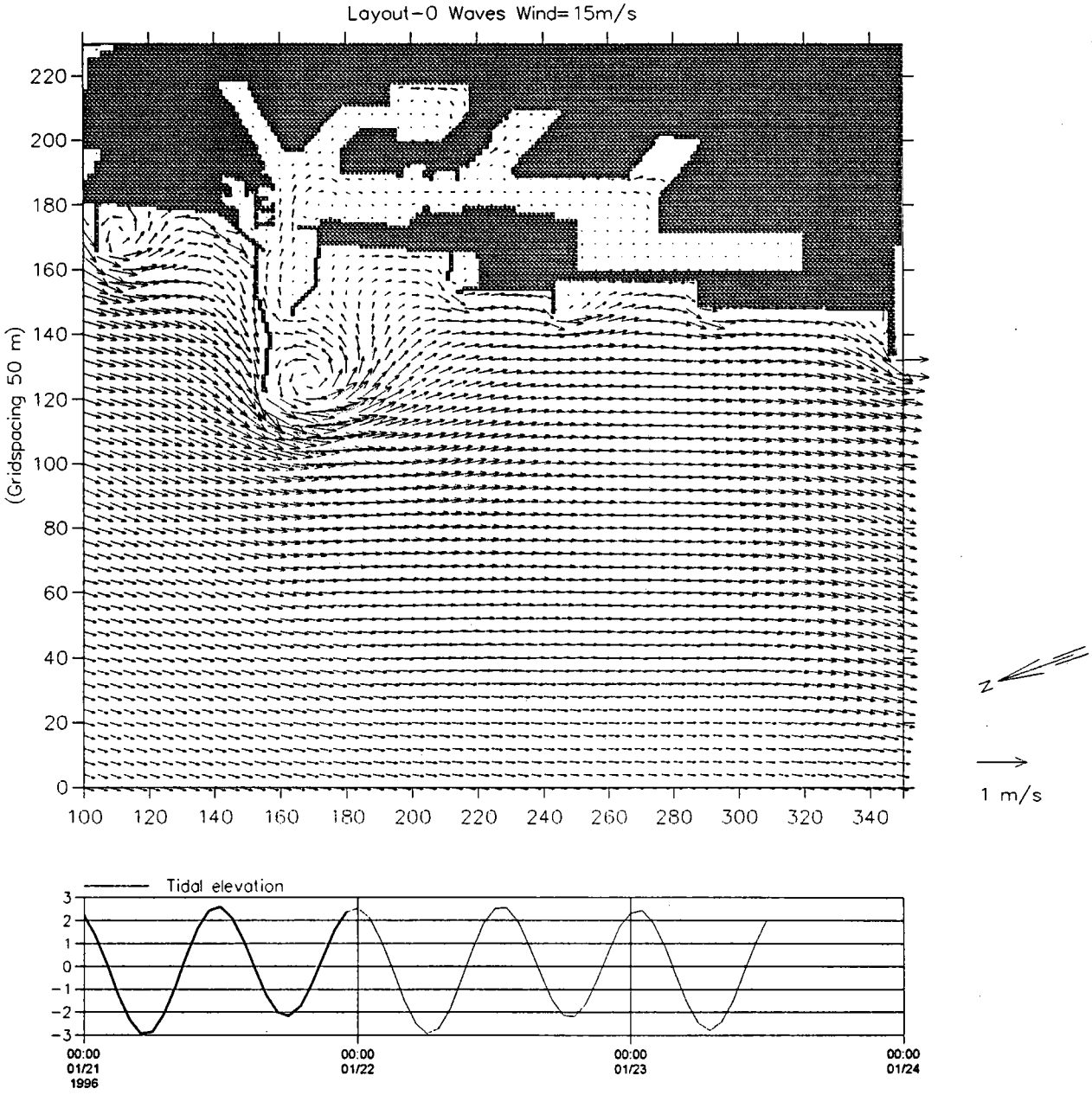
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

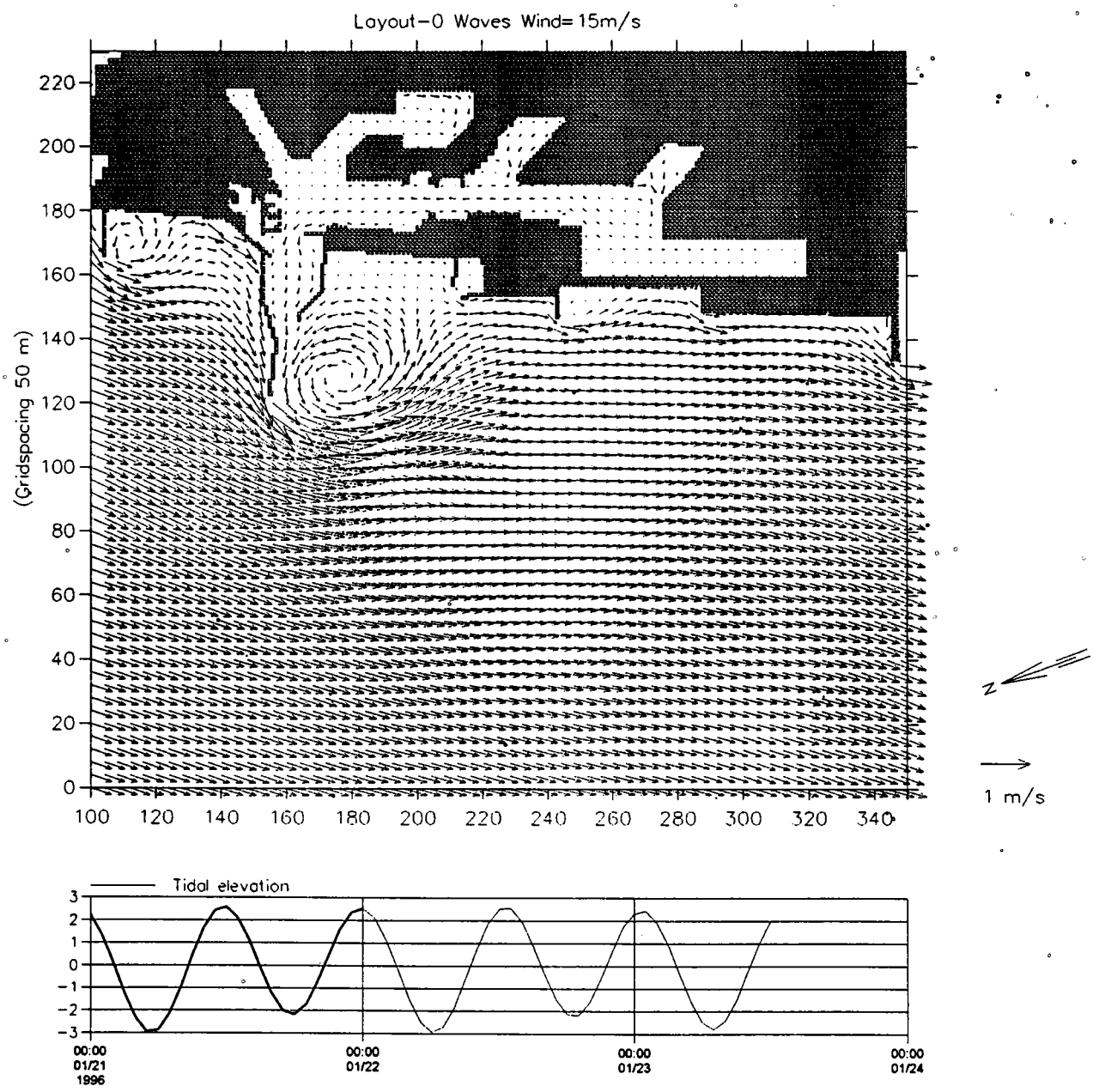
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

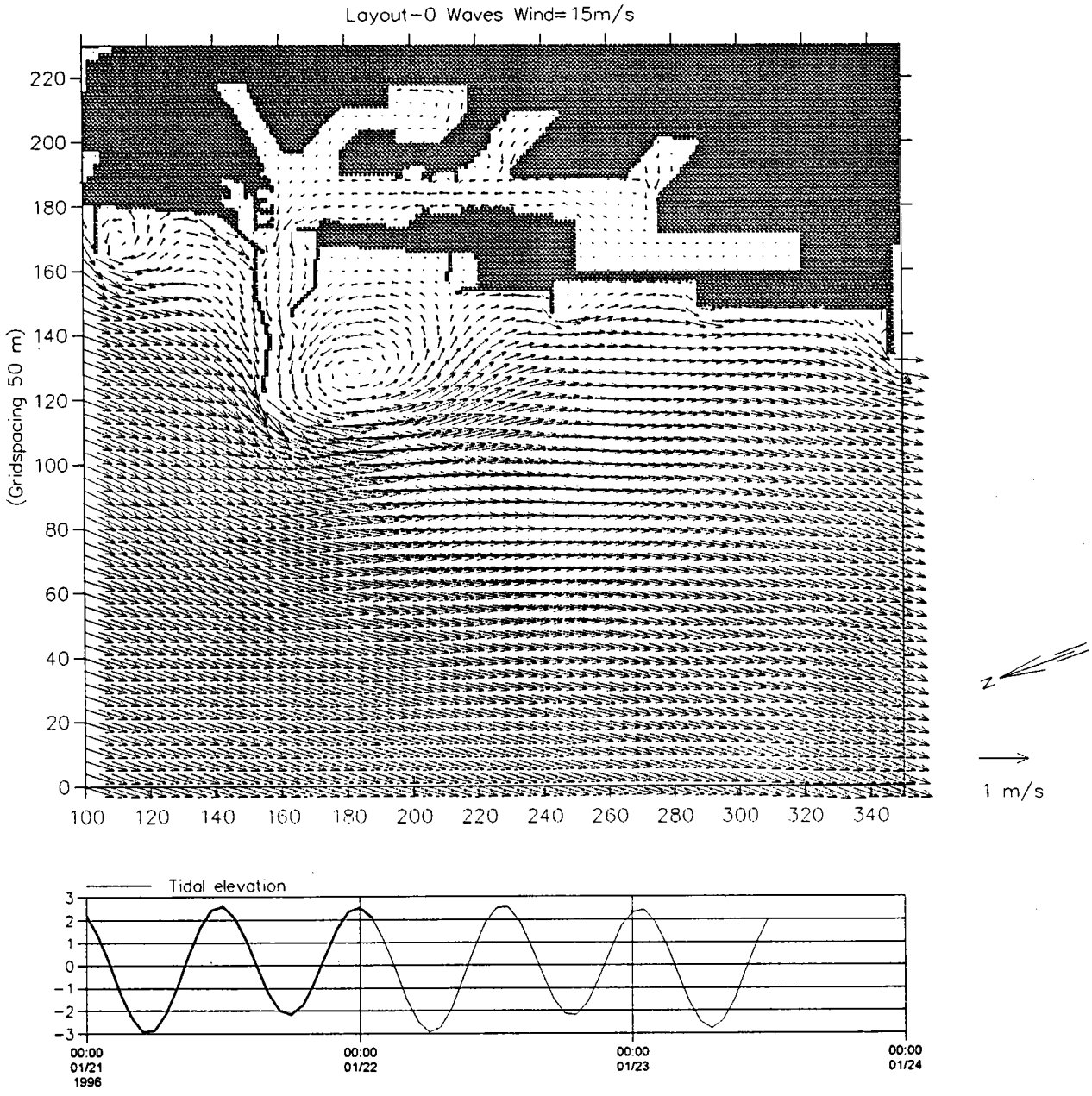
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

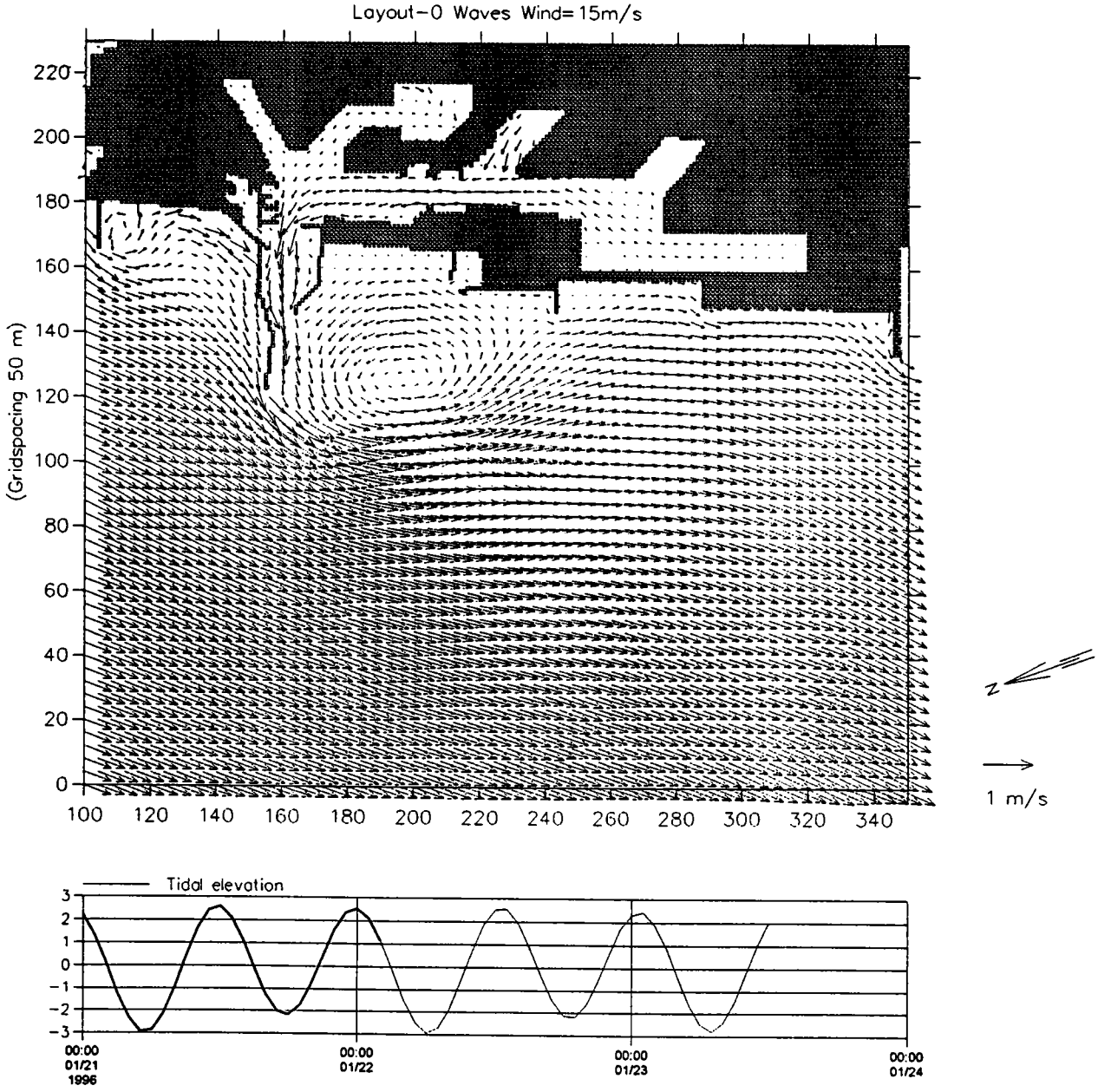


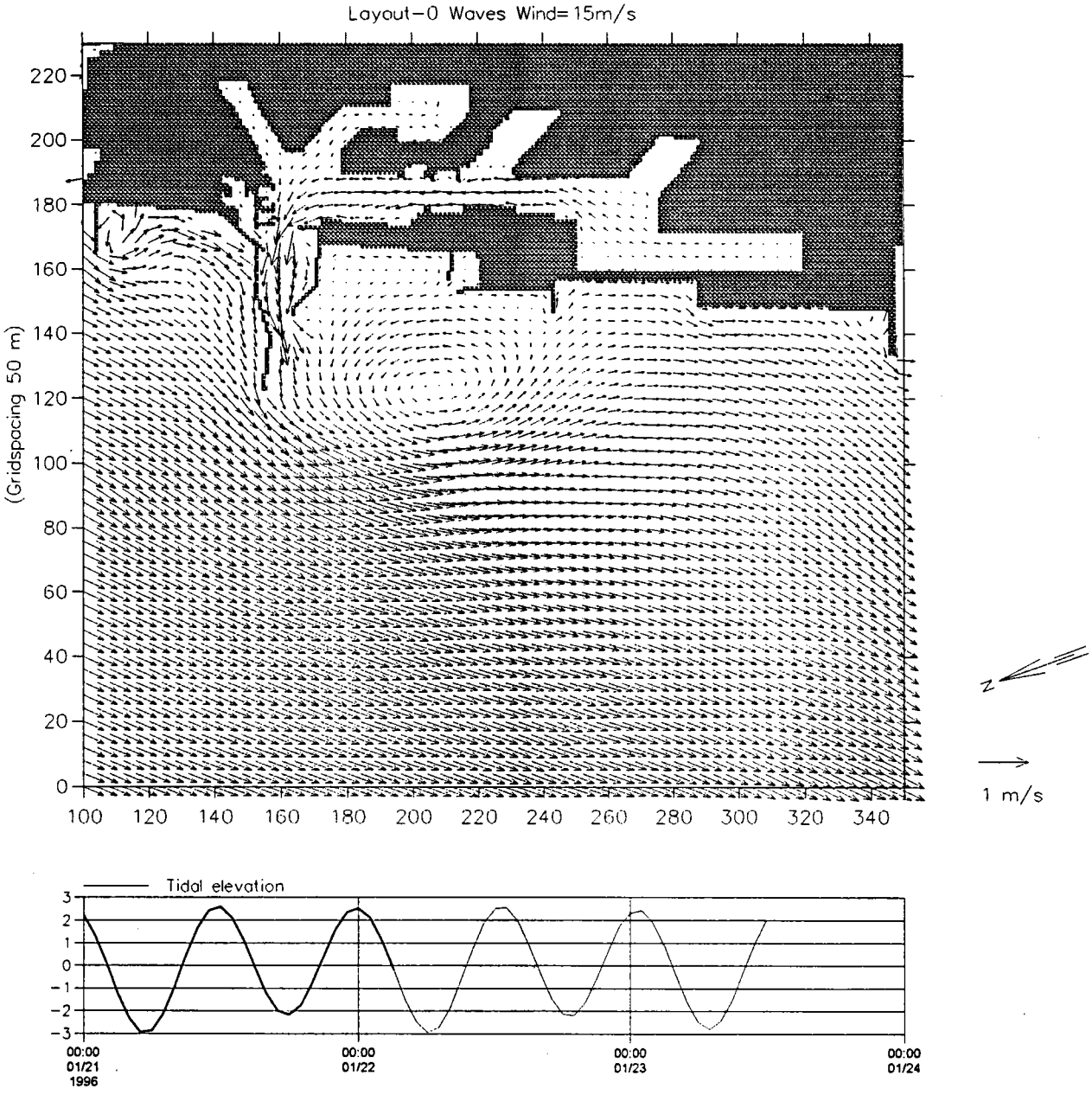

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

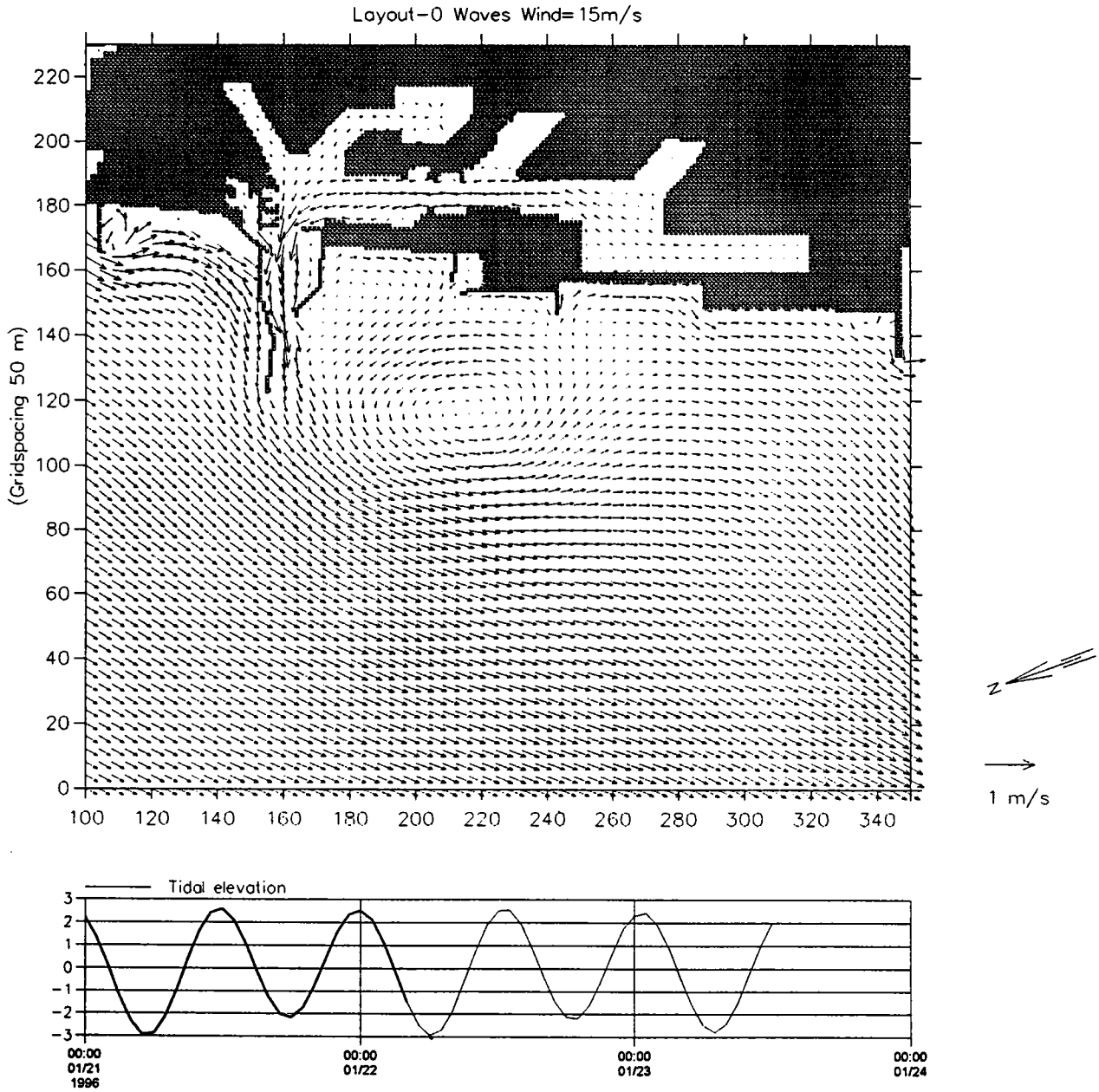

Layout-0 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

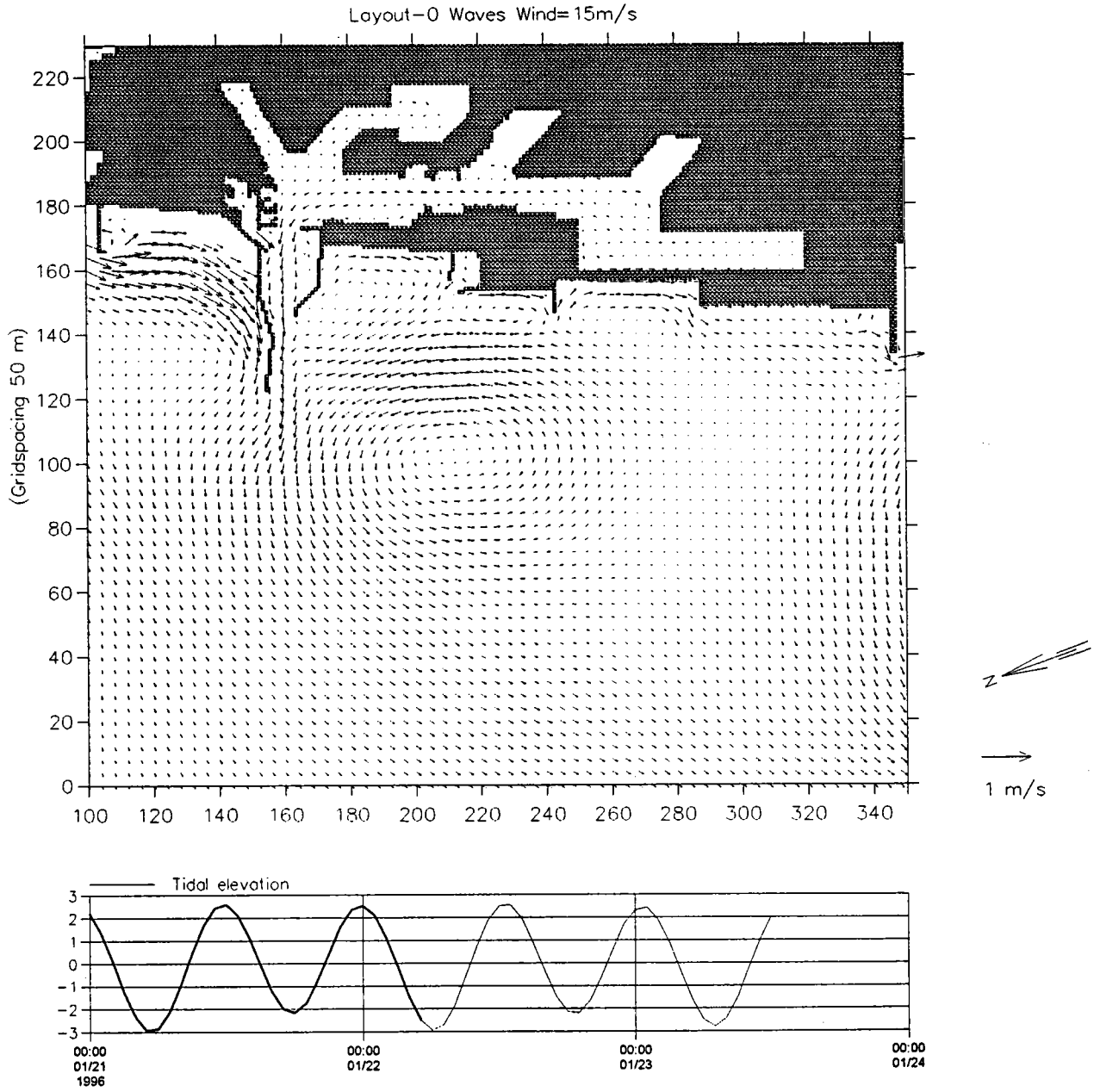

Layout-0 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

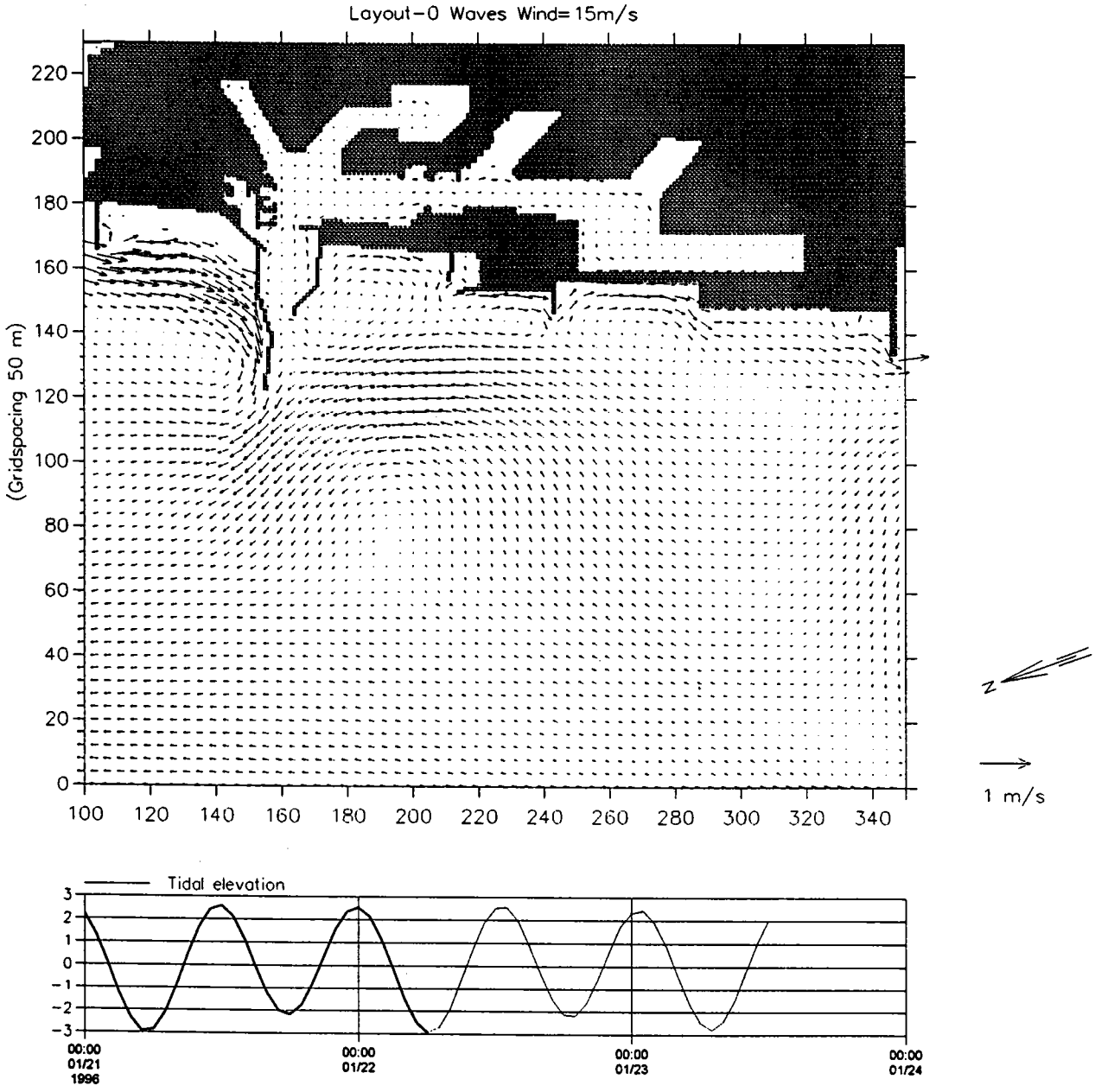

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

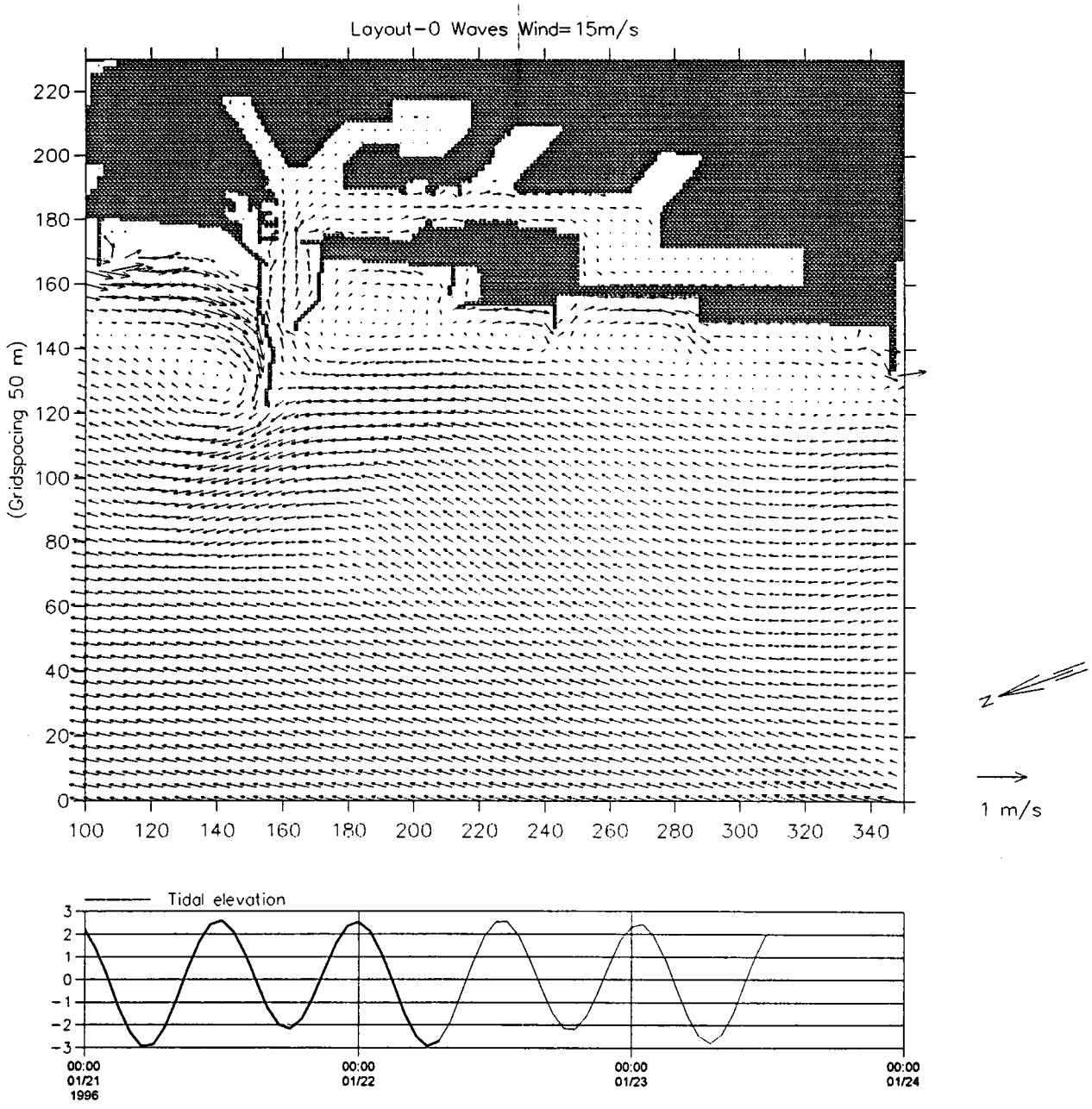

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

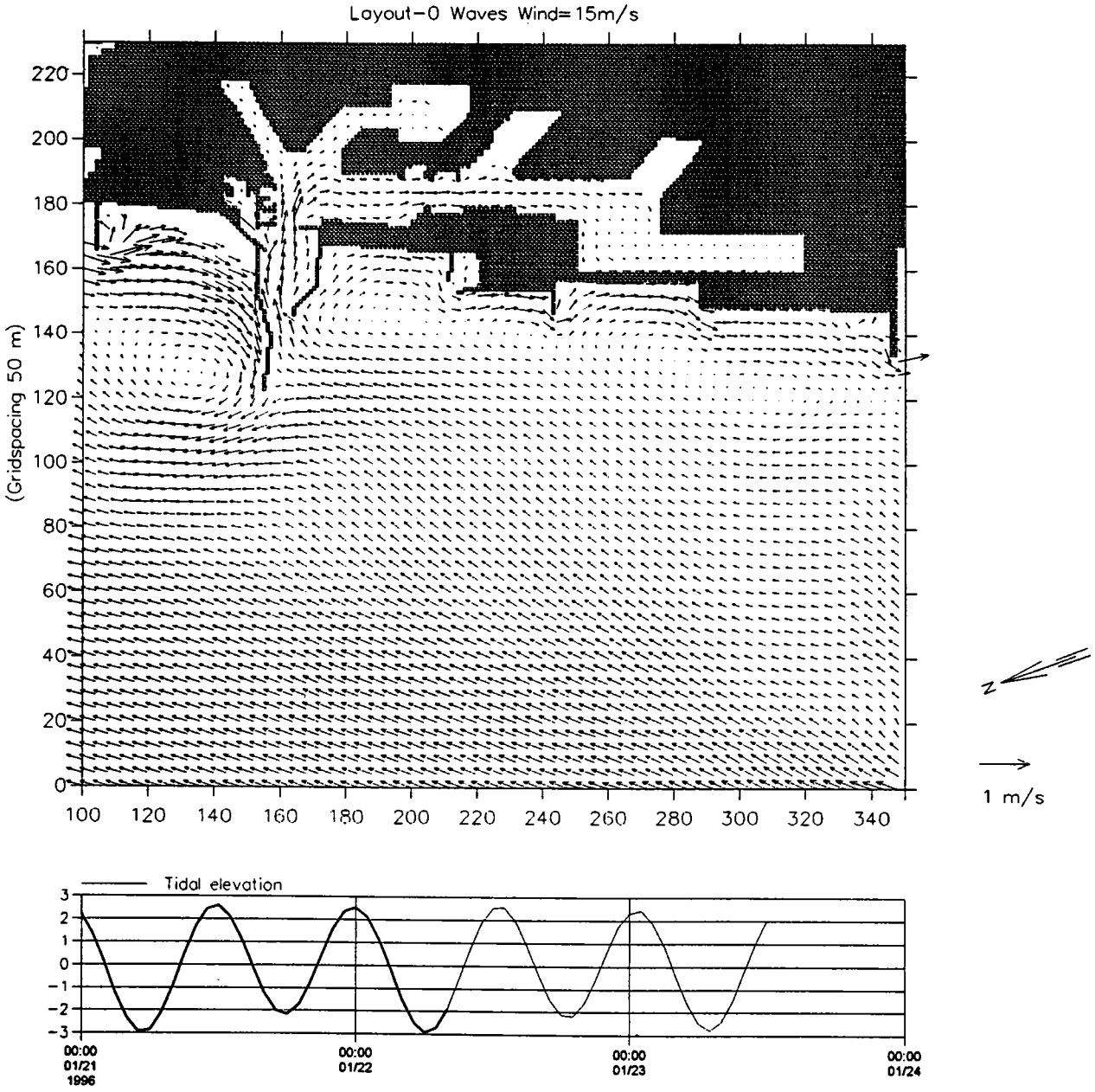

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

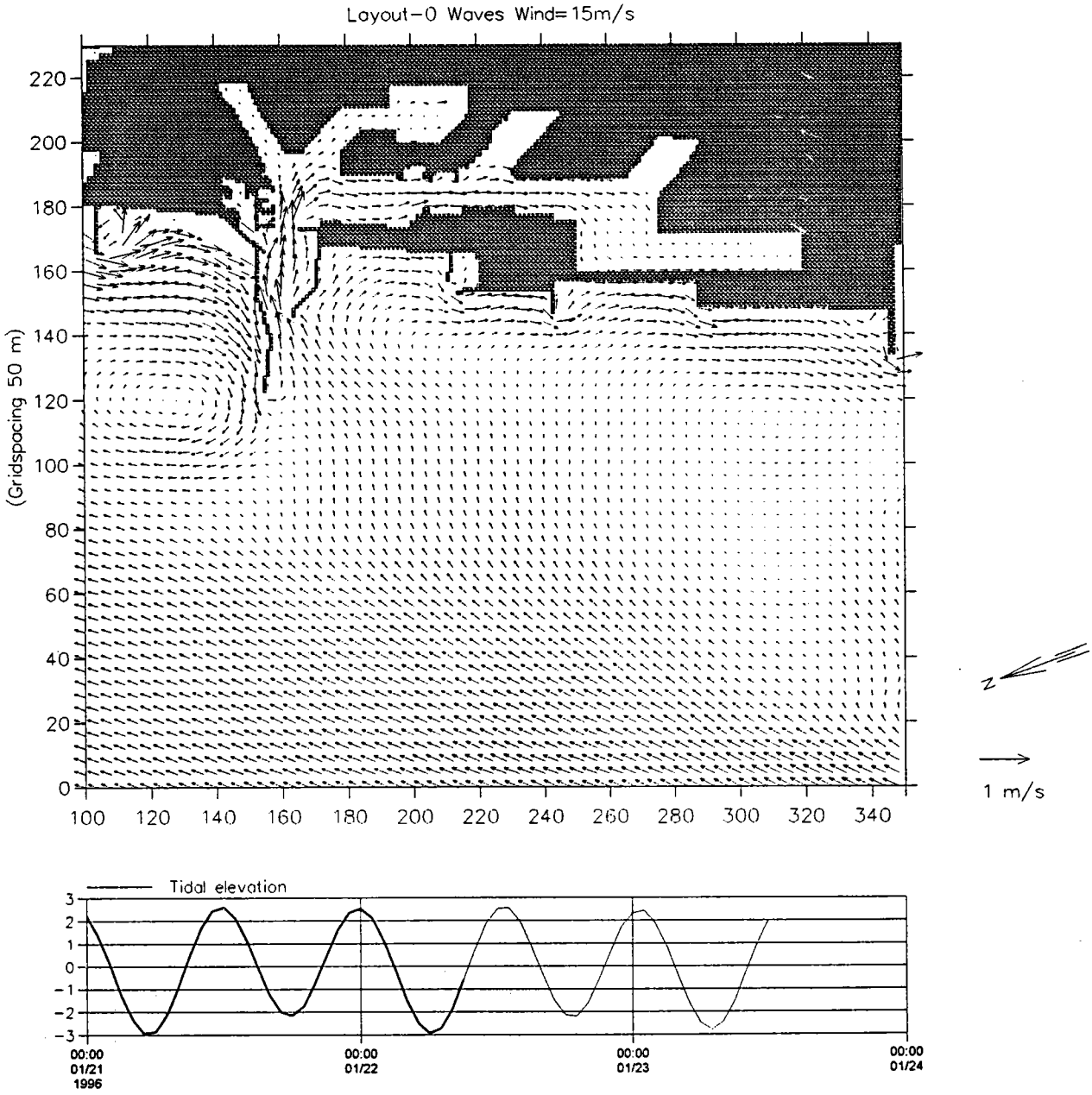

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

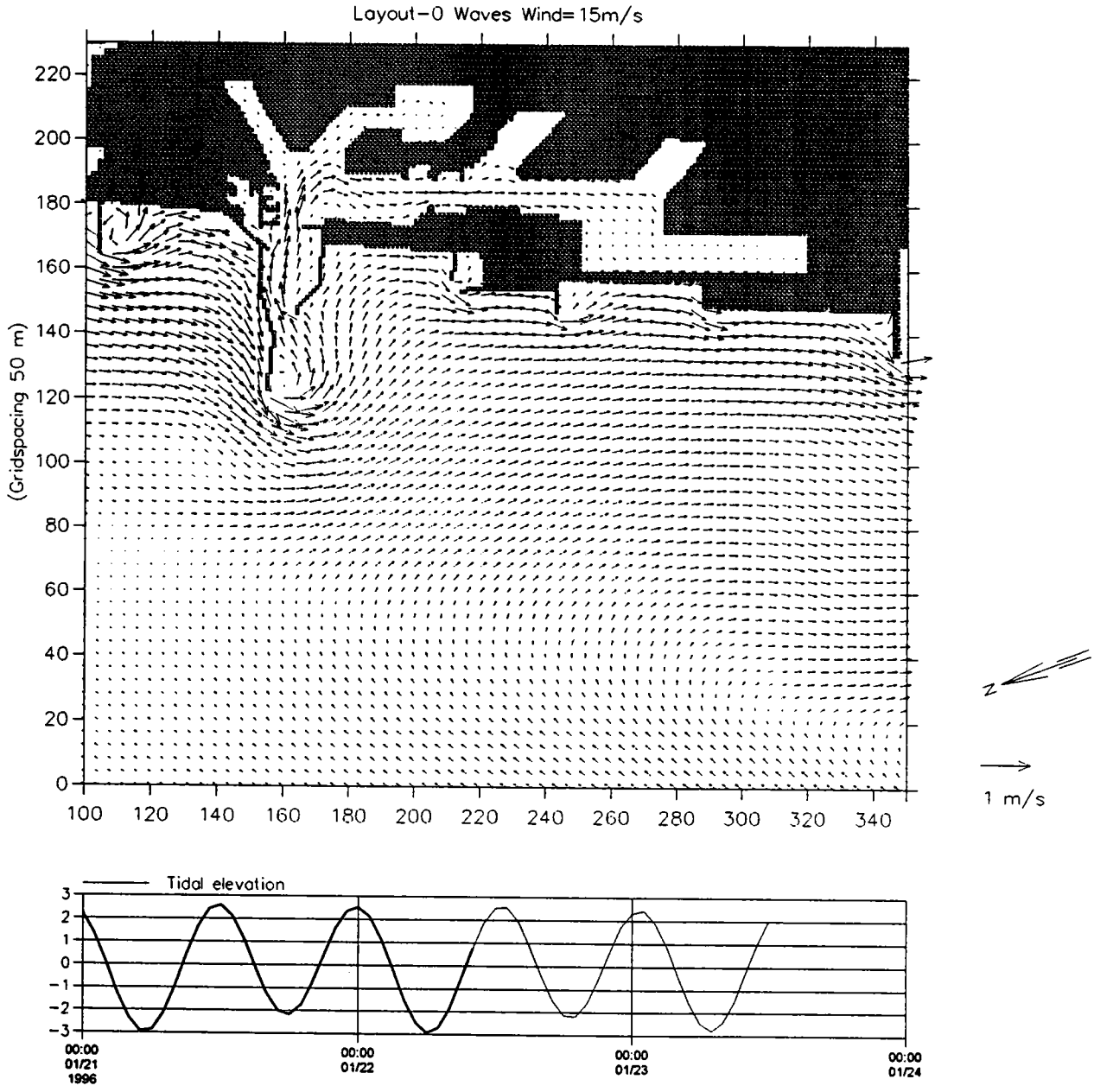

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

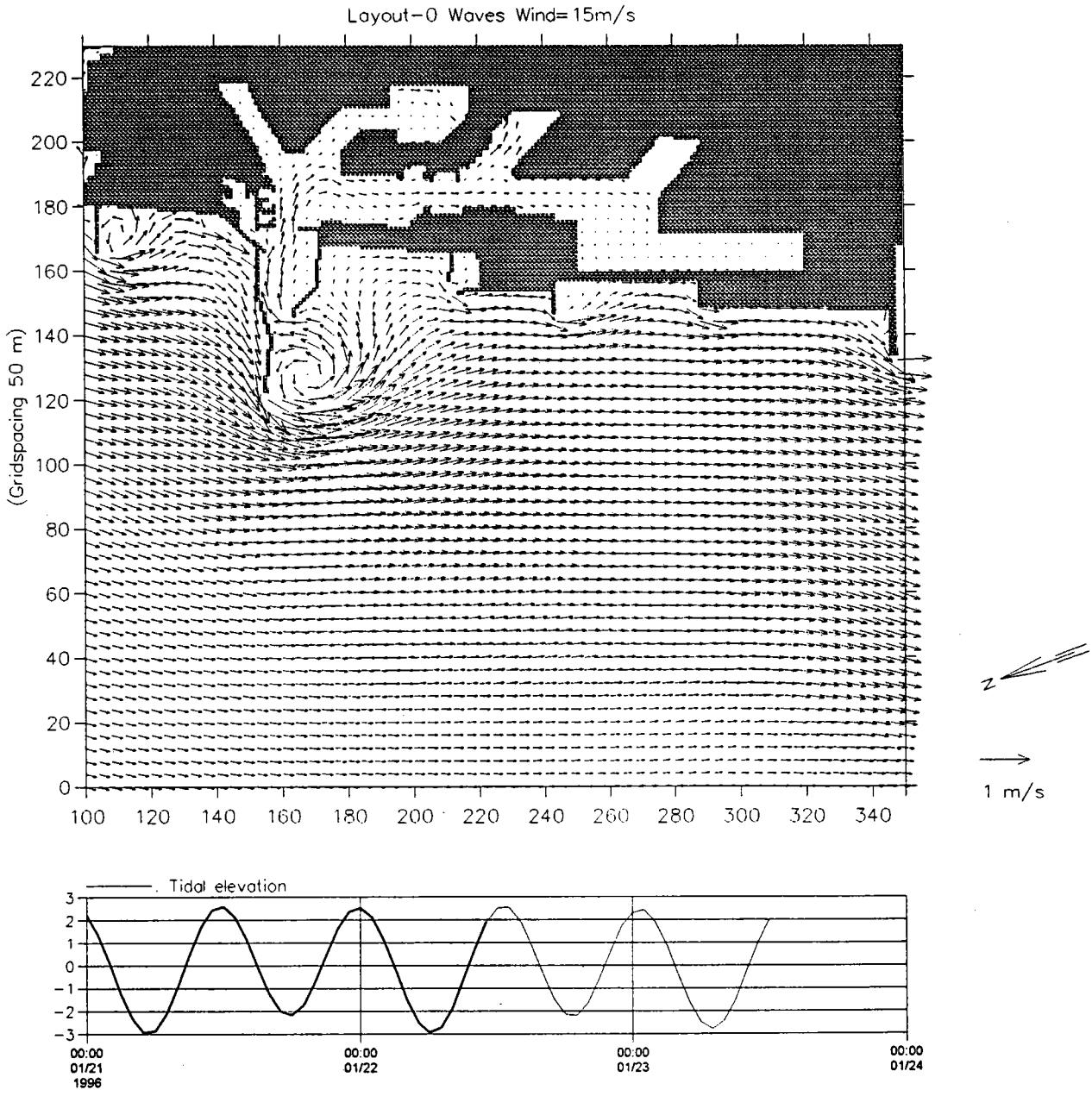

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

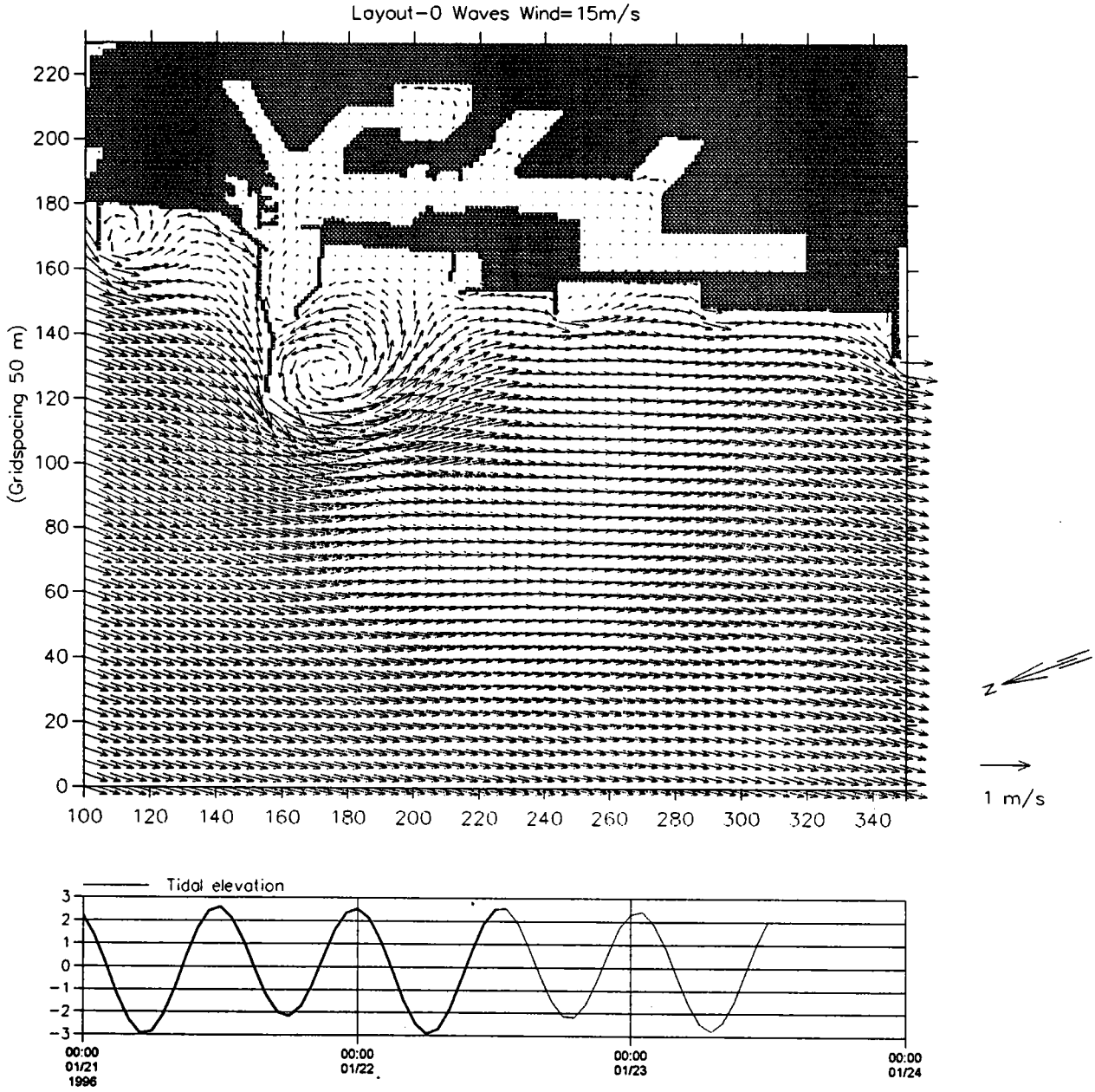

Layout-0 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-1a

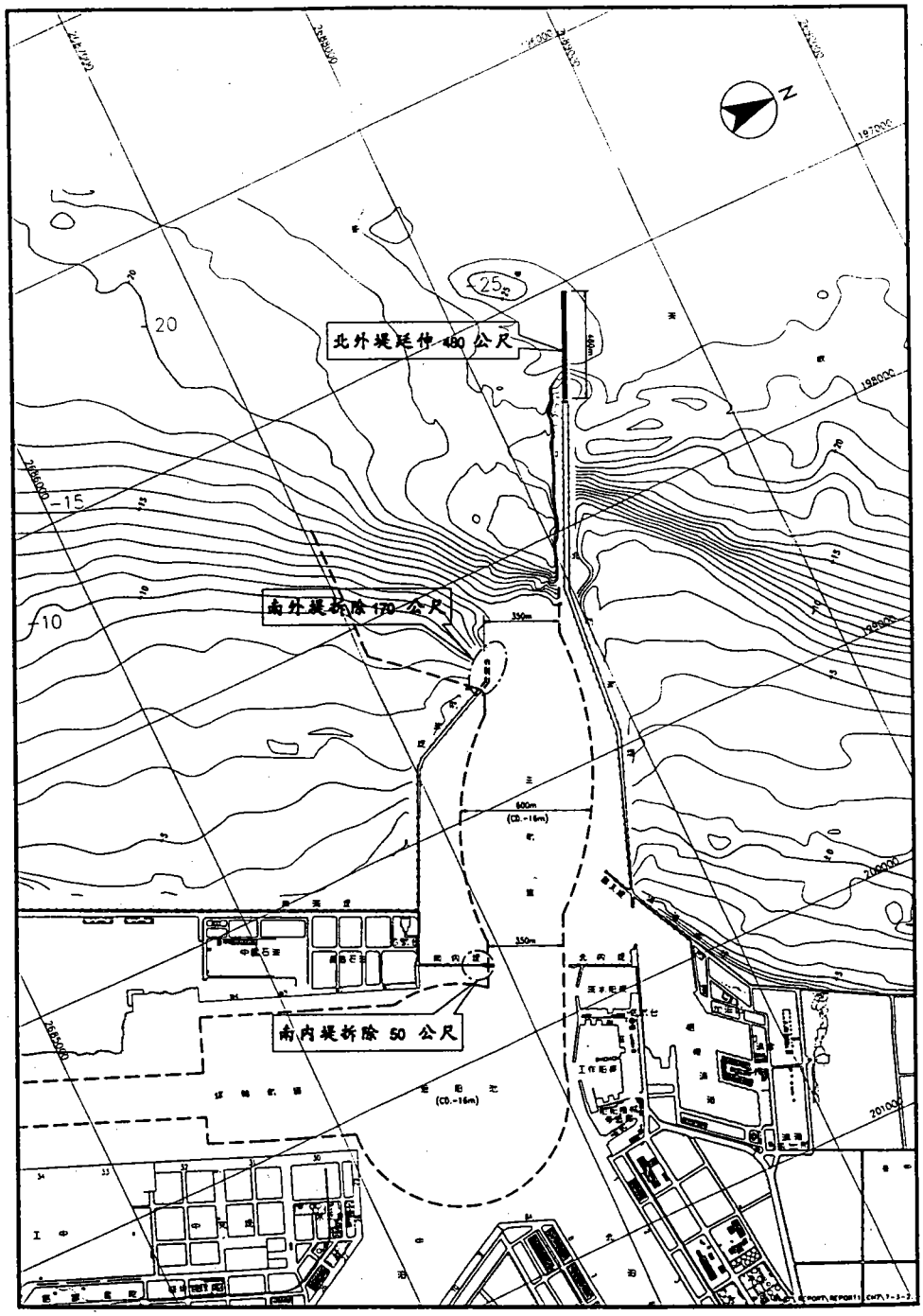
台中港港口二期擴建規劃---替選方案一

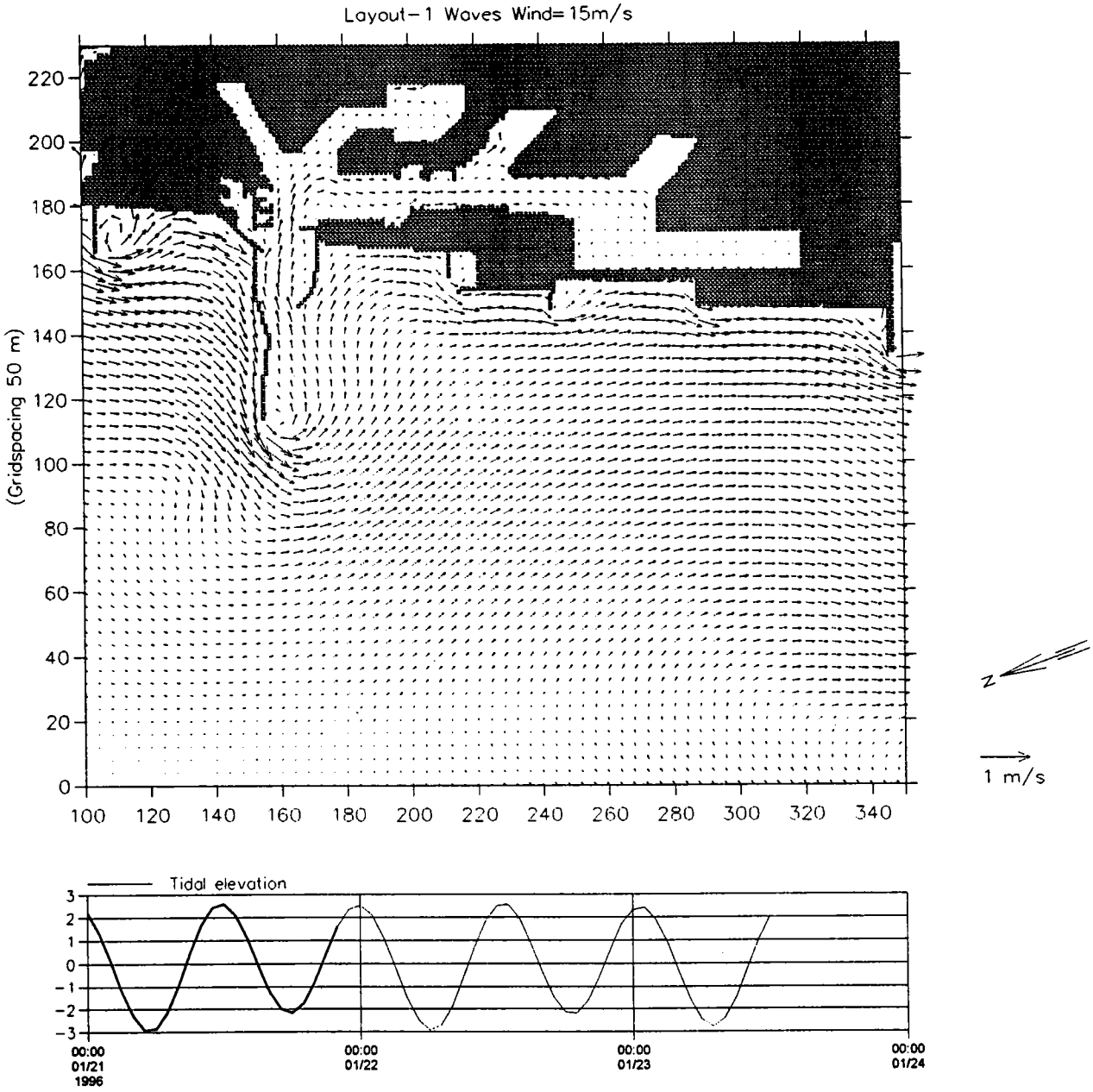
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

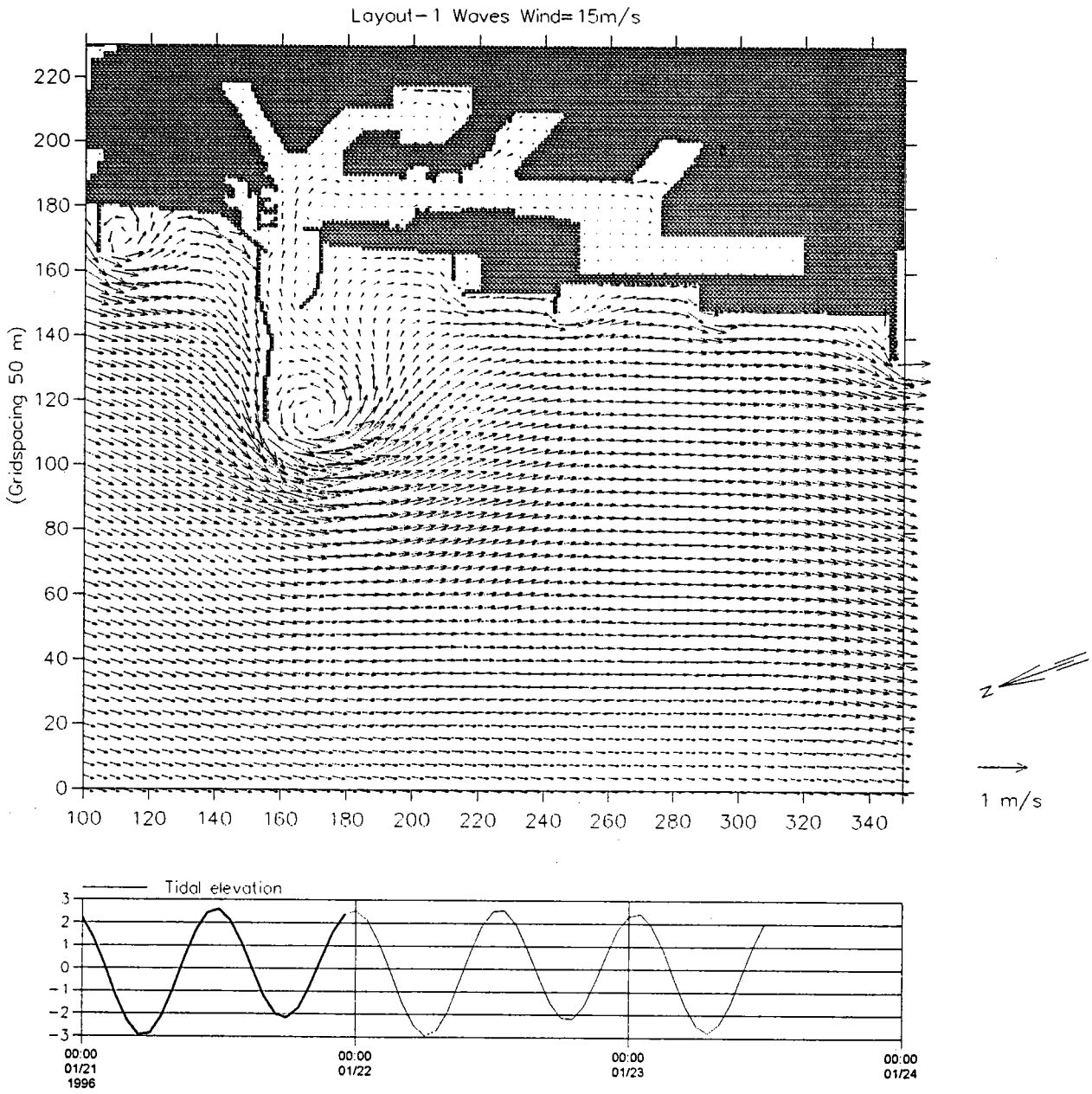
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

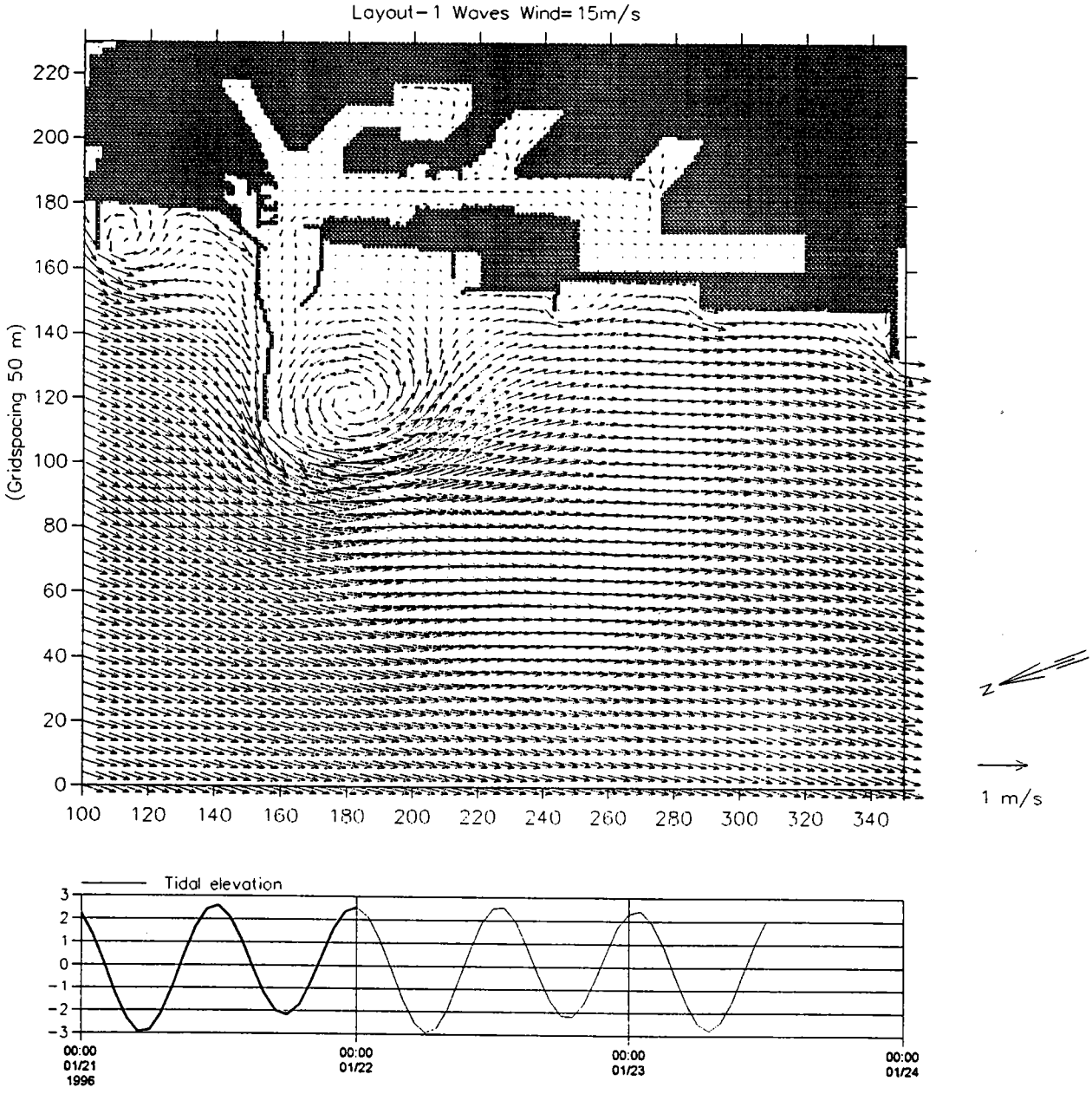
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

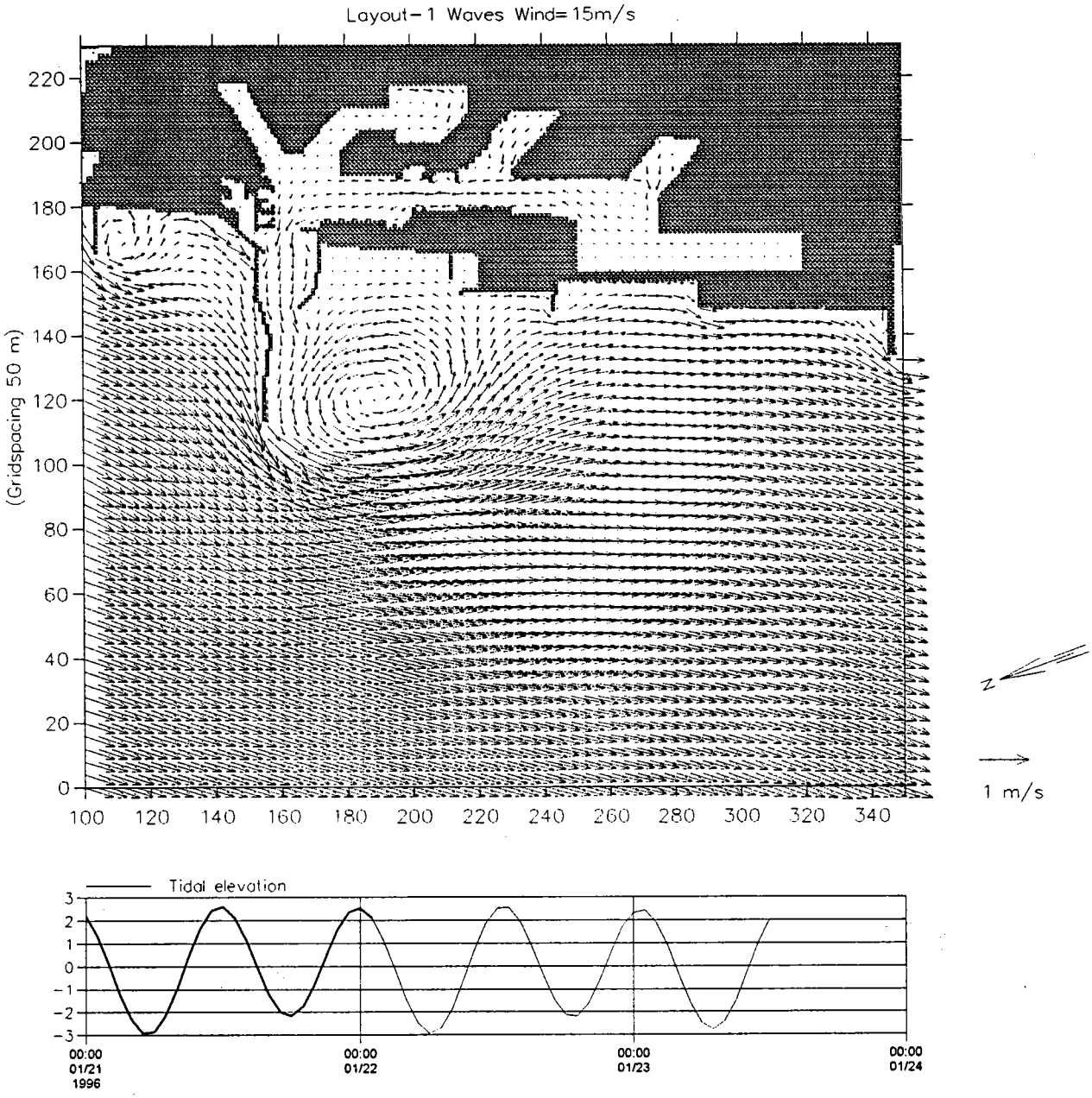
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

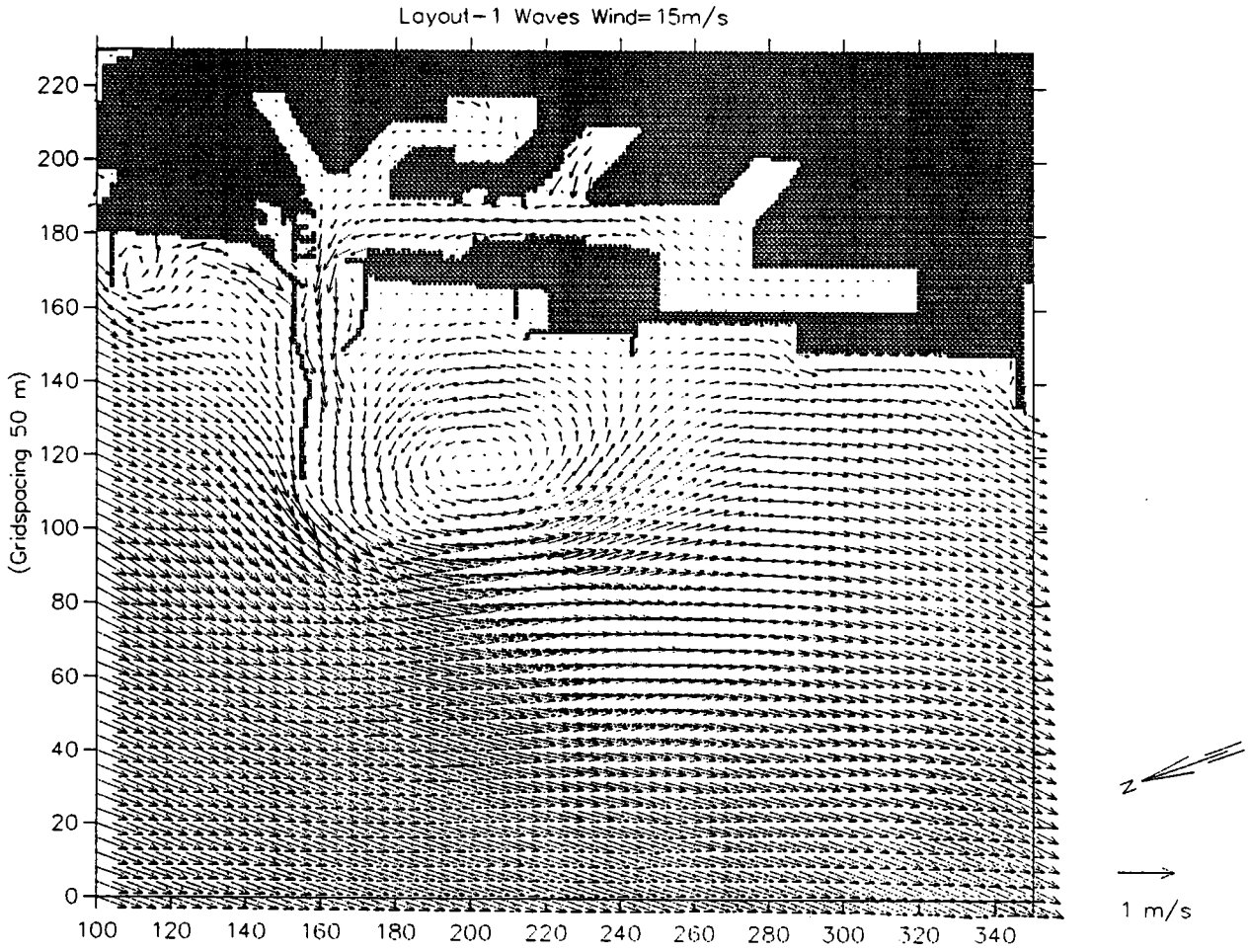


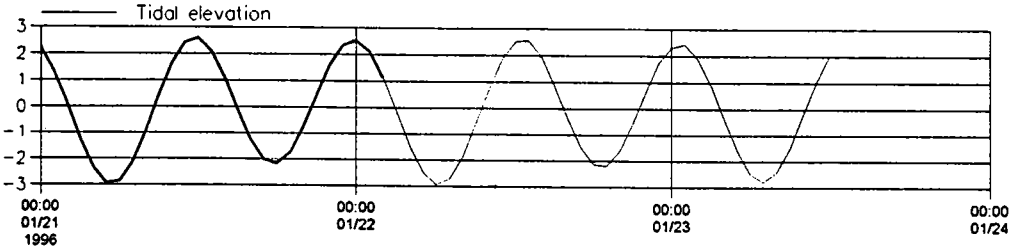

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

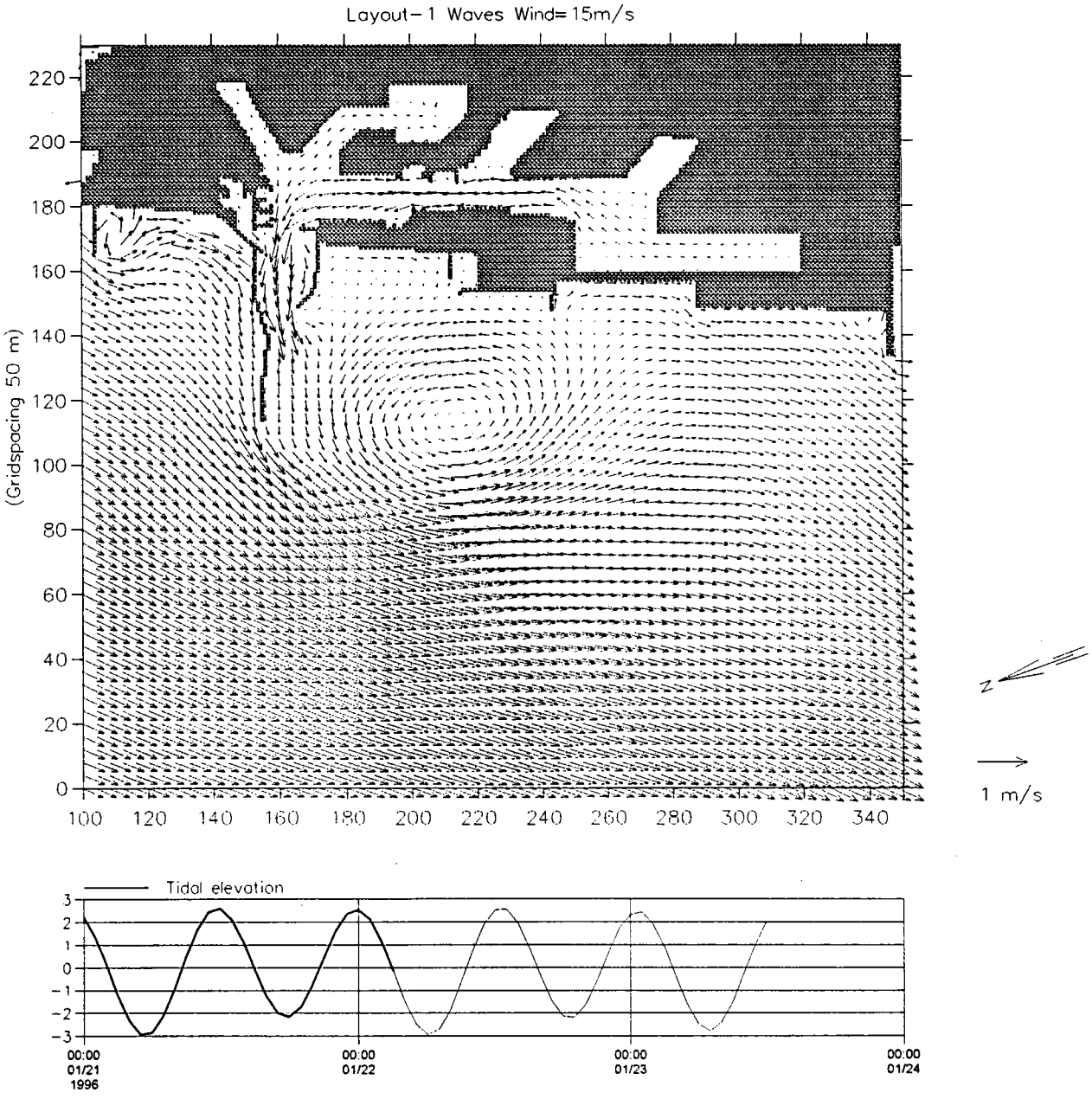

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

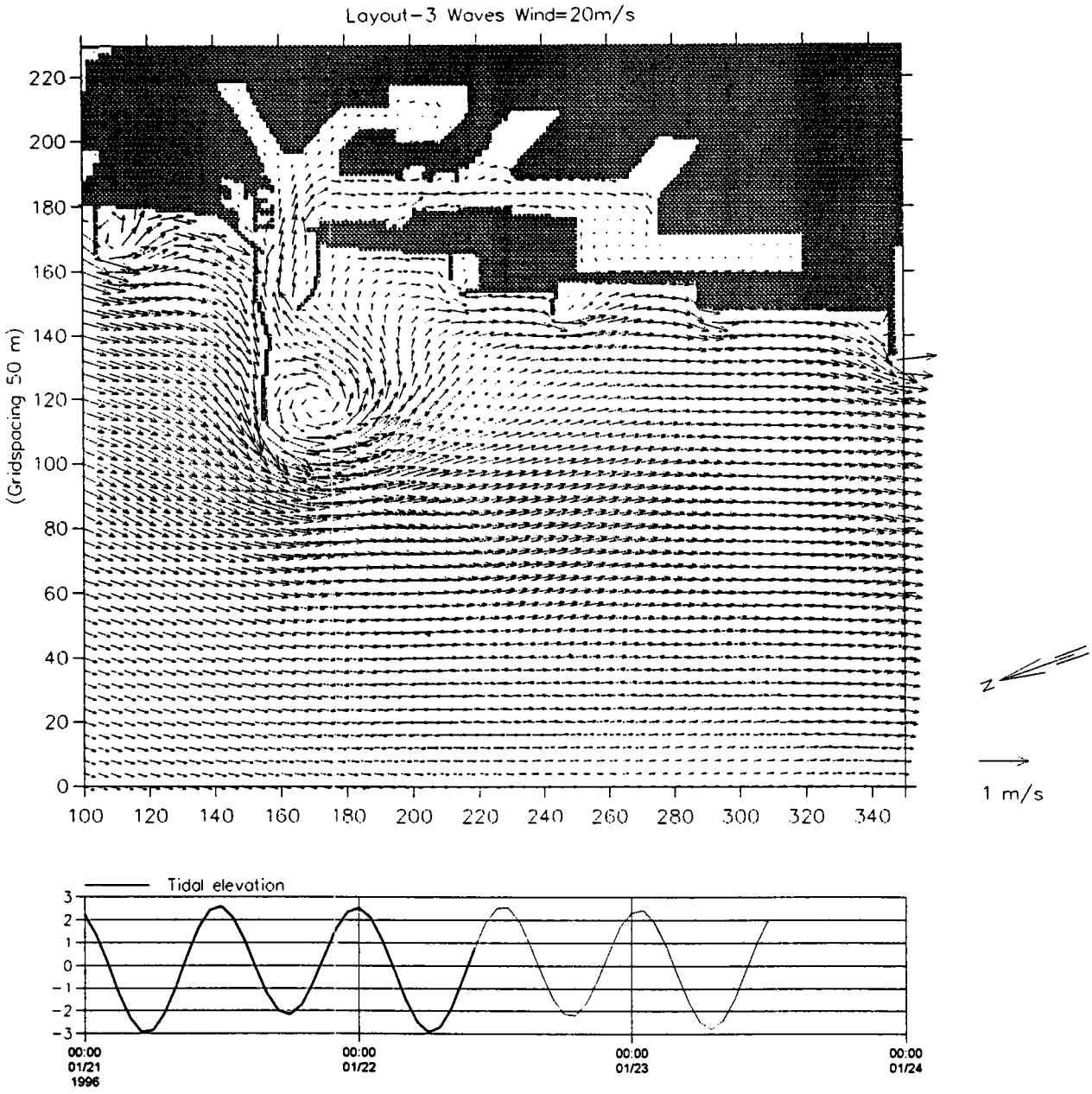

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

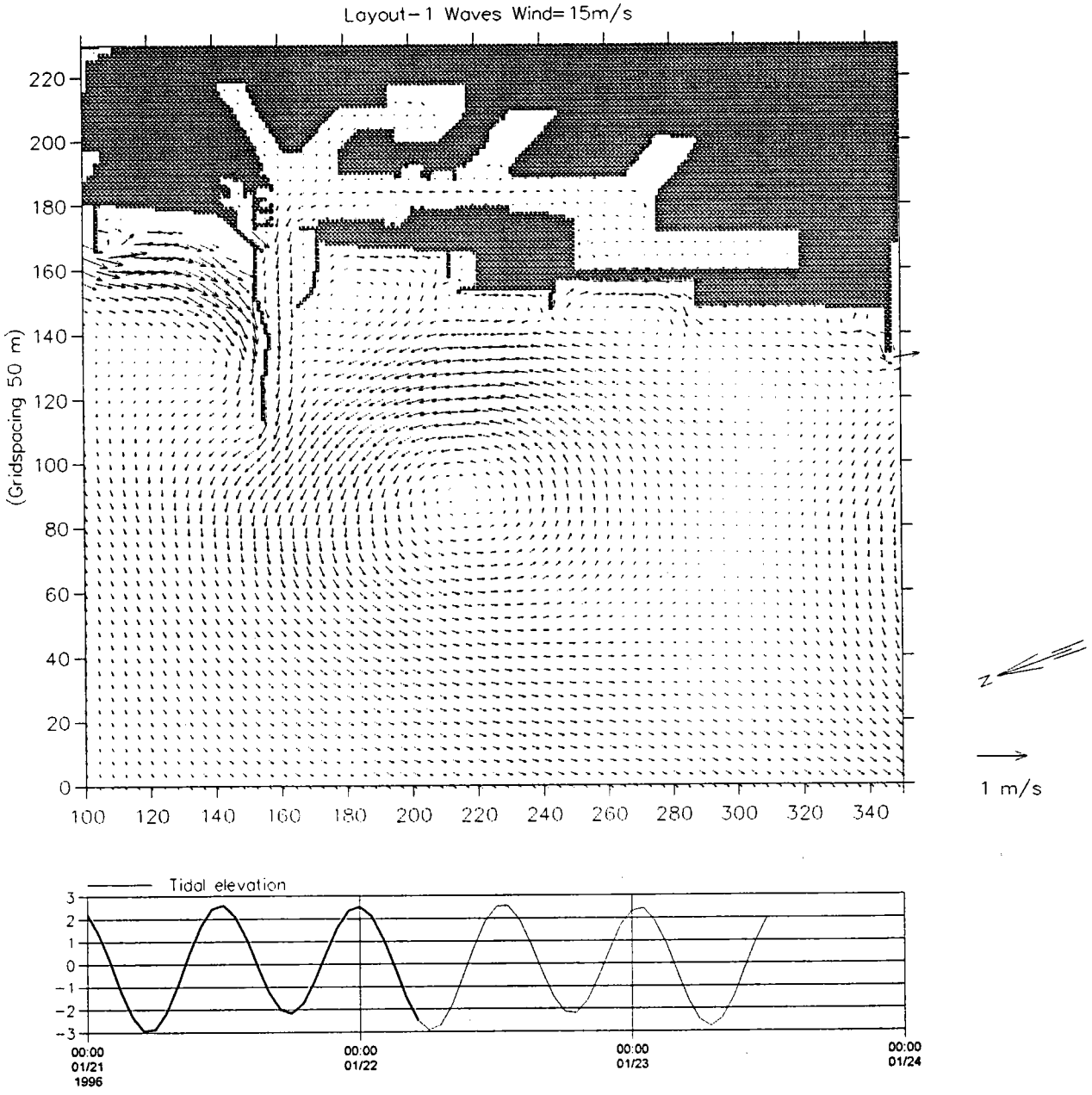

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

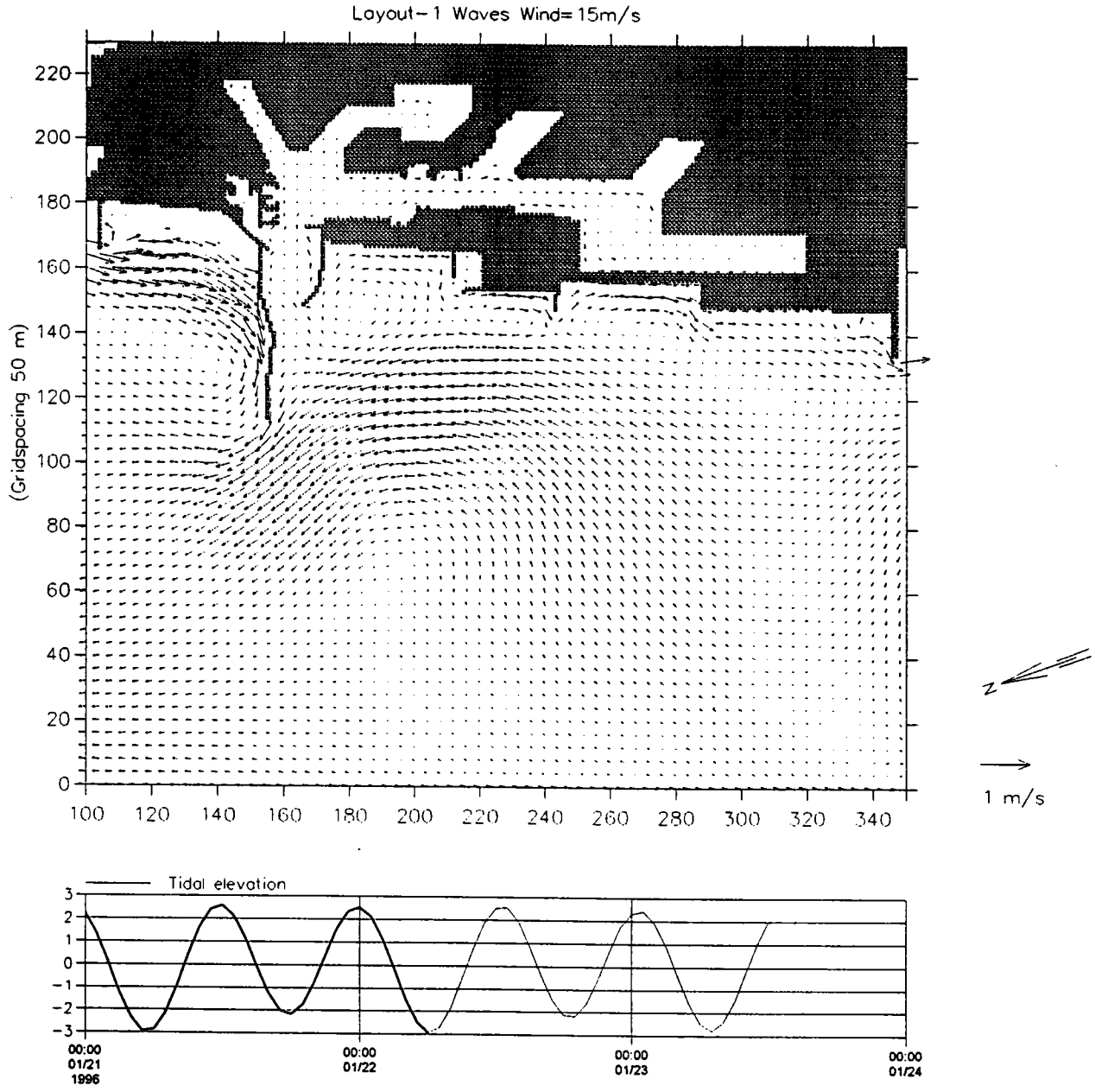

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

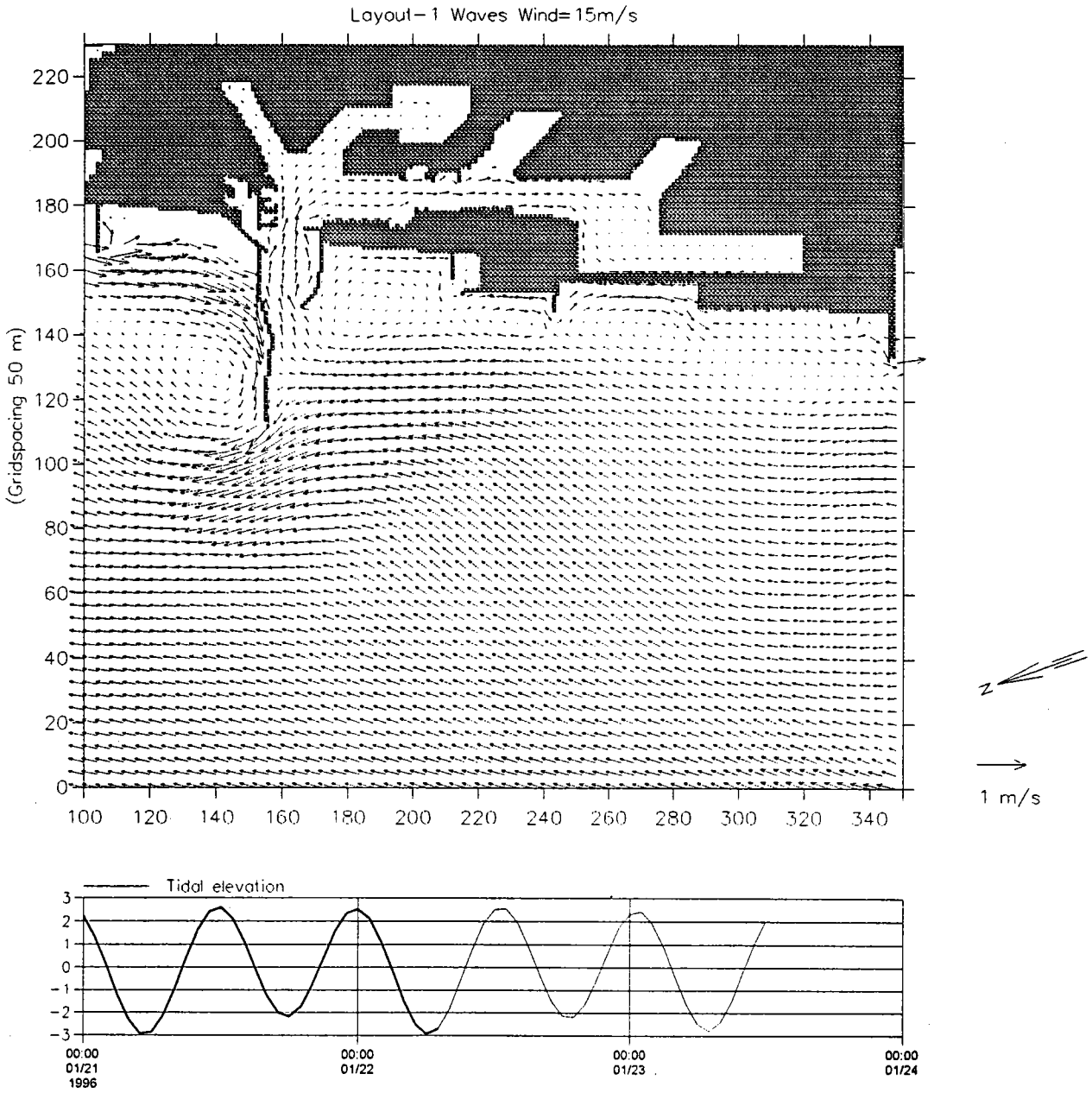

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

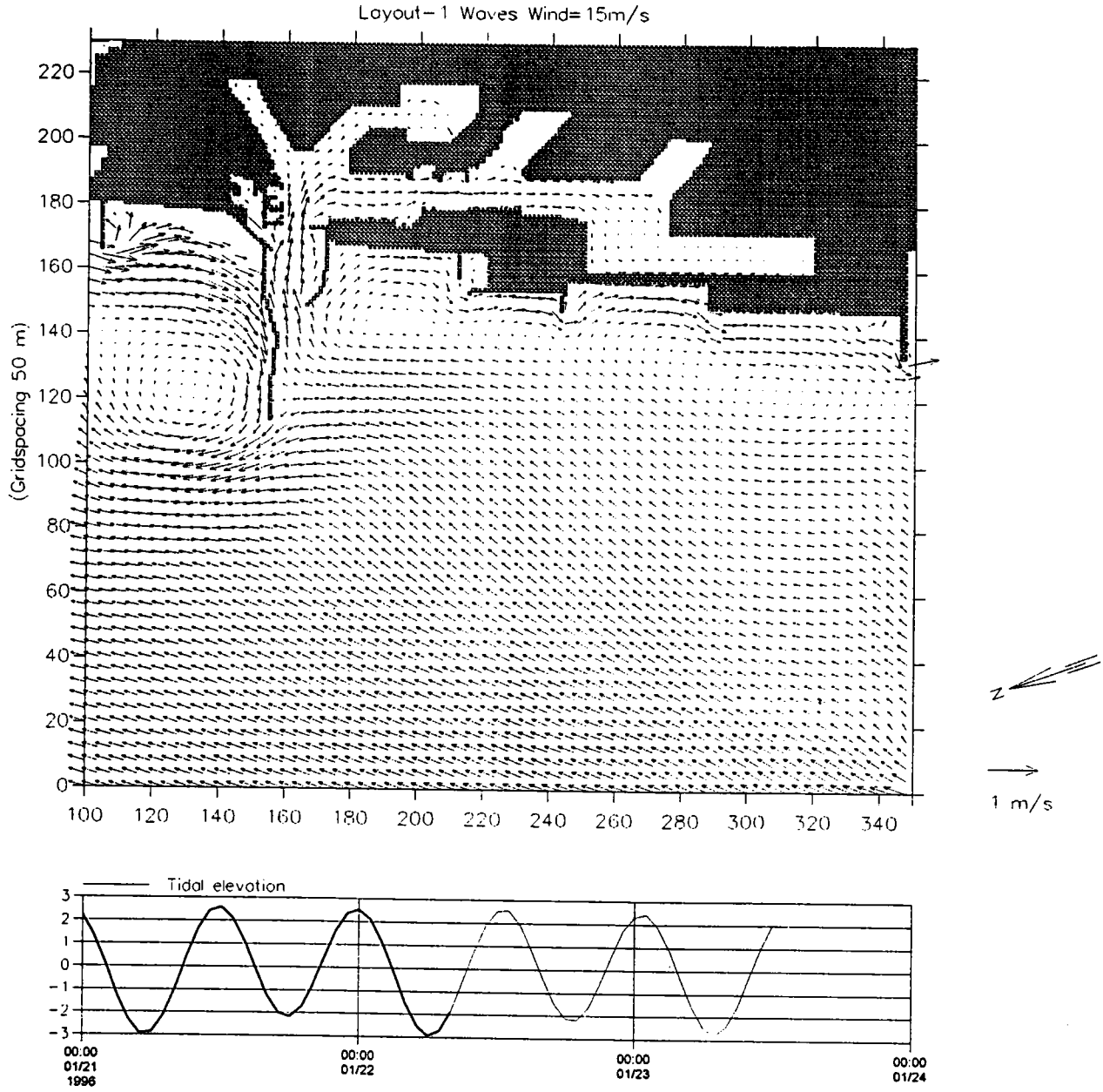

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

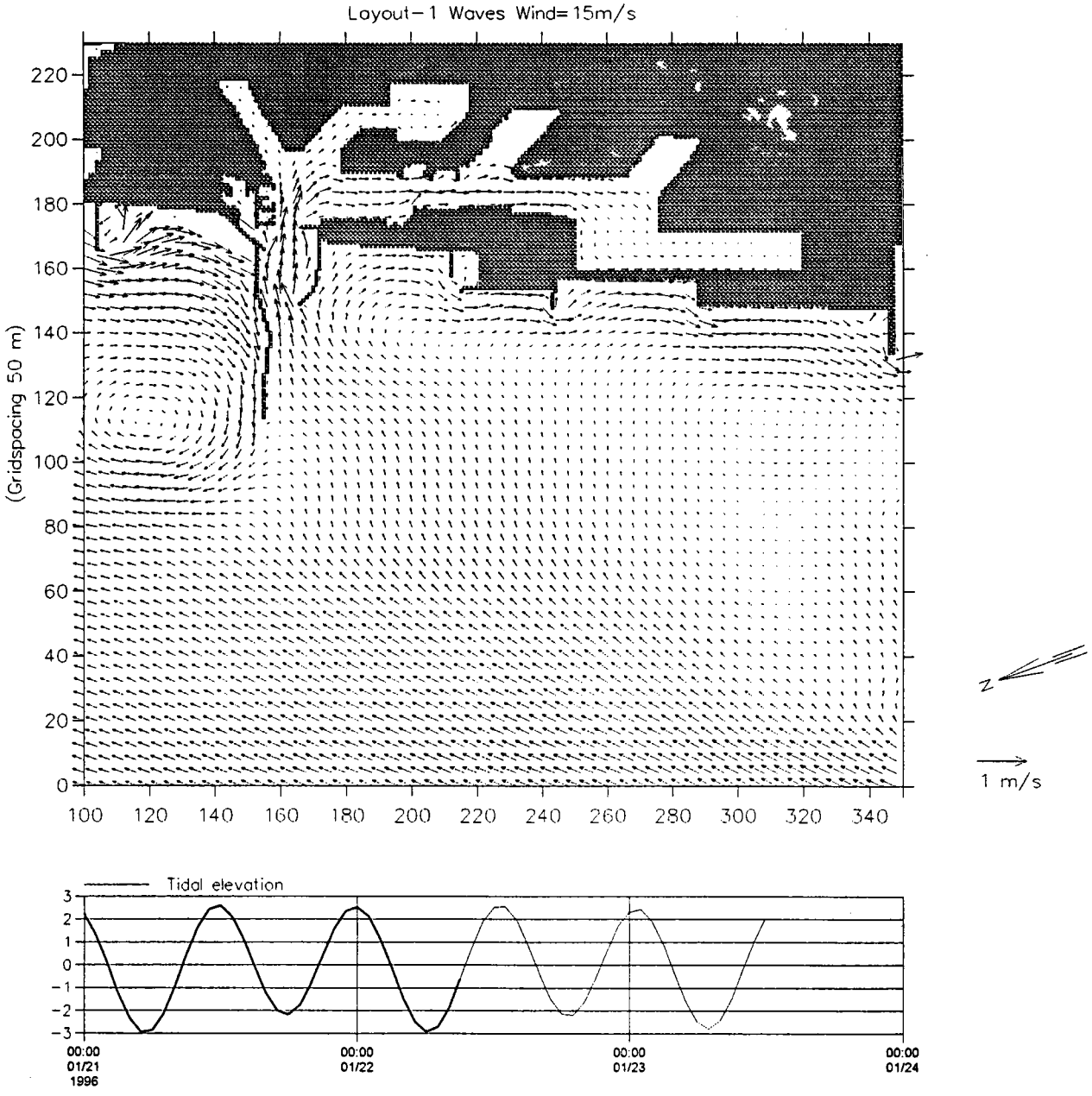

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

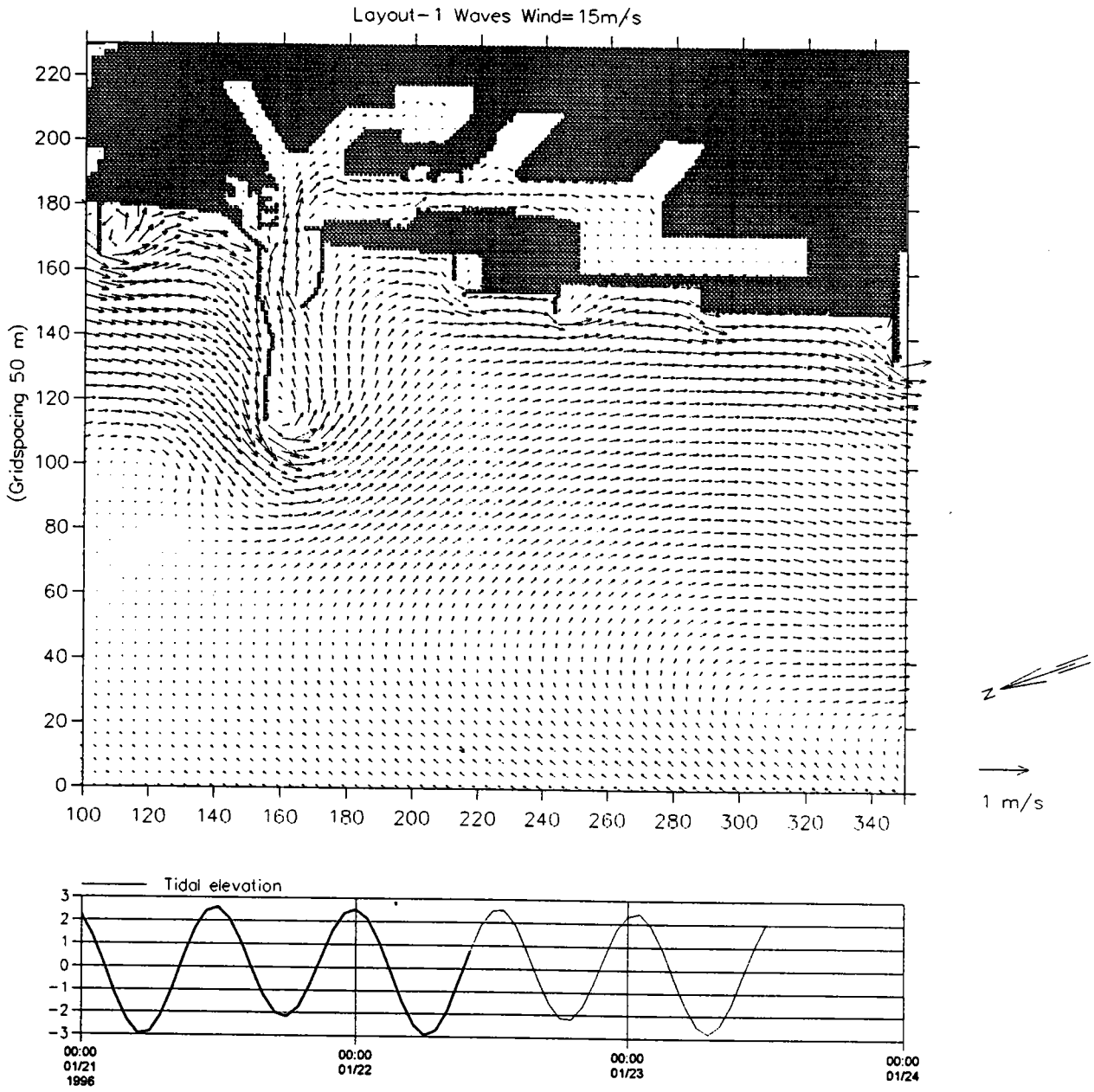

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

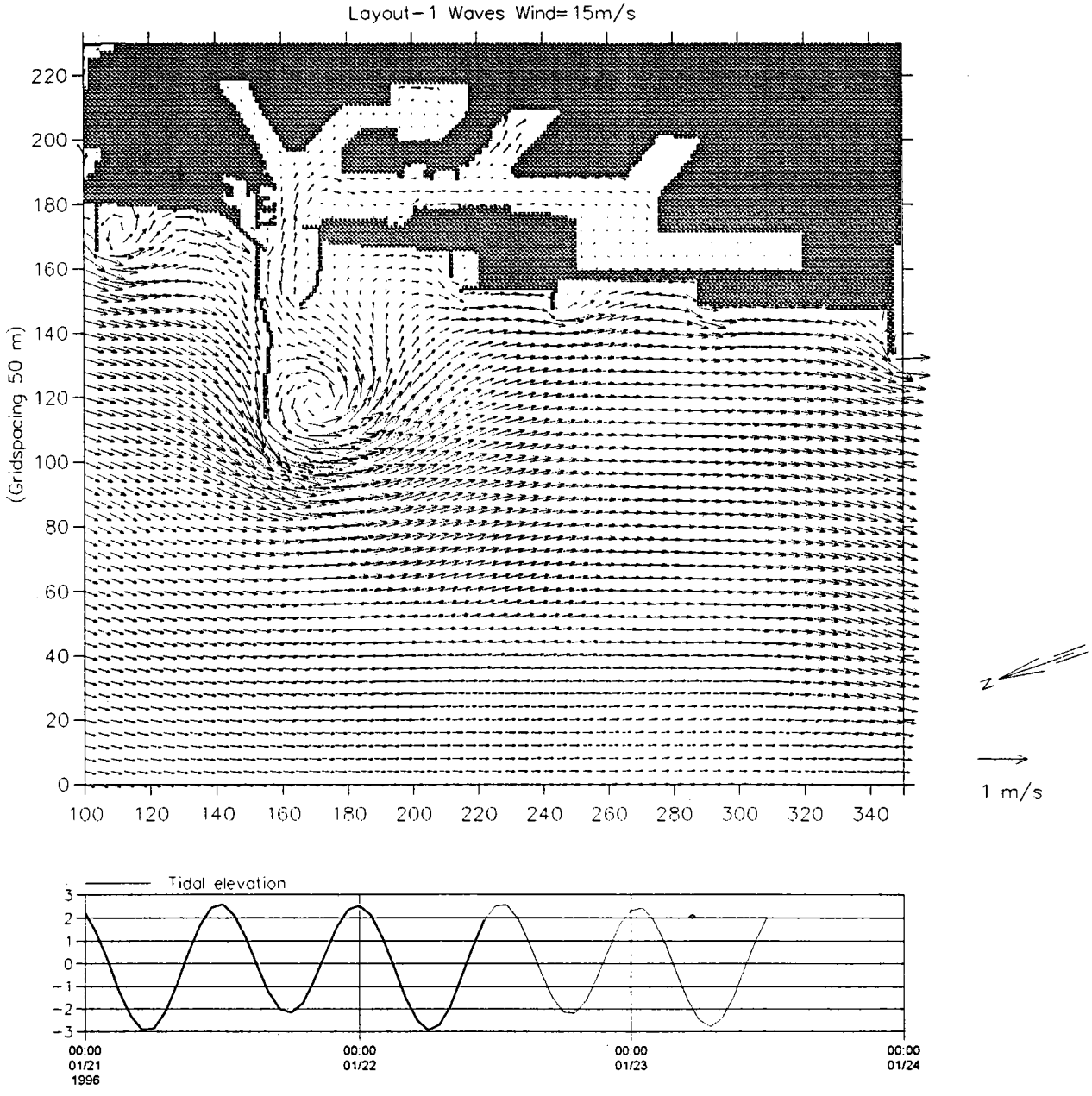

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

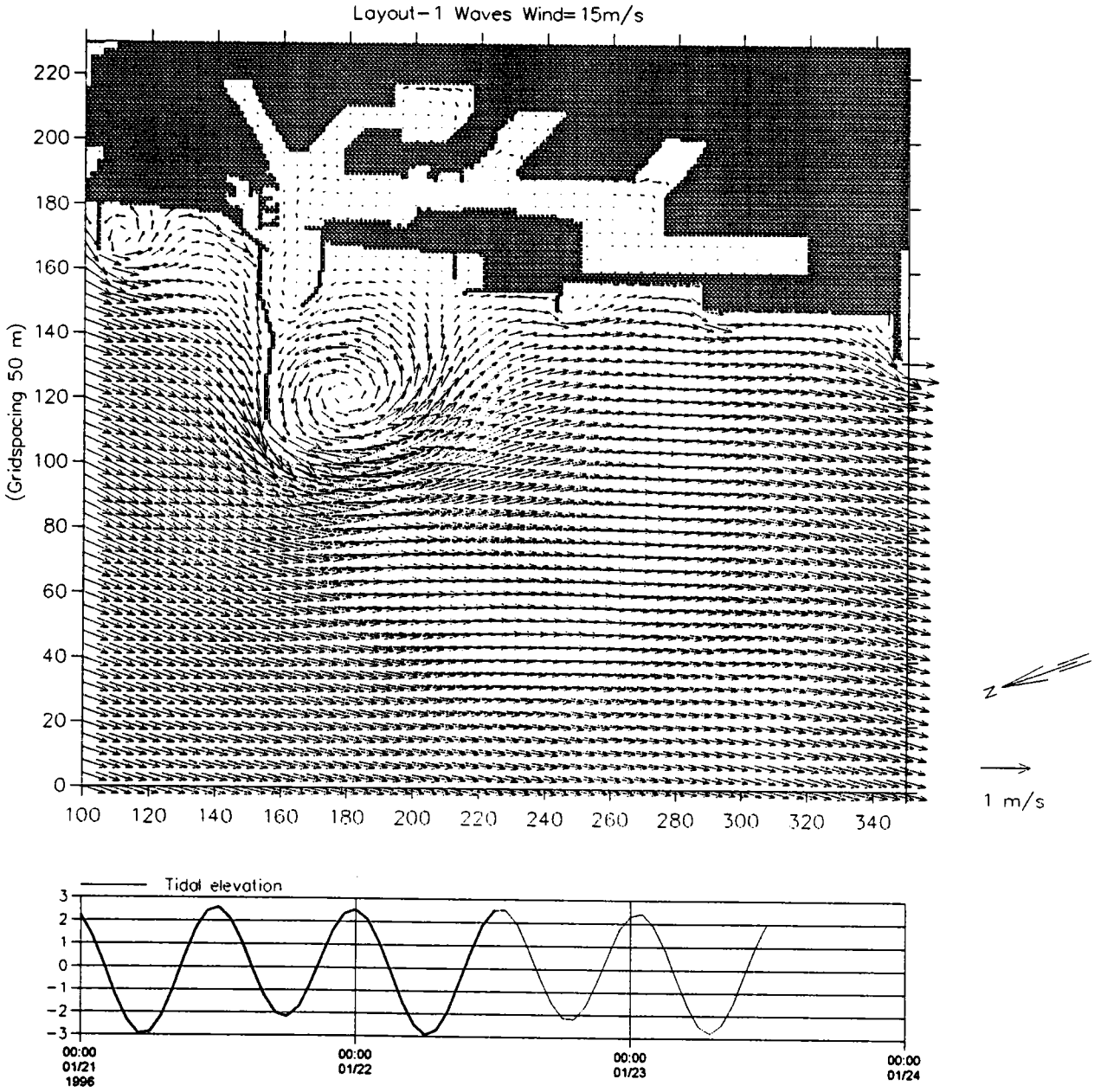

Layout-1 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-1b

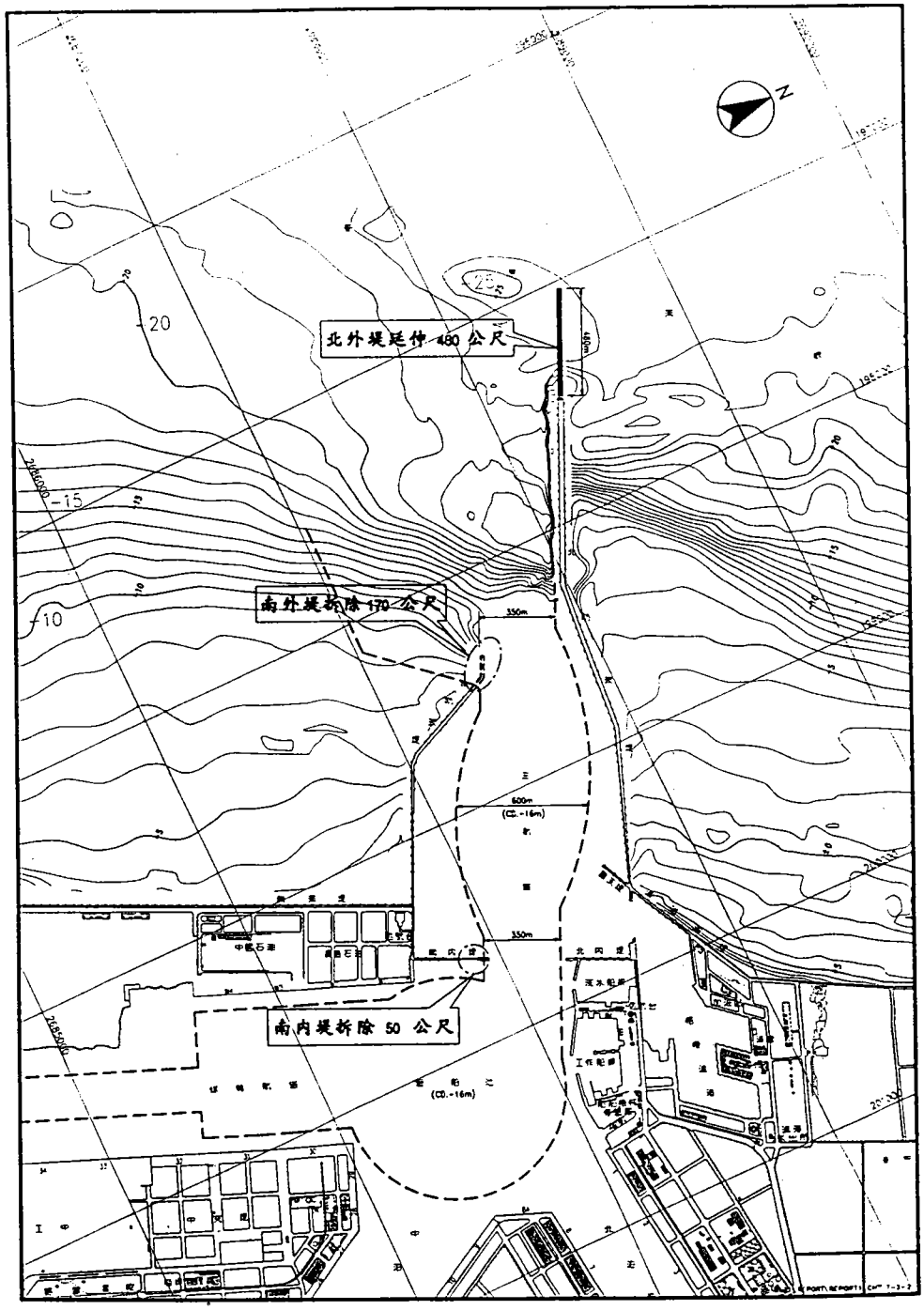
台中港港口二期擴建規劃---替選方案一

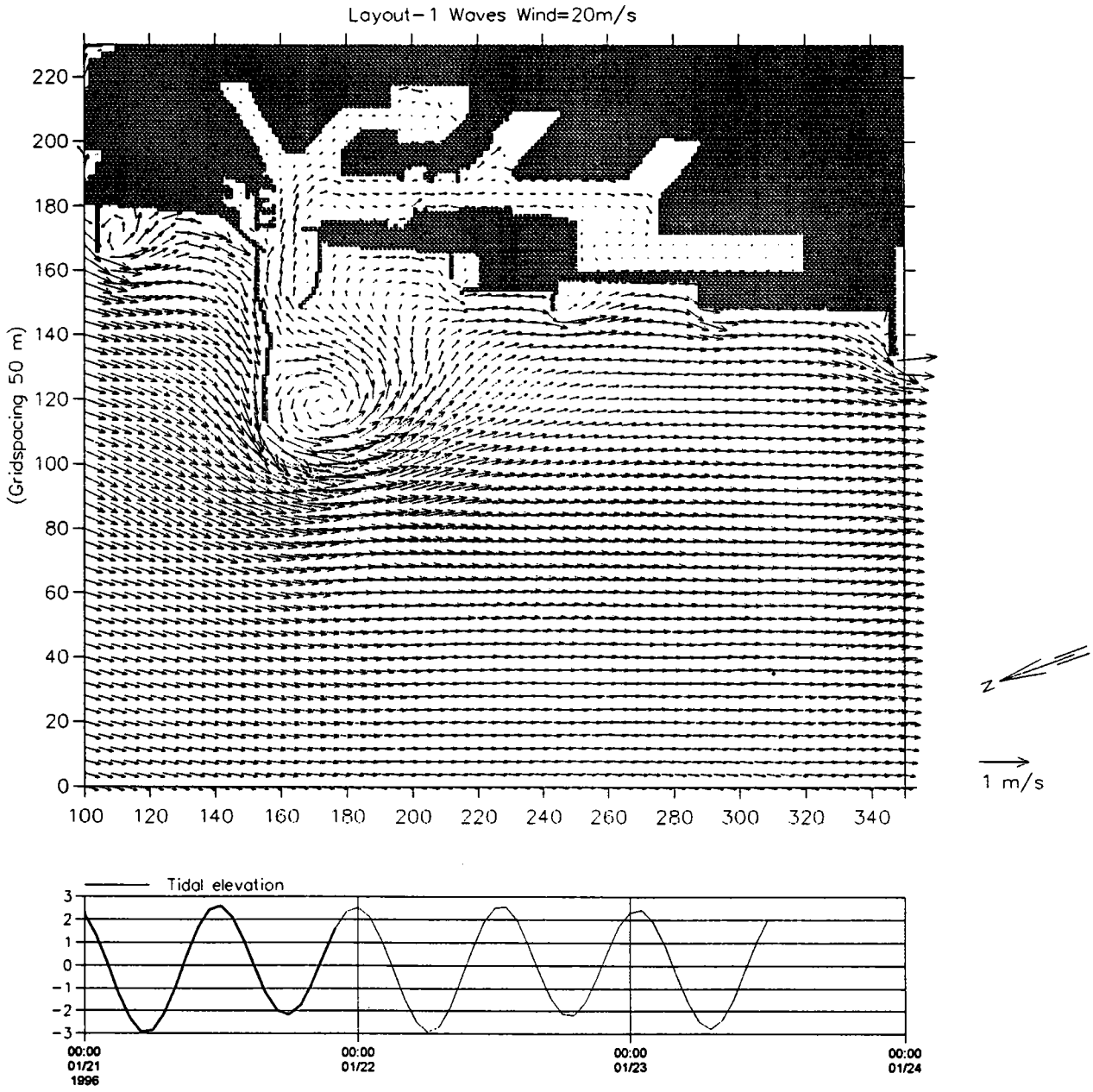
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

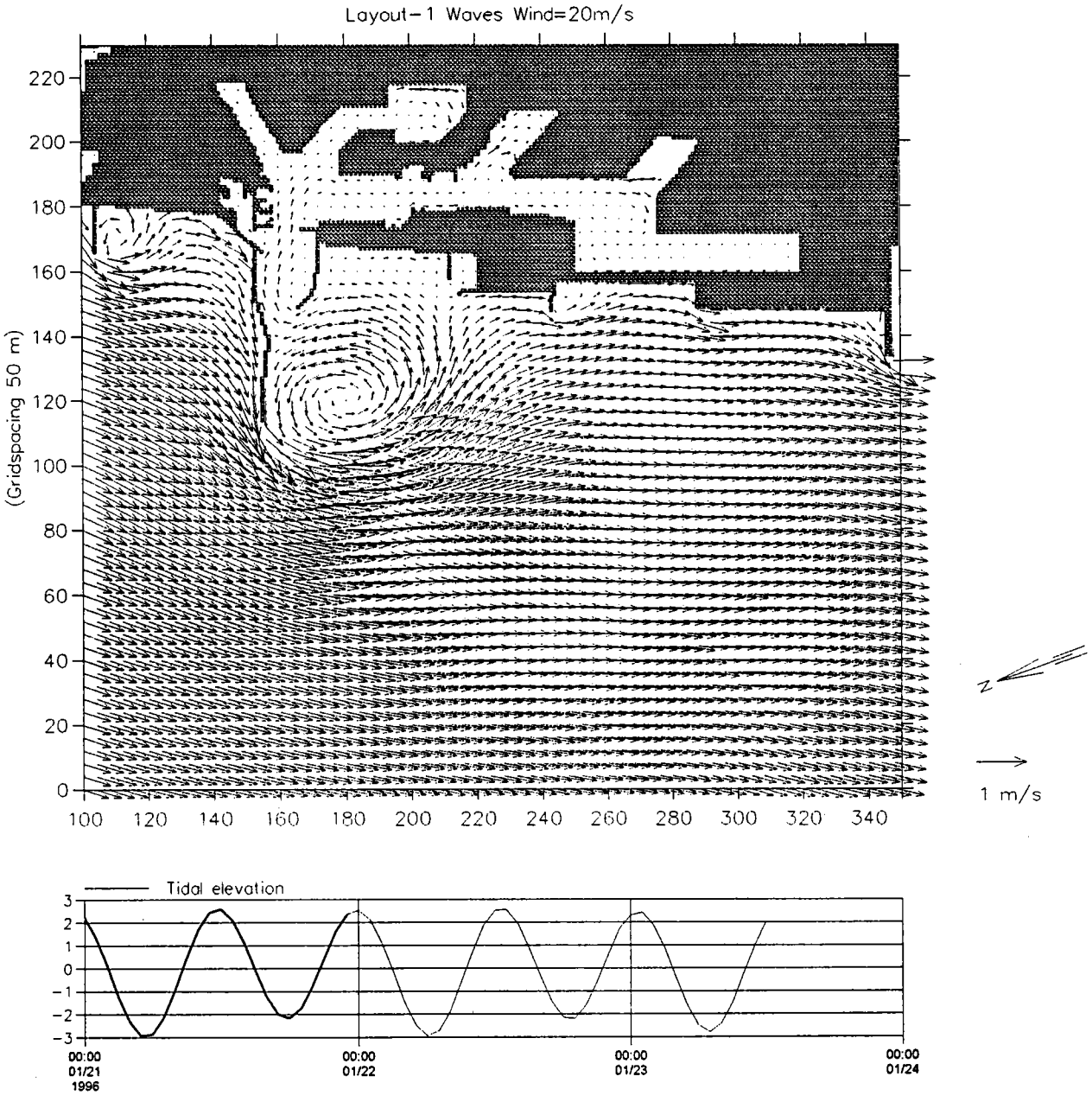
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

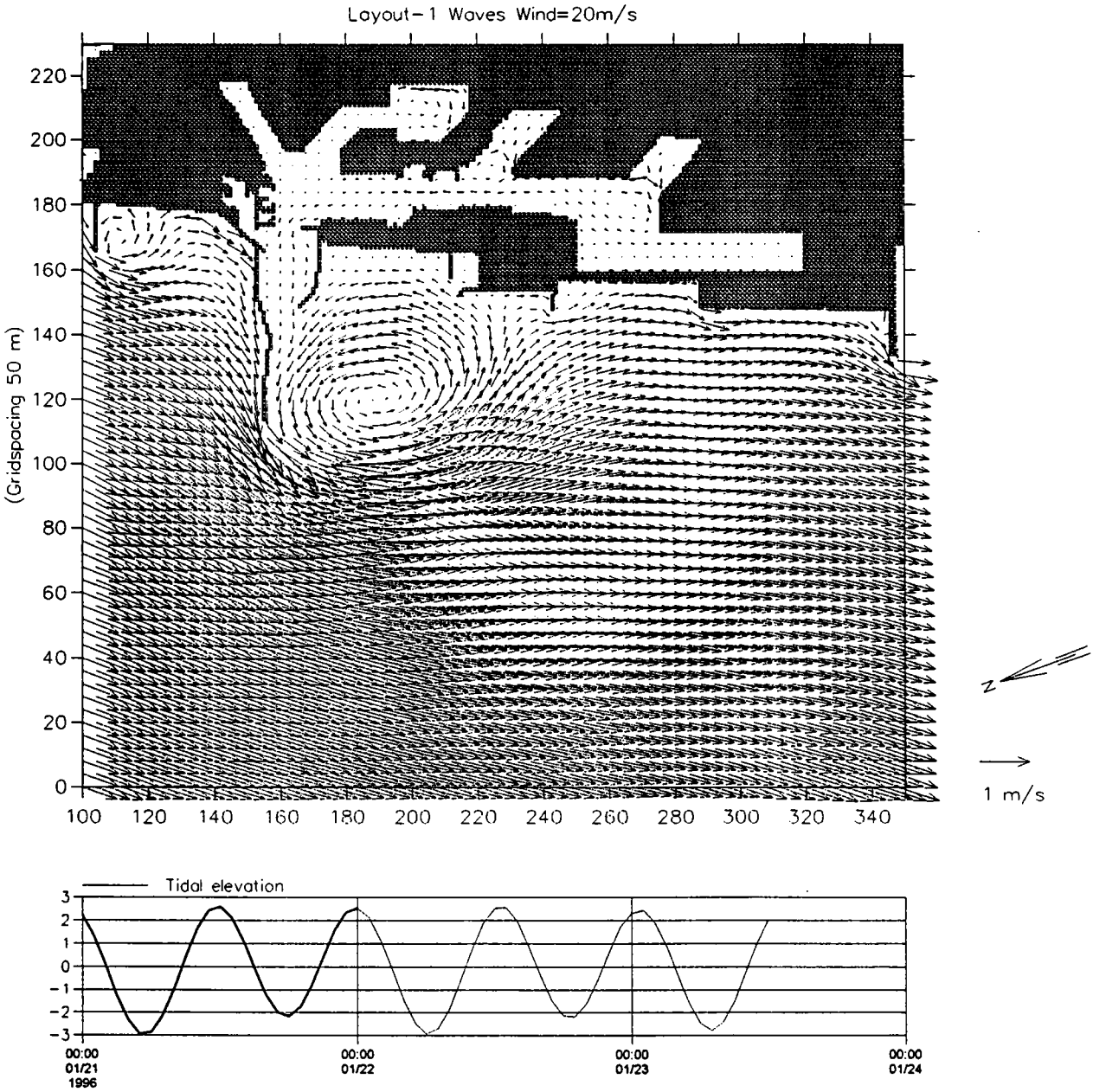
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

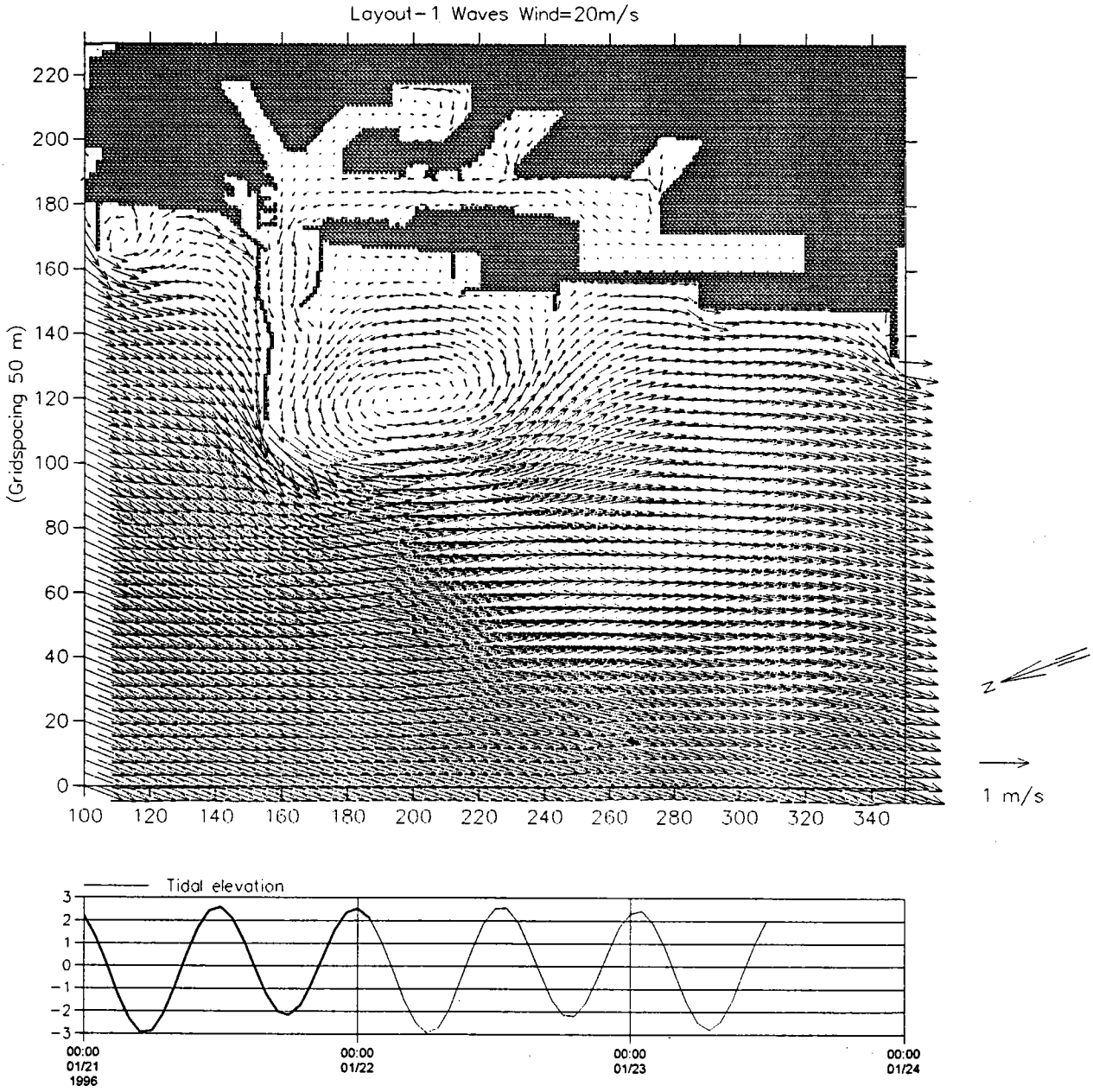
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

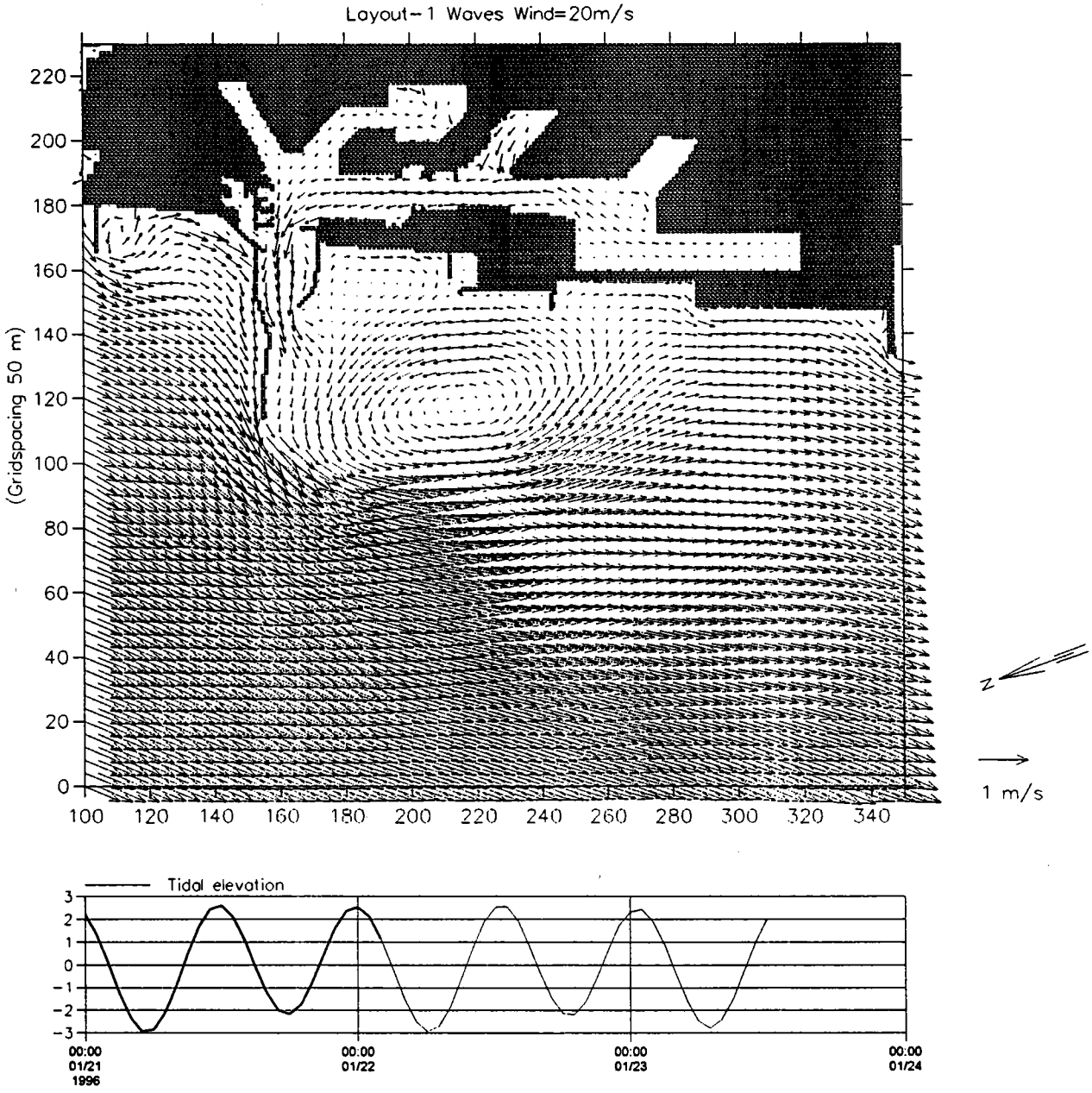


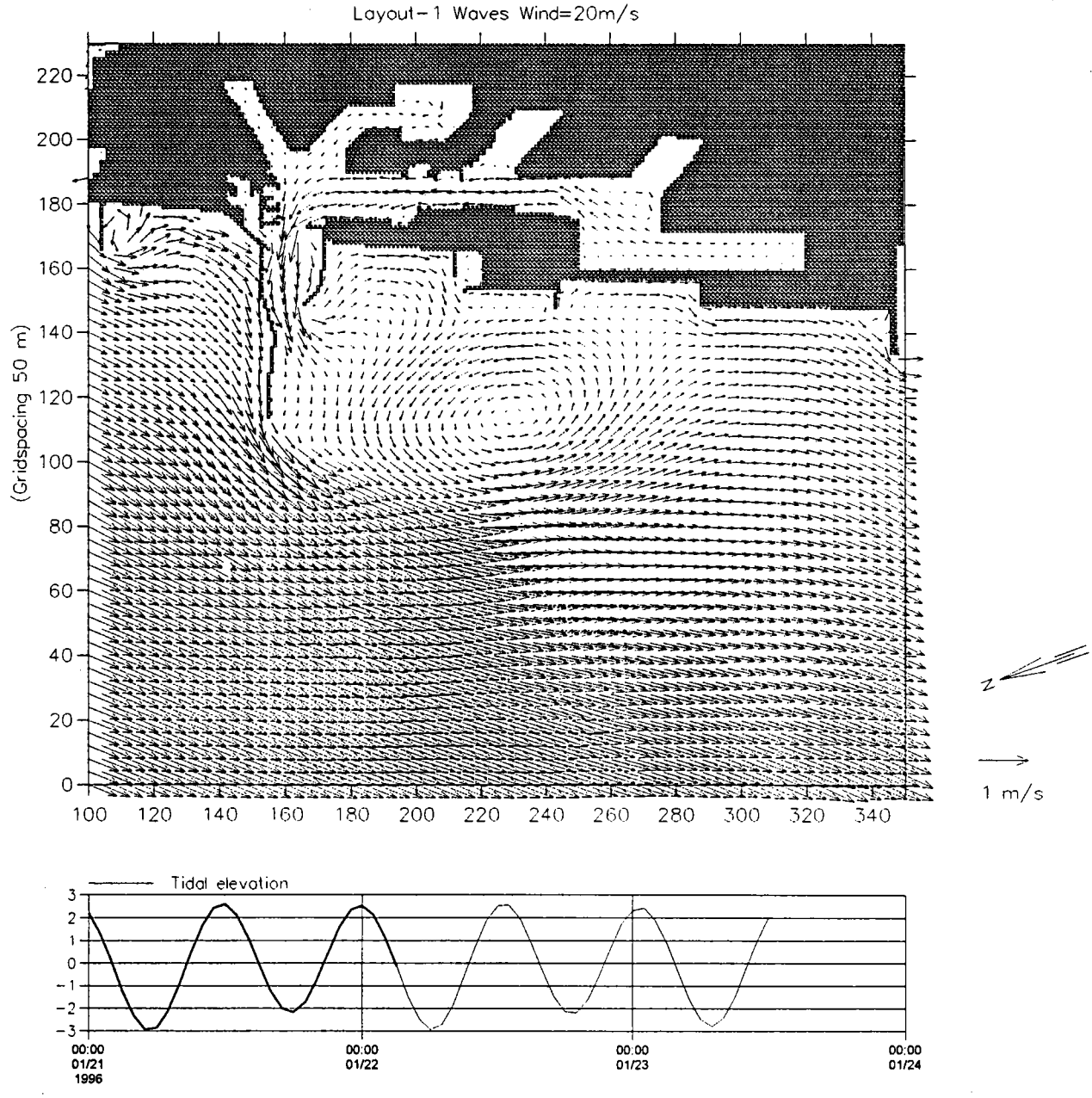

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

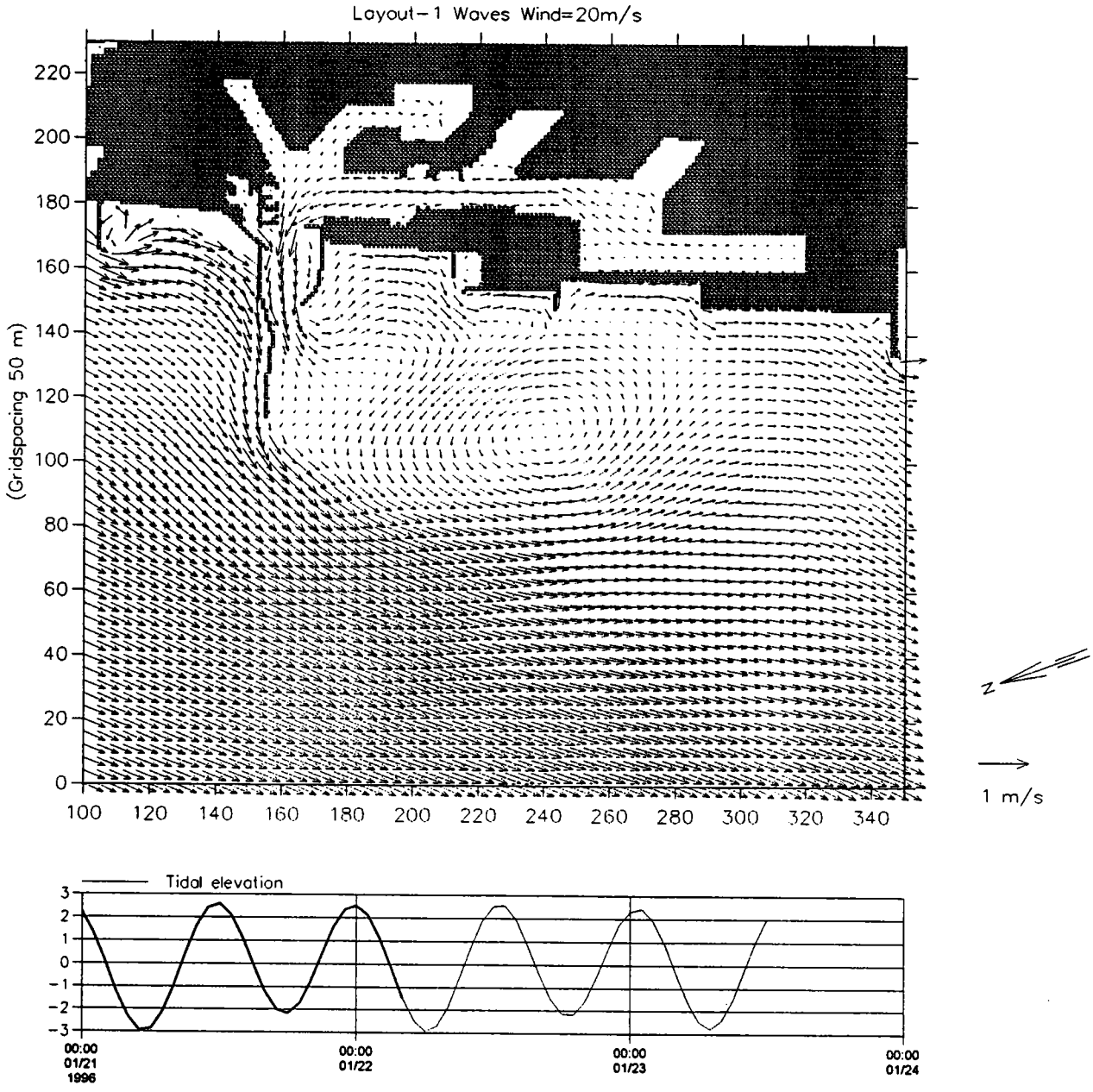

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

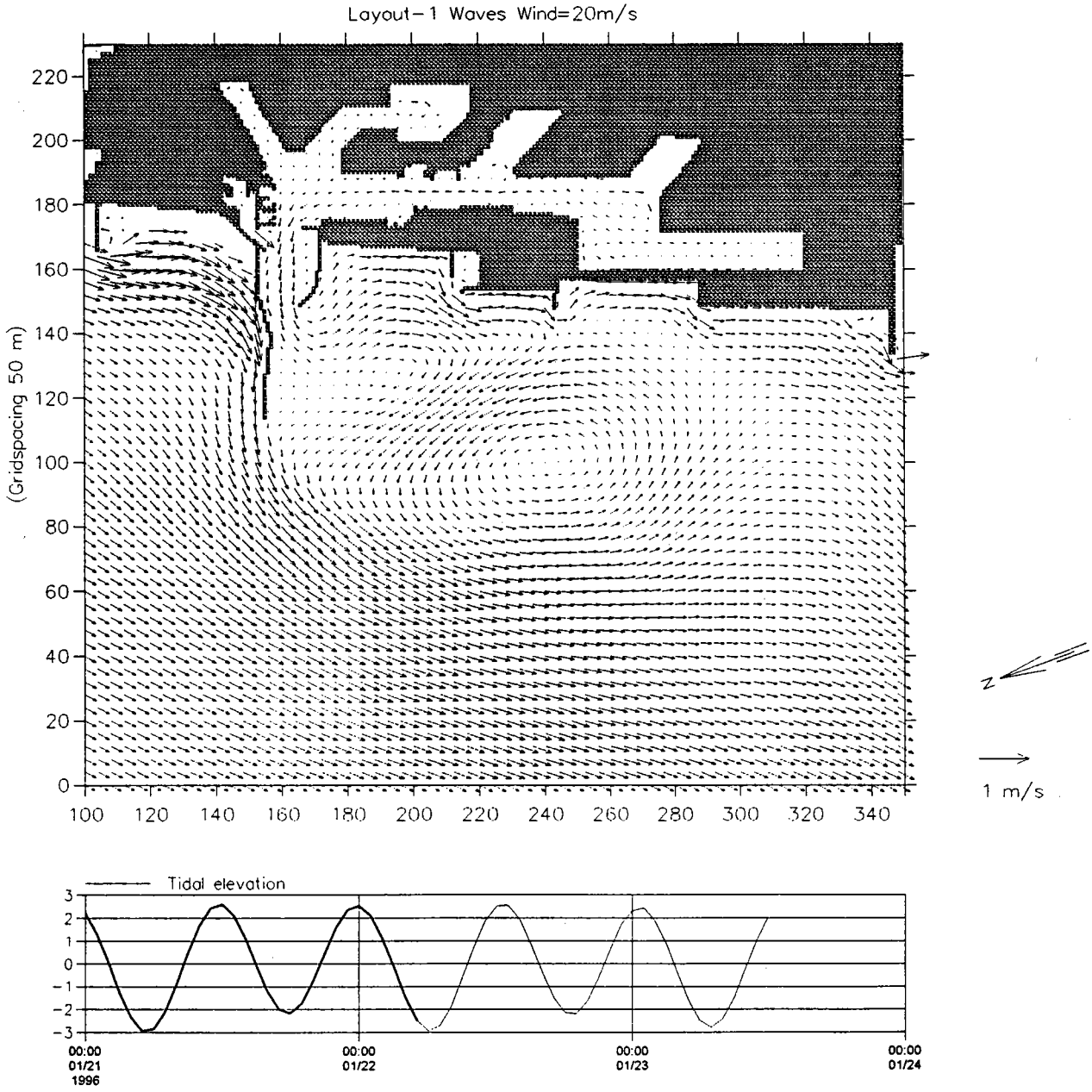

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

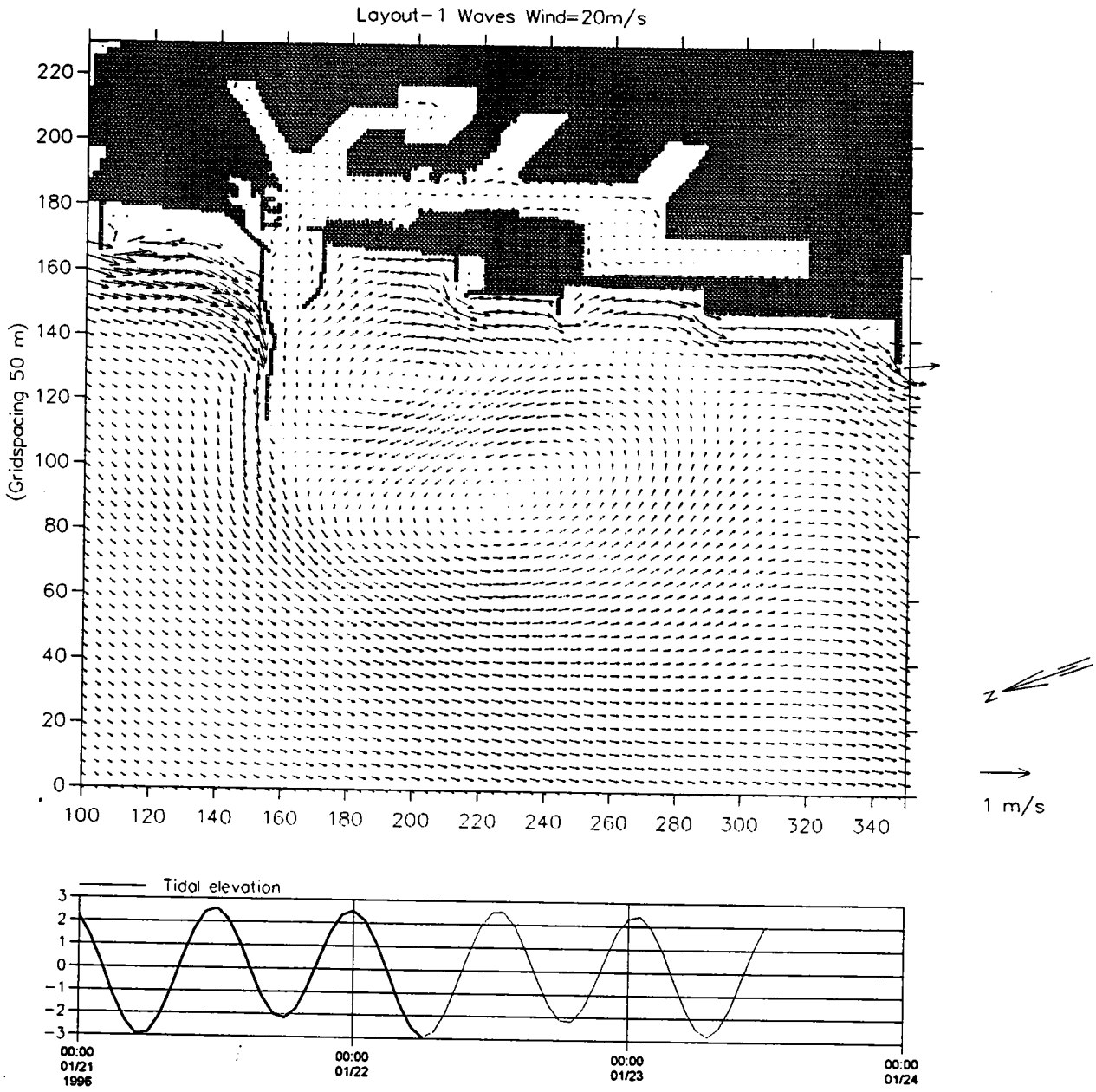

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

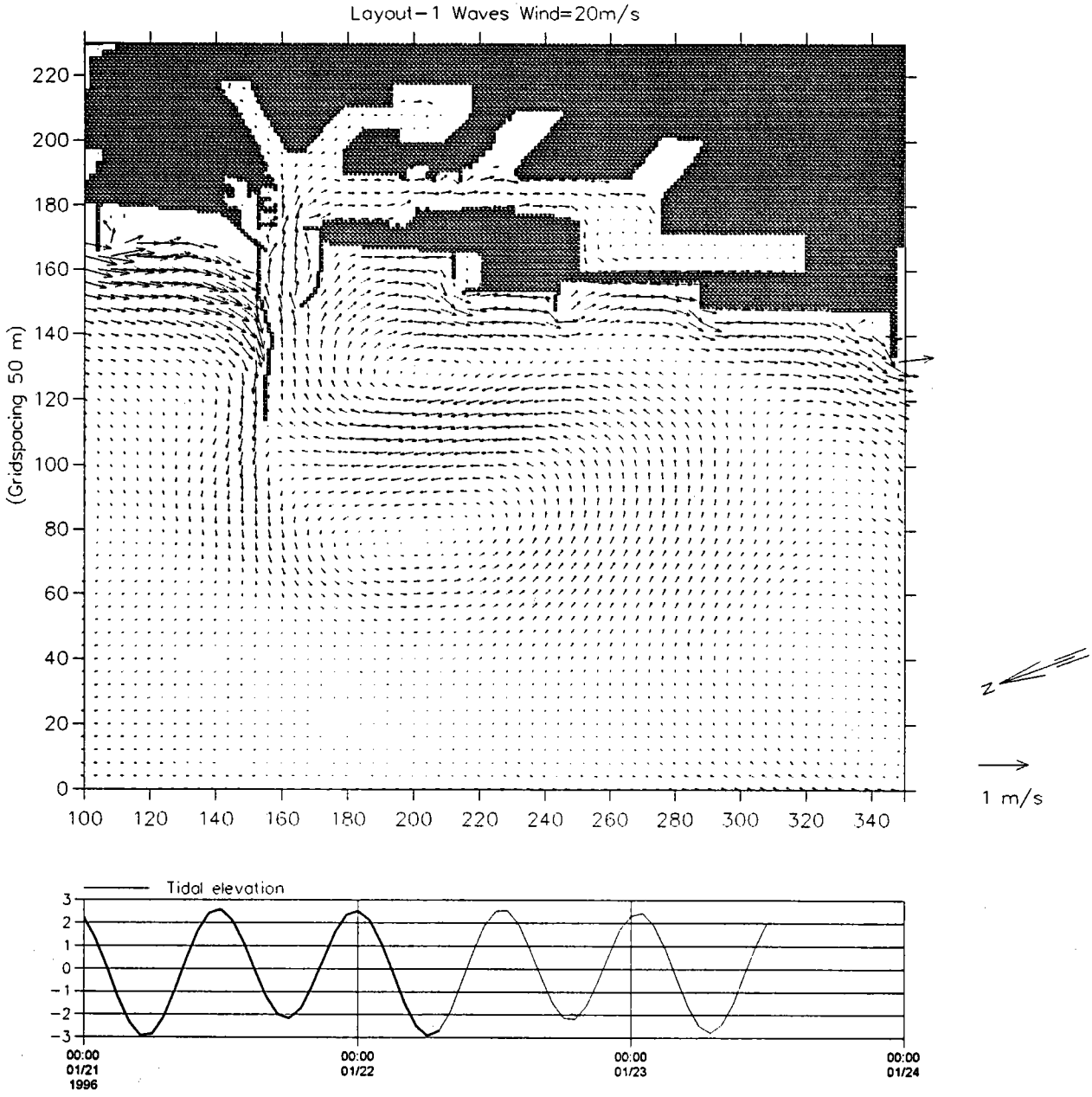

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

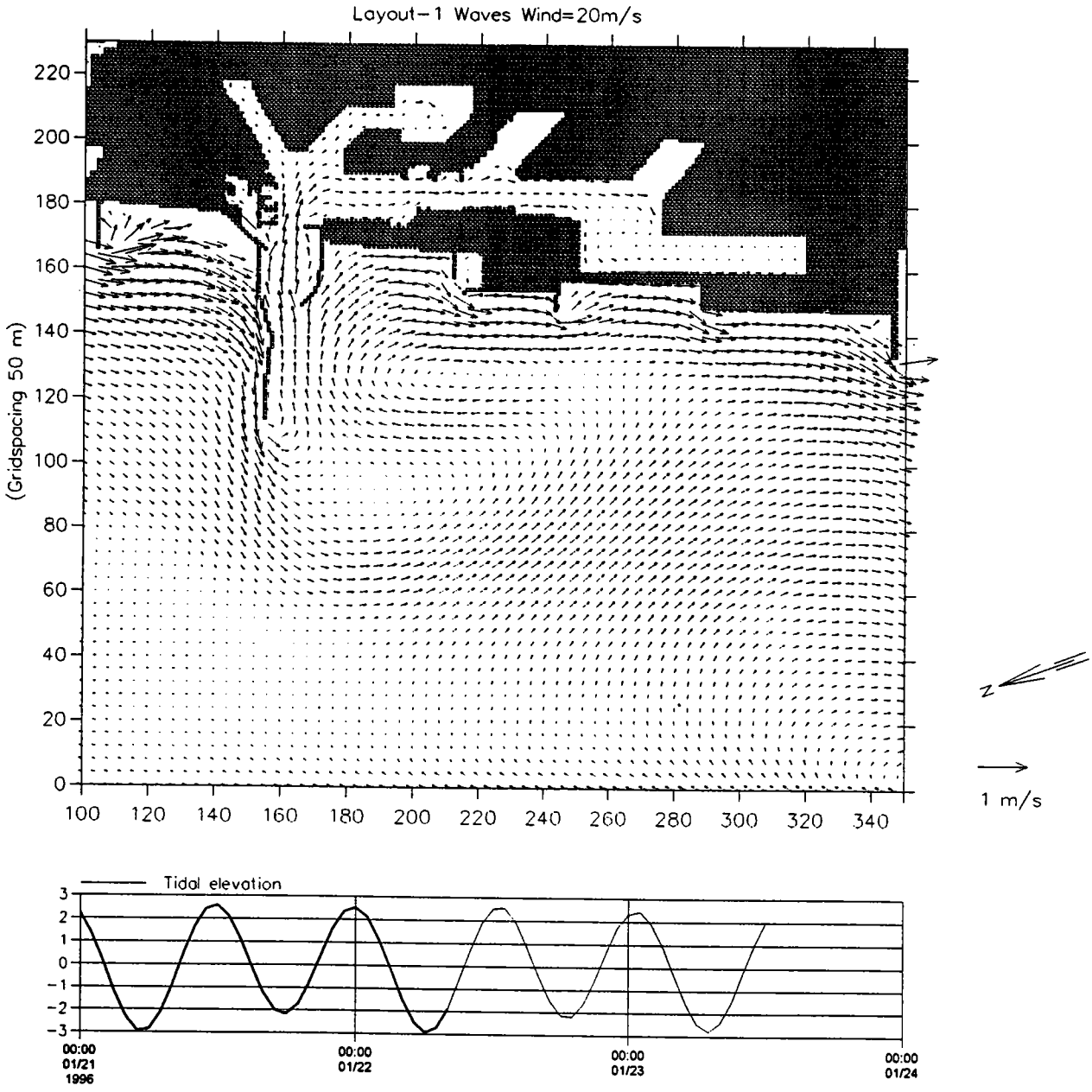

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

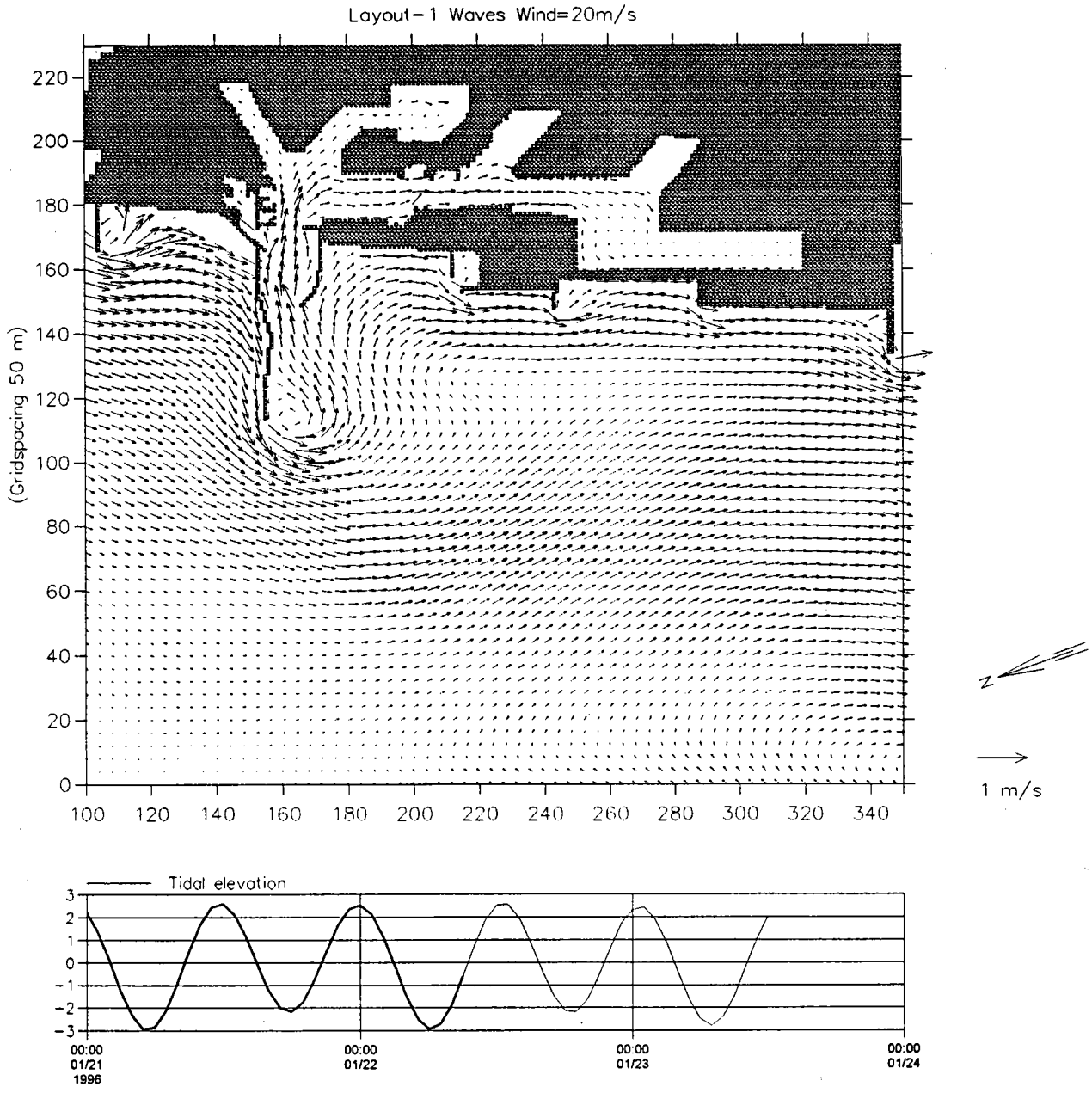

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

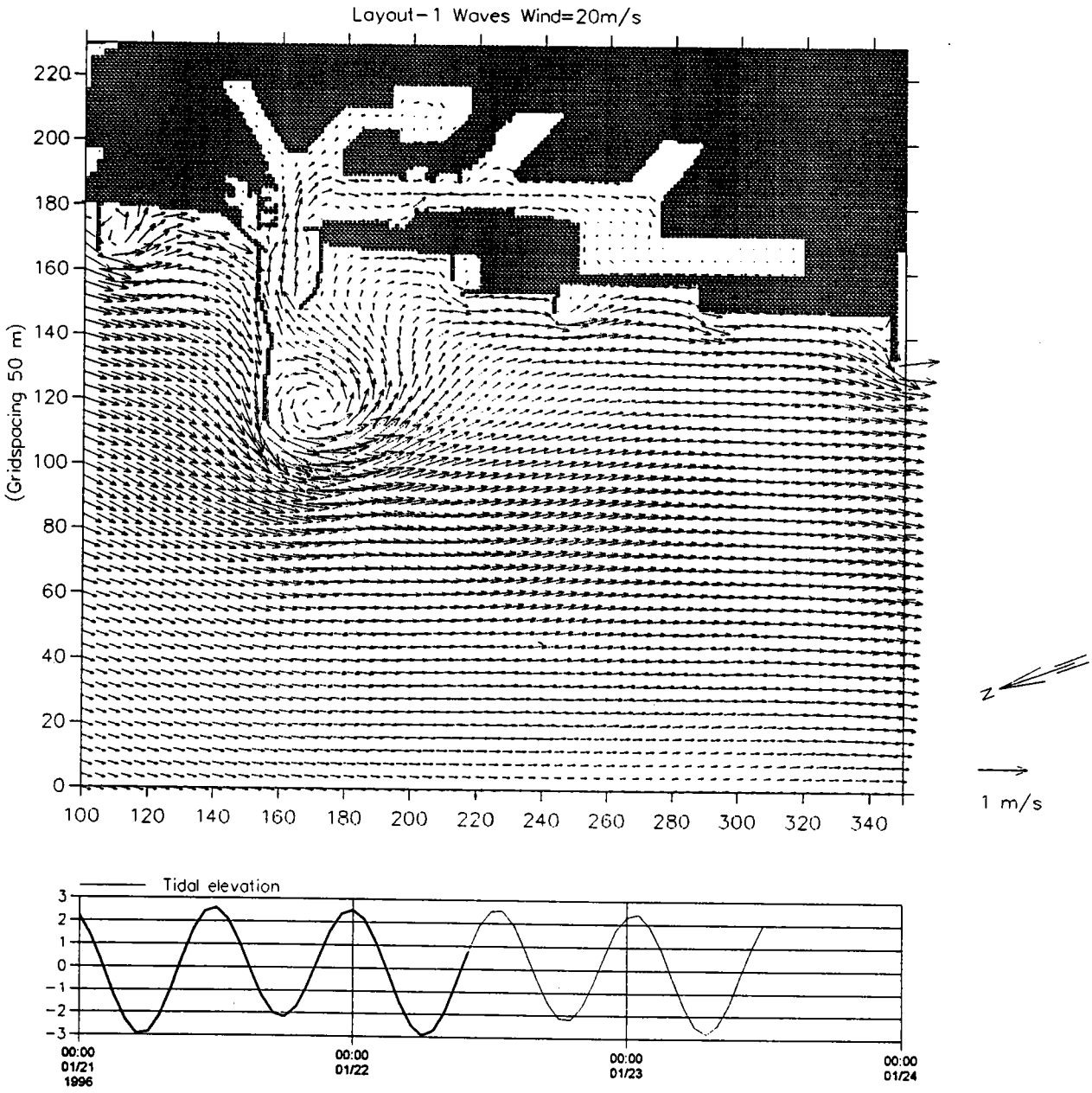

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

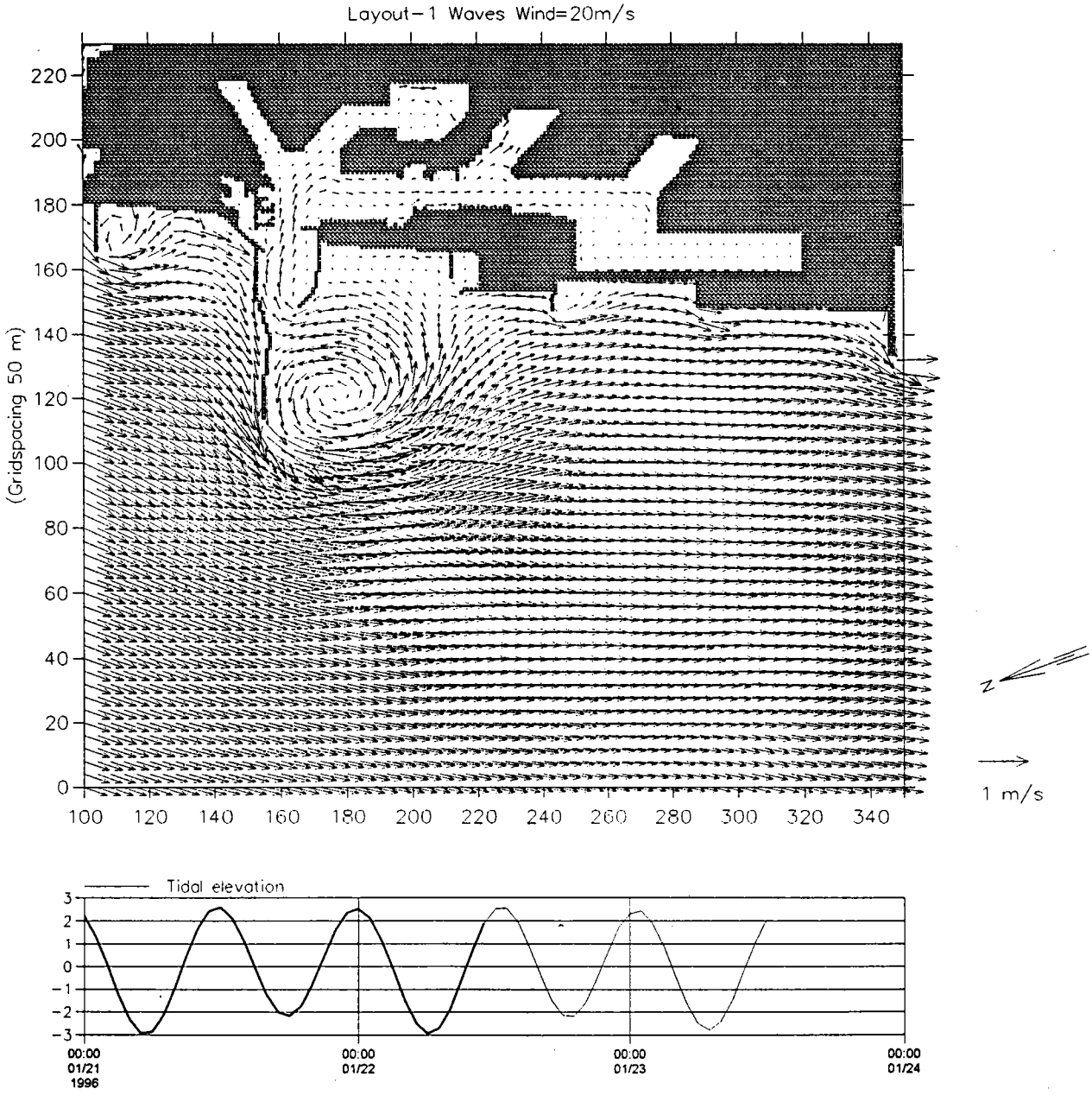

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

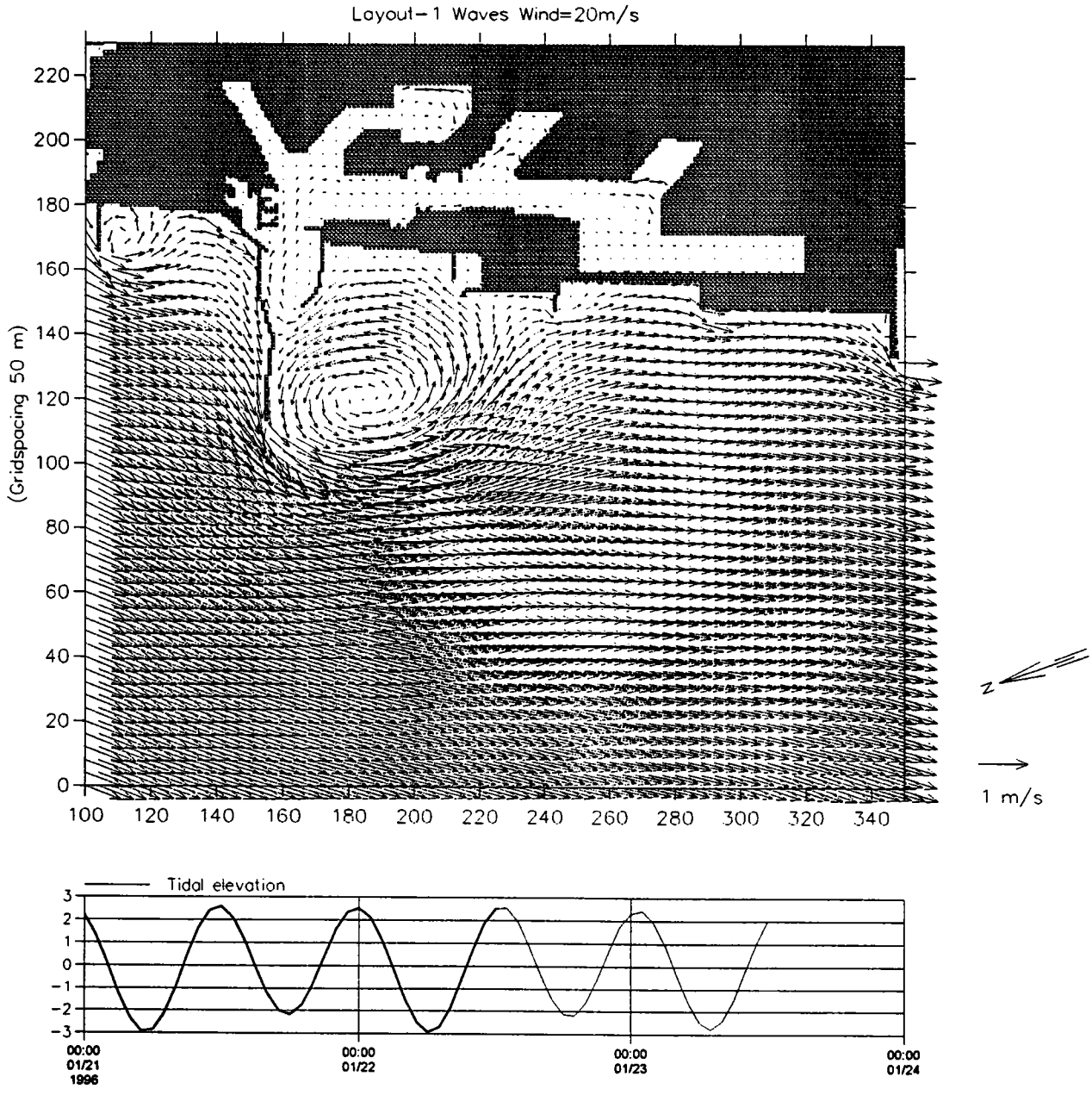

Layout-1 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-2a

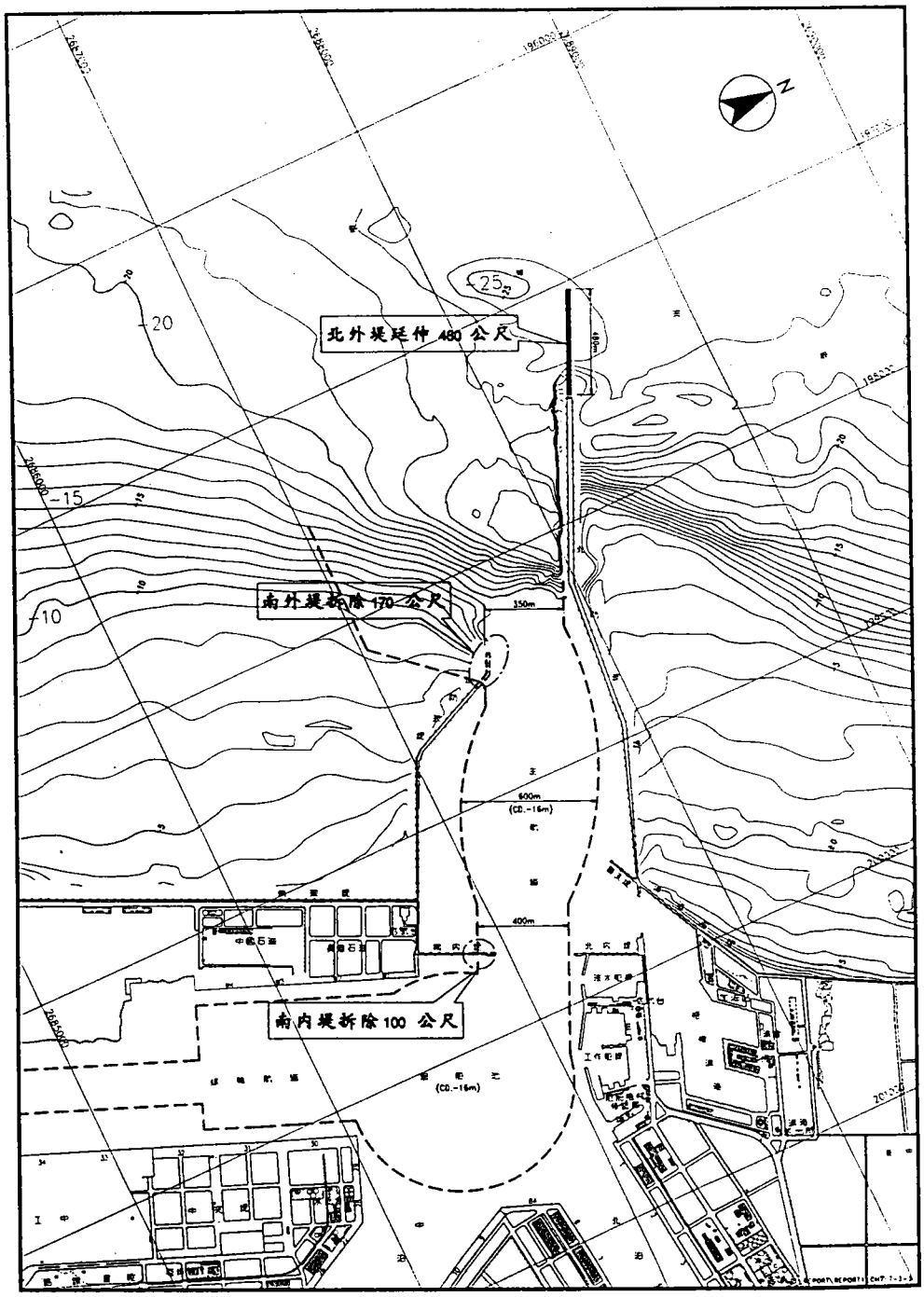
台中港港口二期擴建規劃---替選方案二

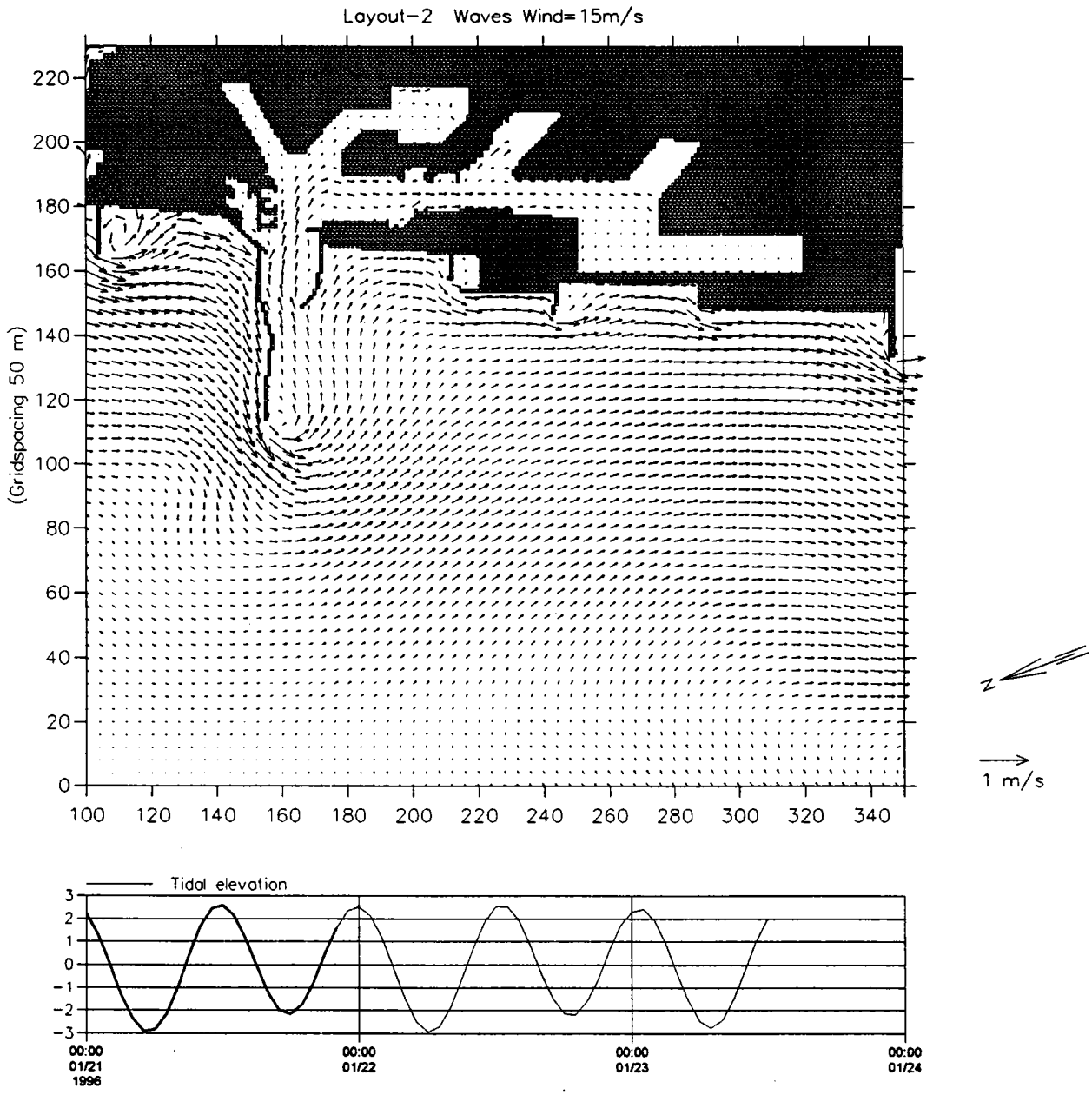
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

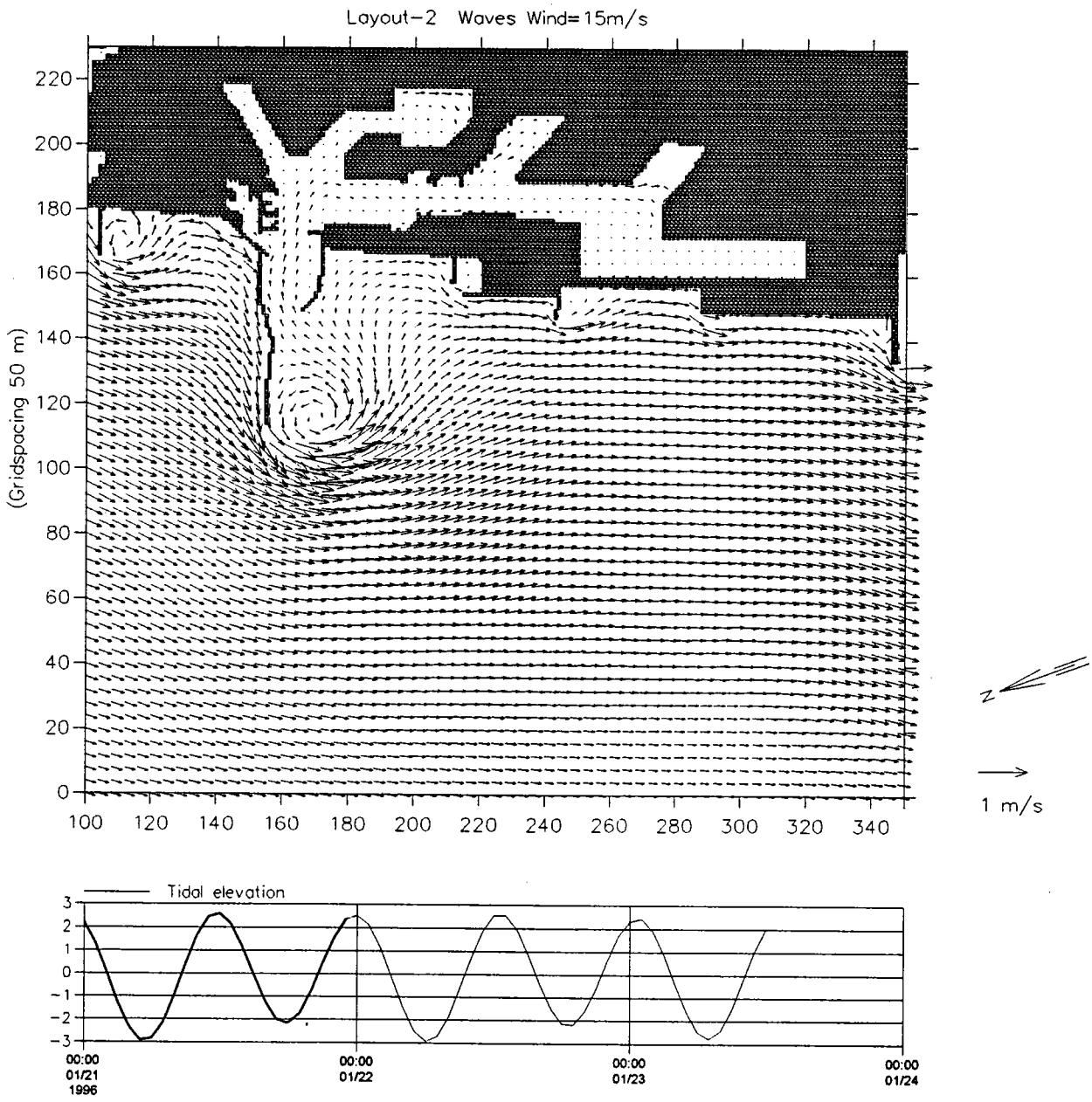
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

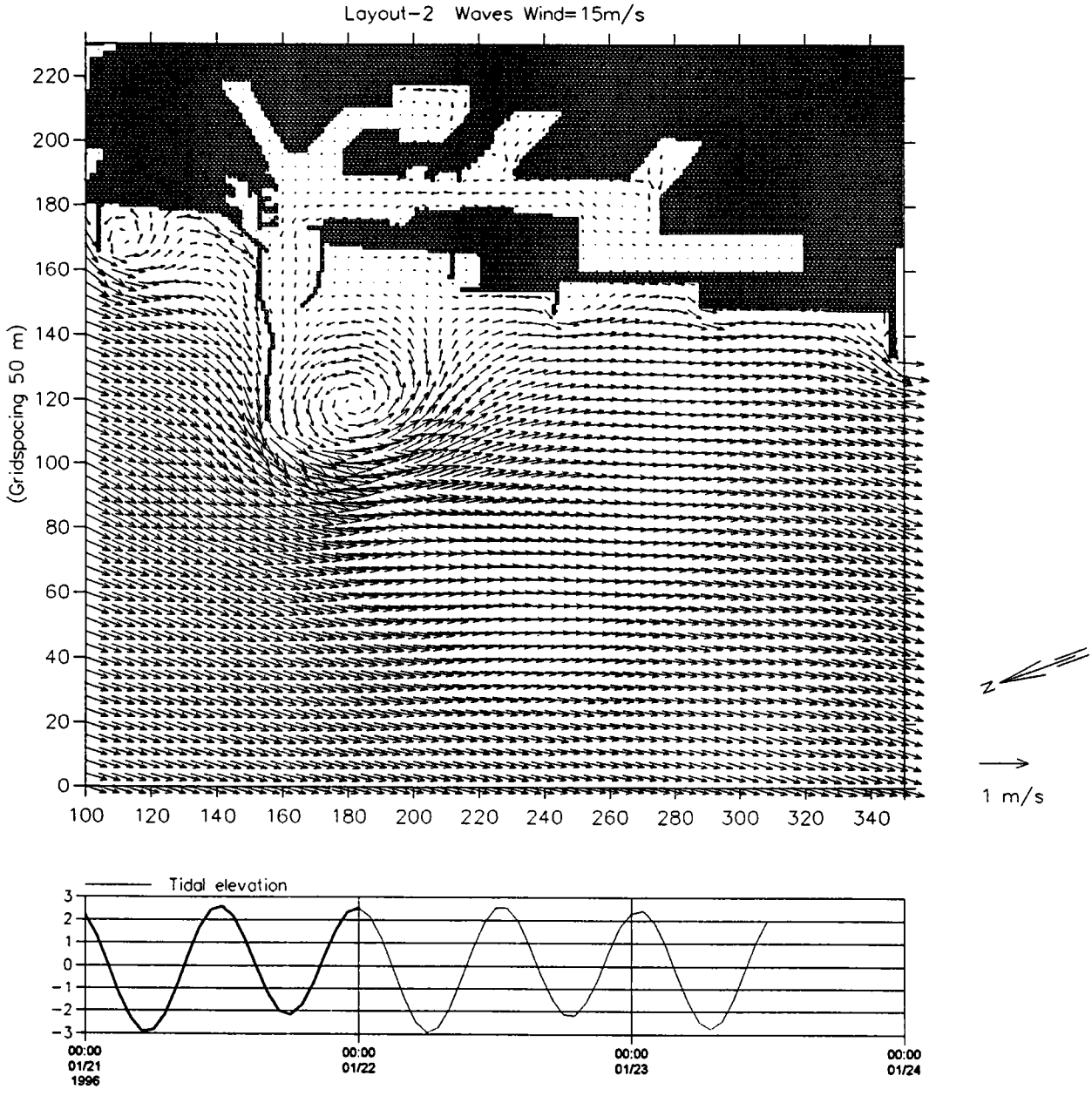
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

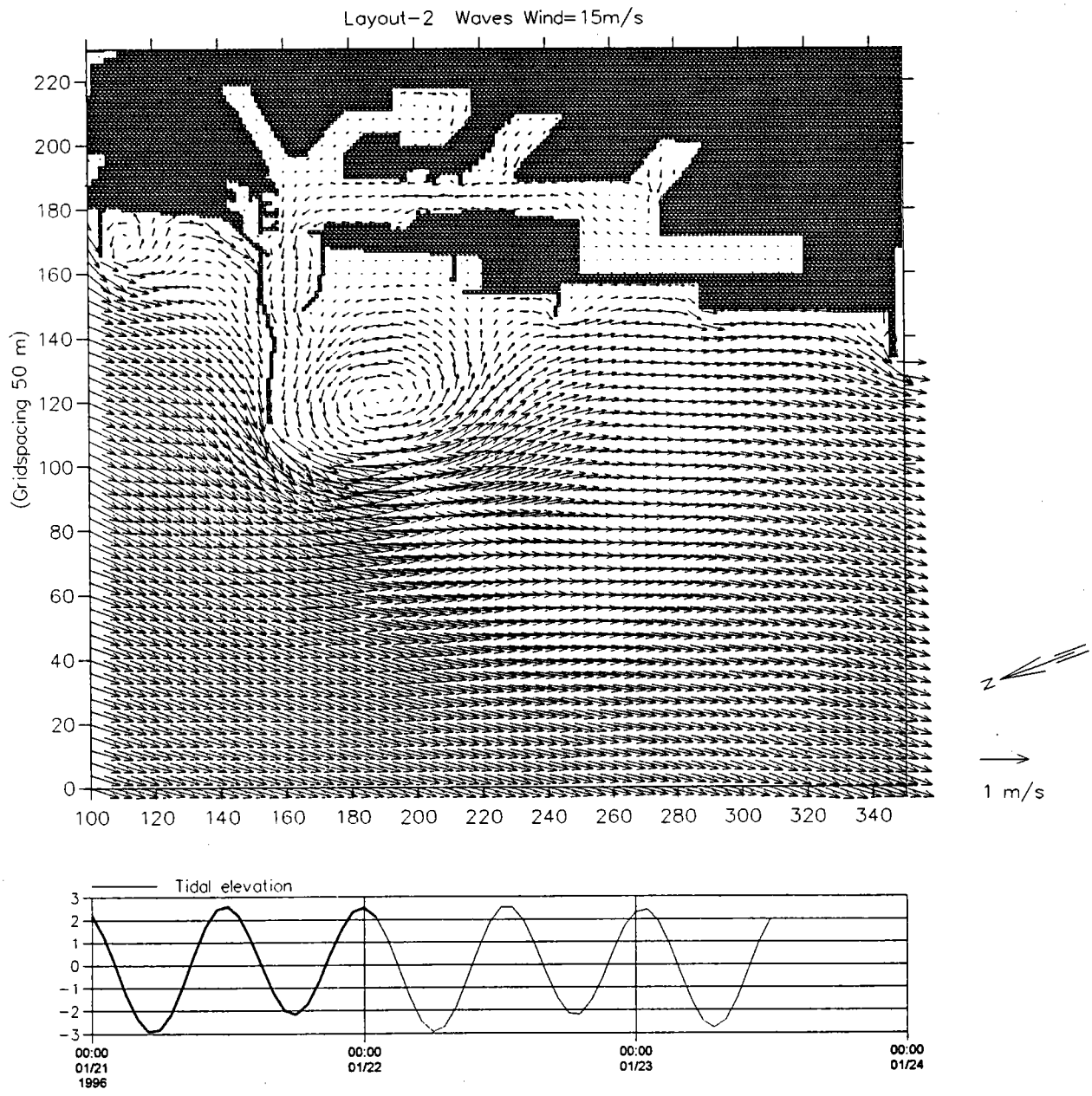
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

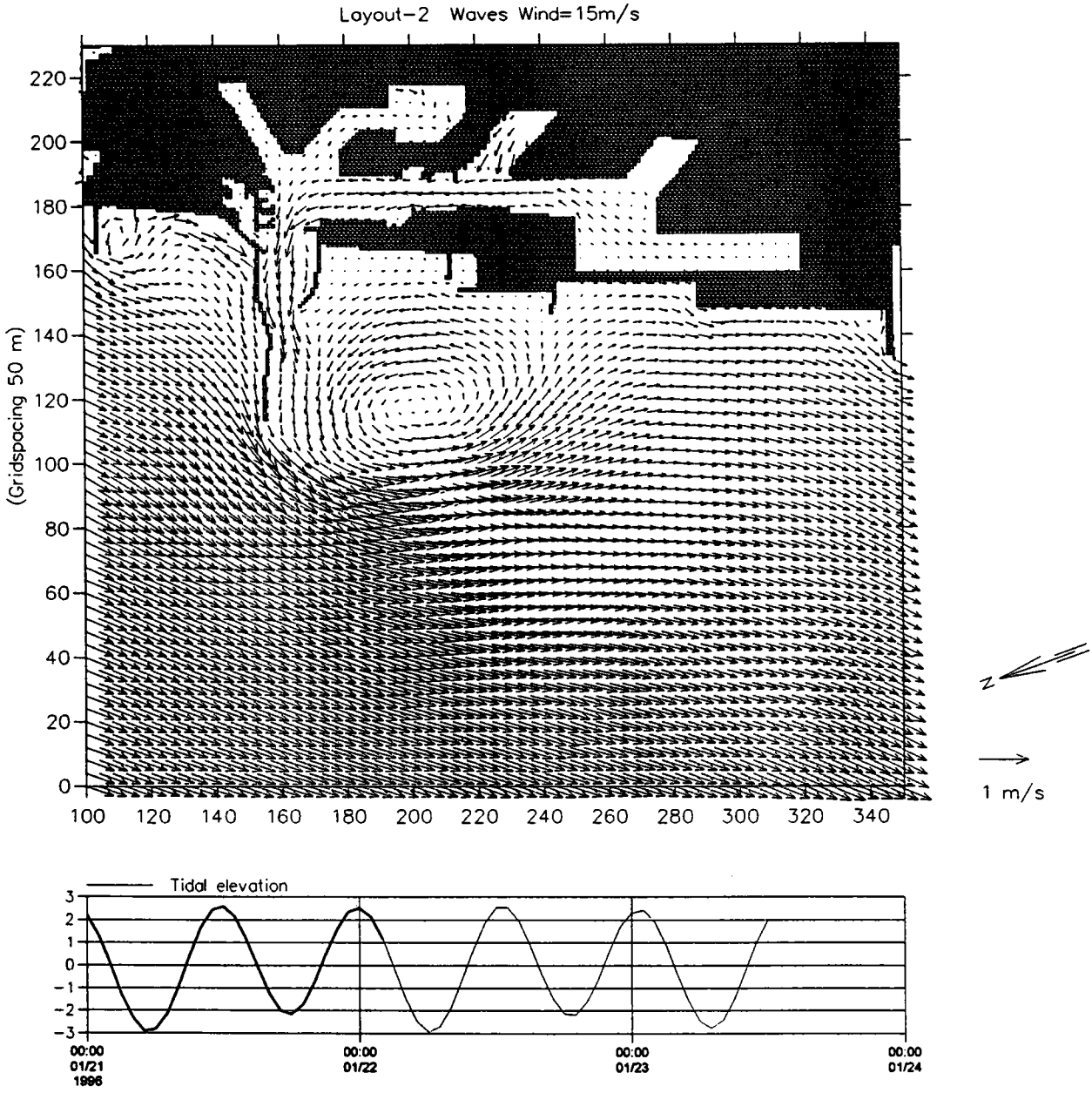


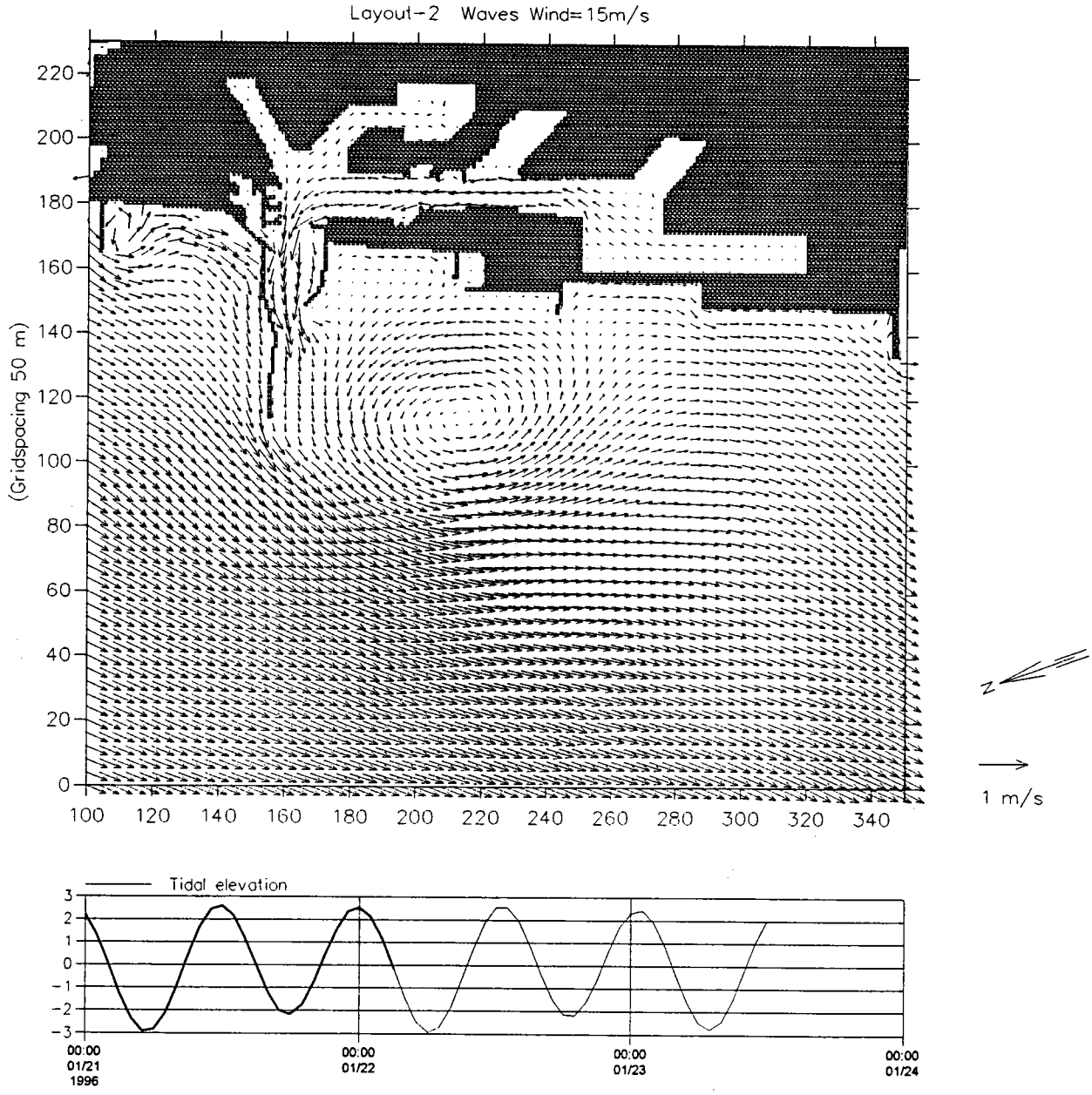

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

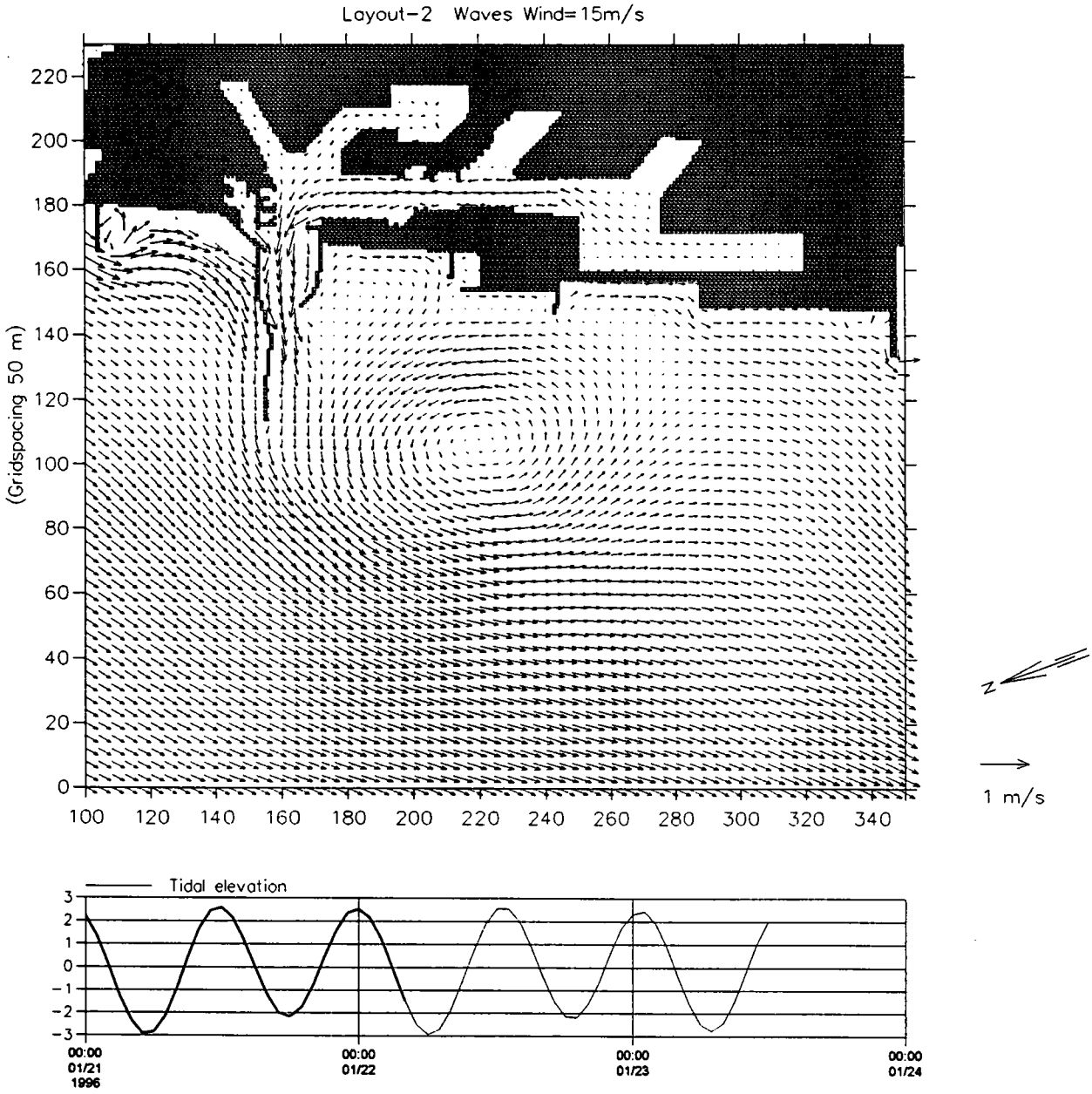

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

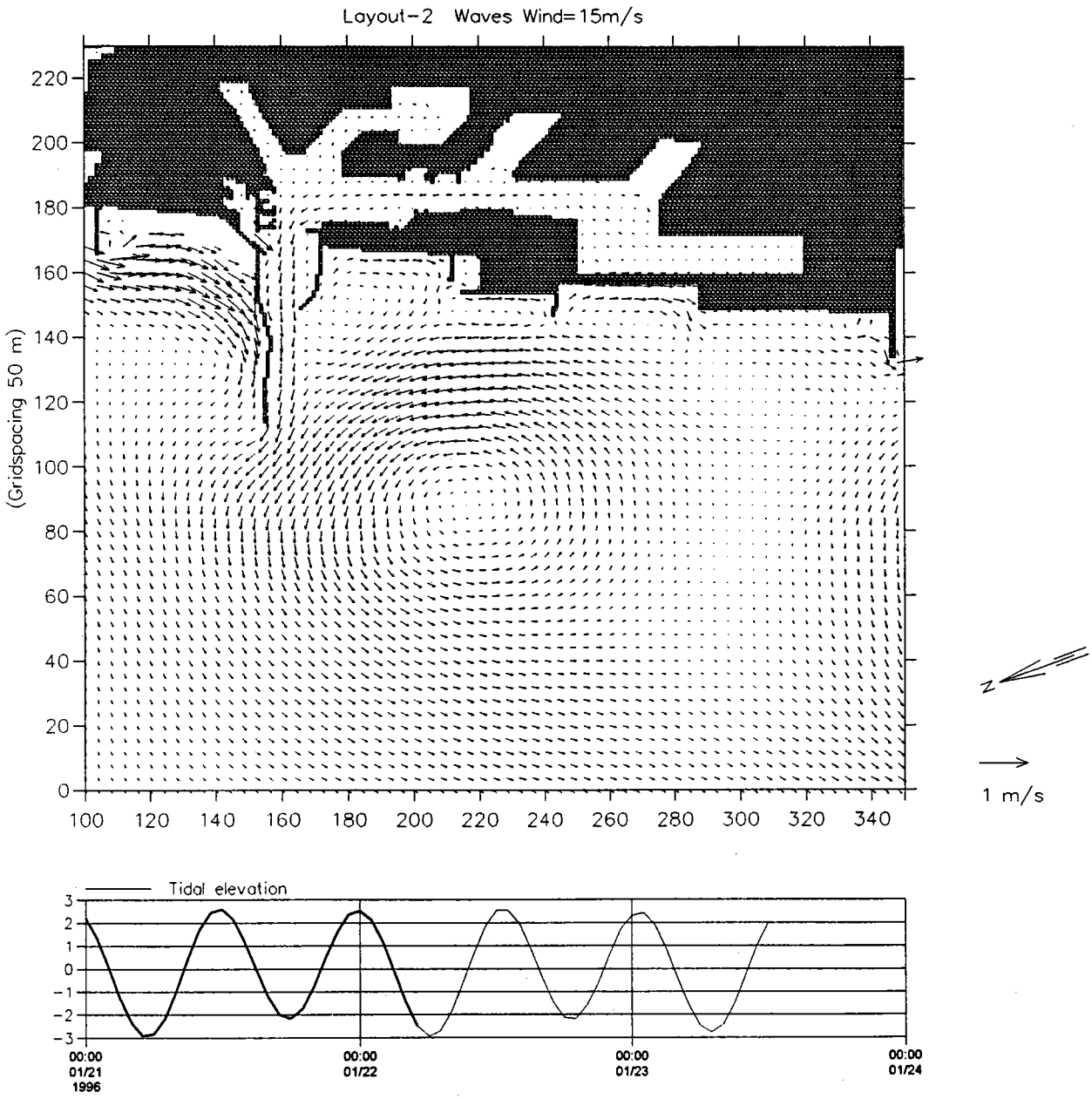

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

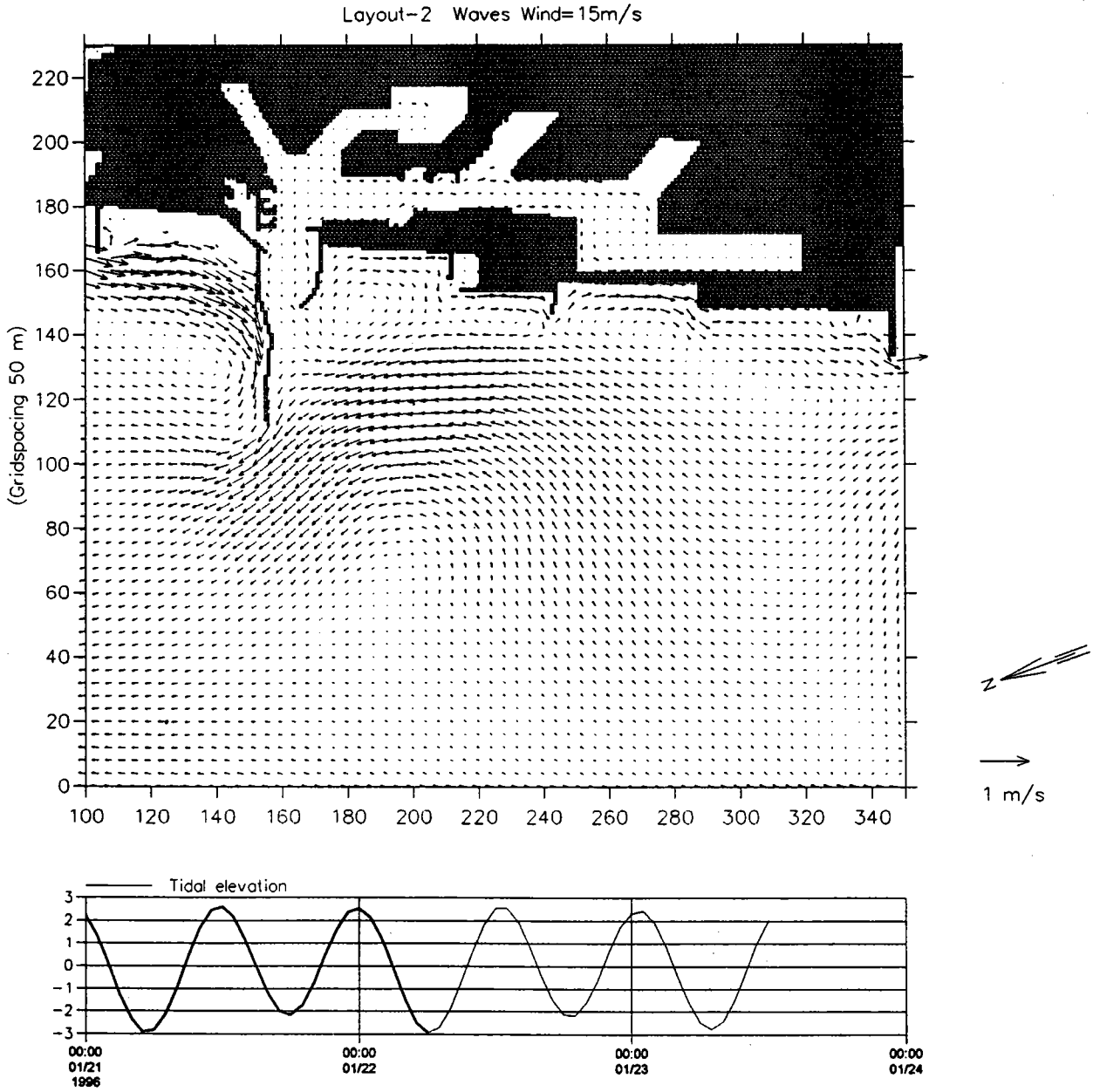

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

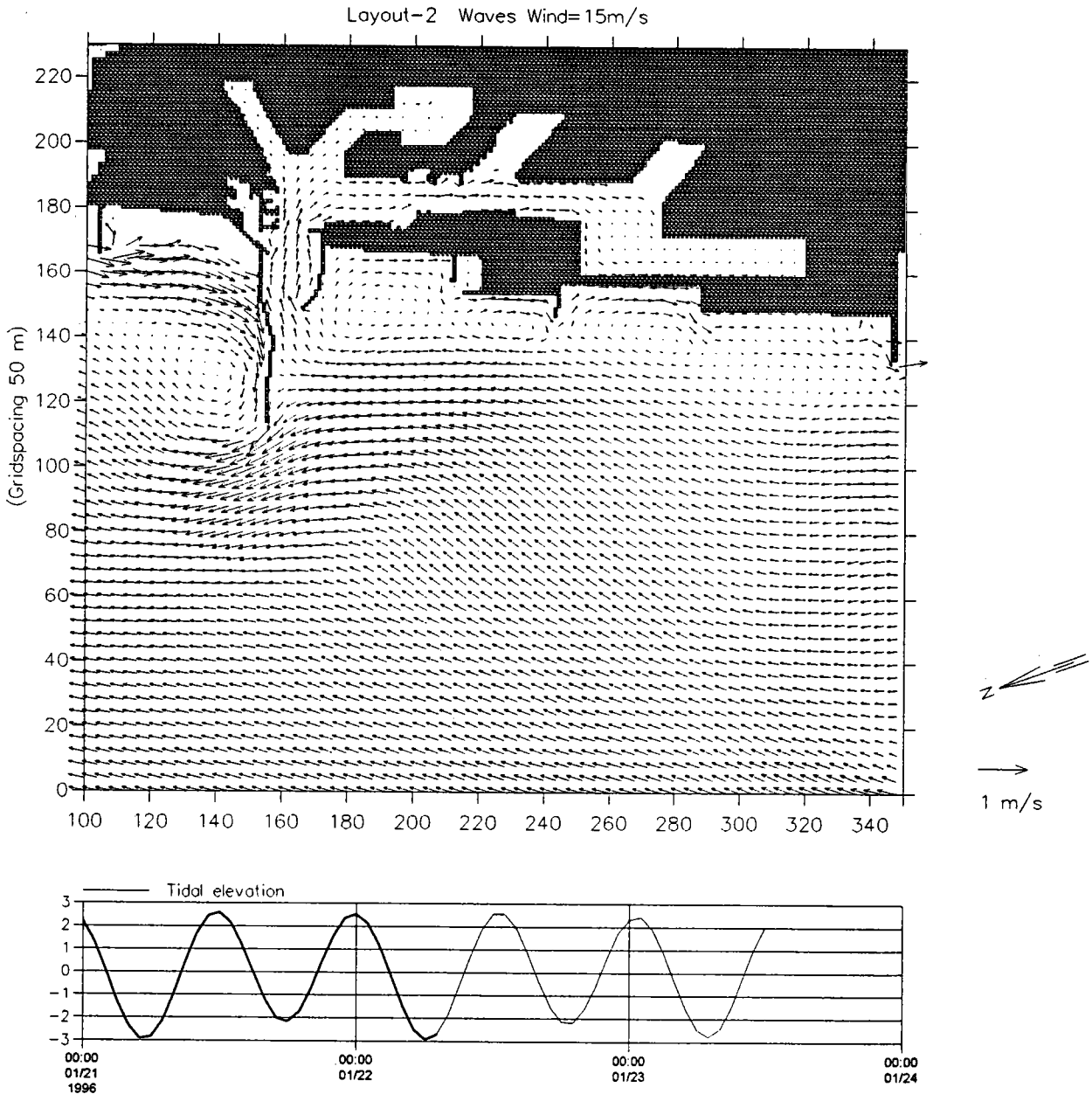

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

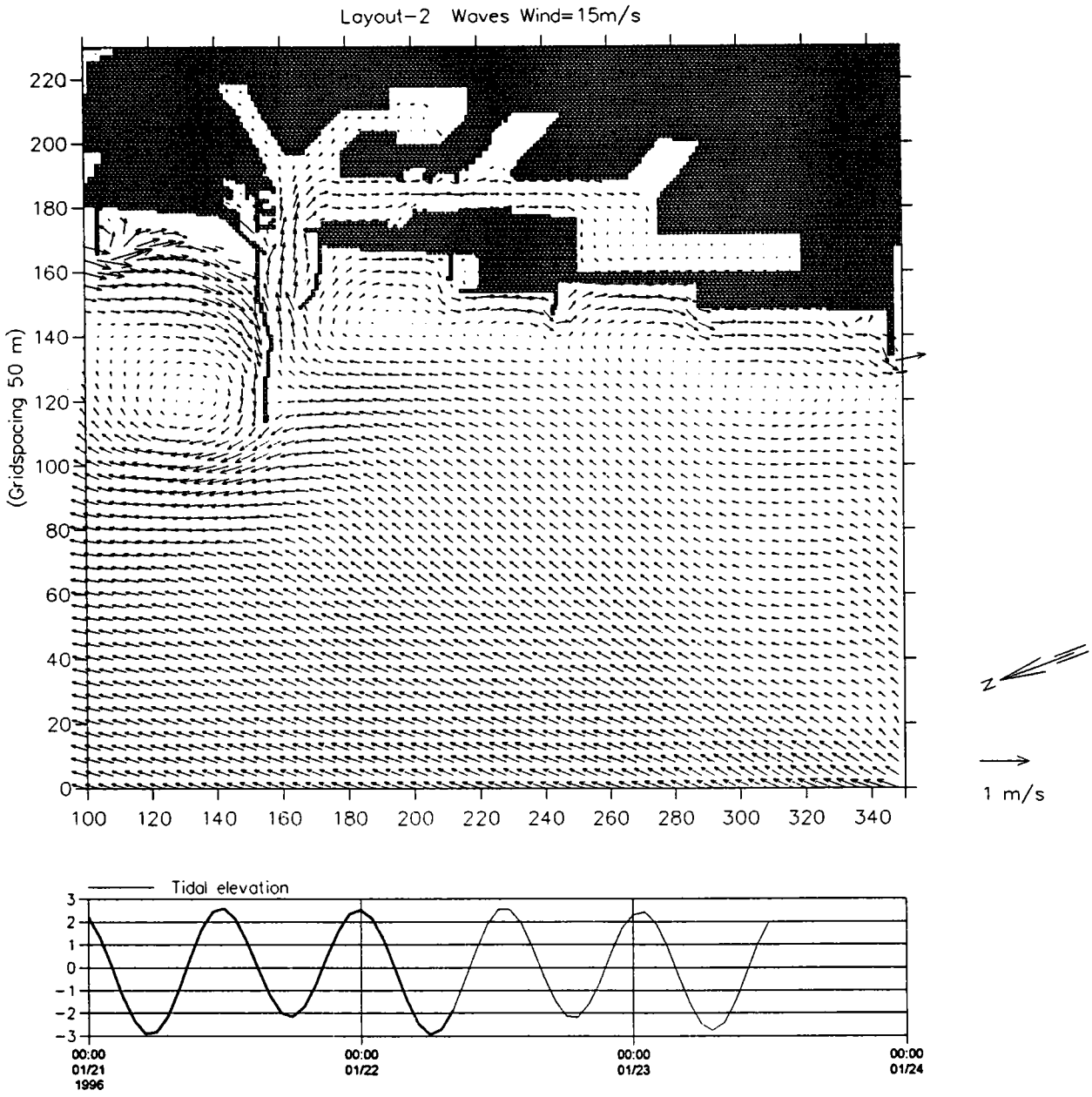

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

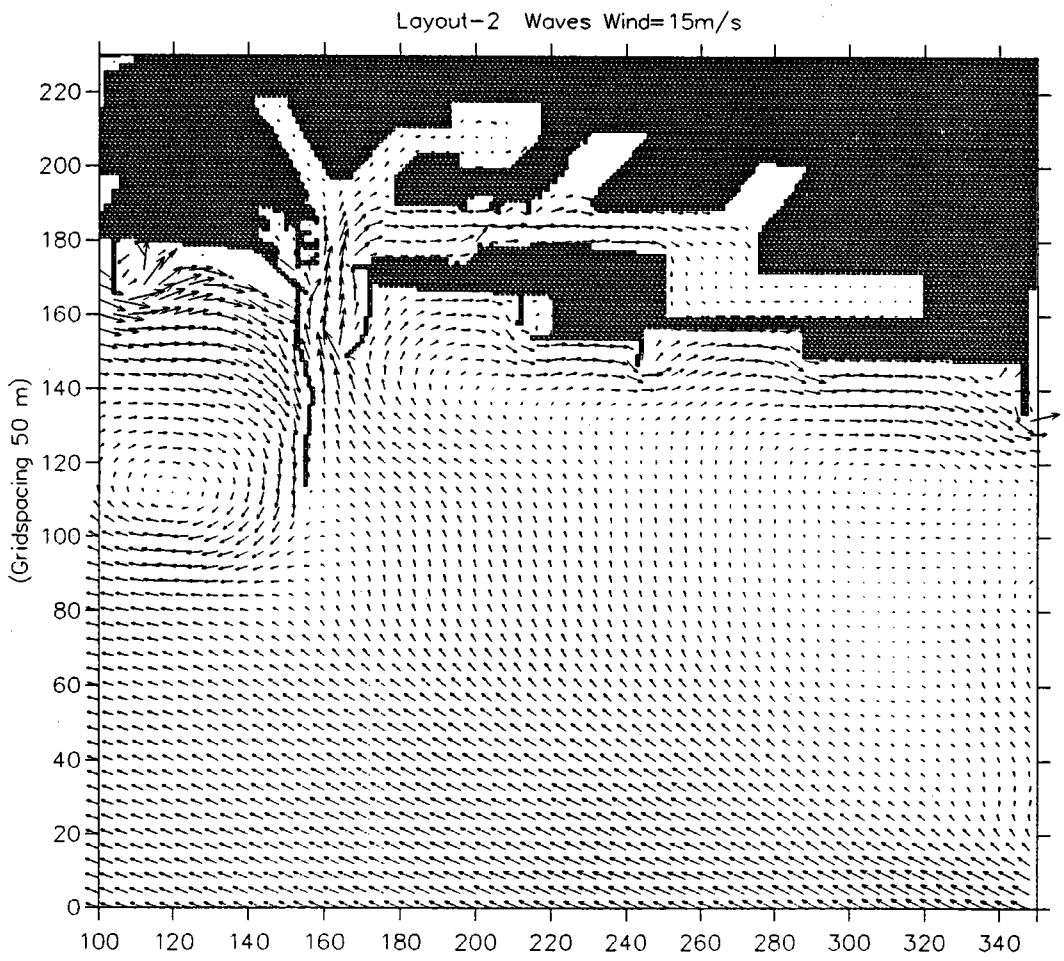

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

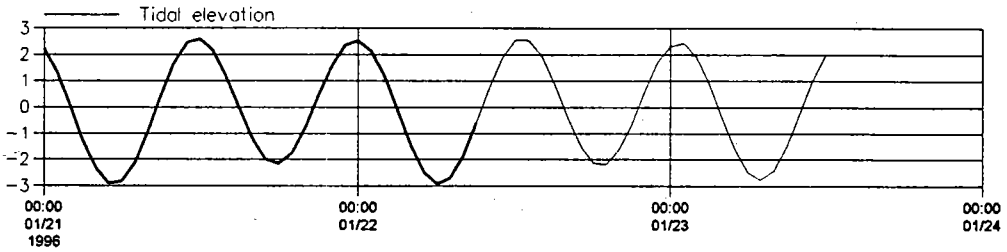

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

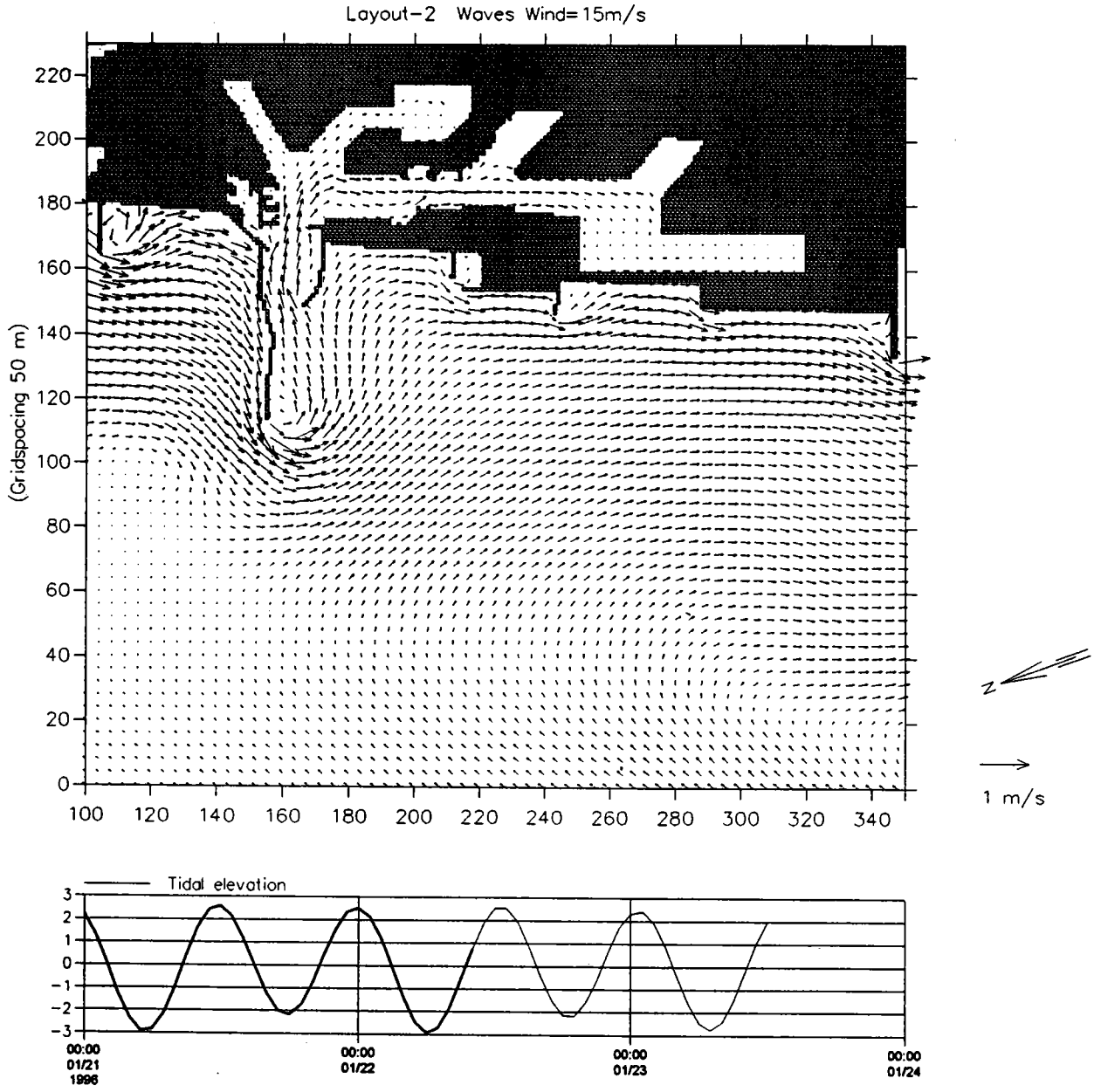

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

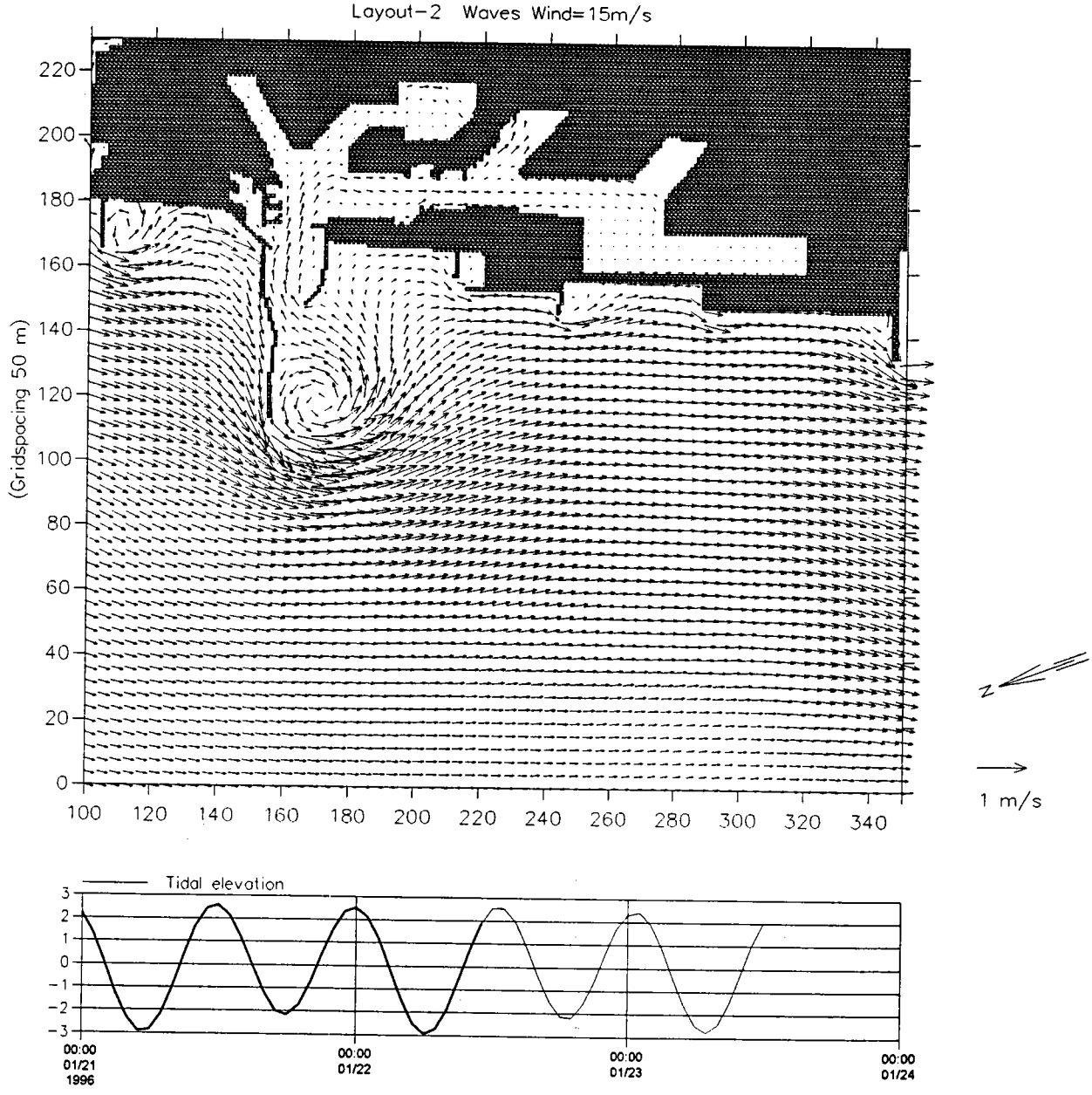

Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s


Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

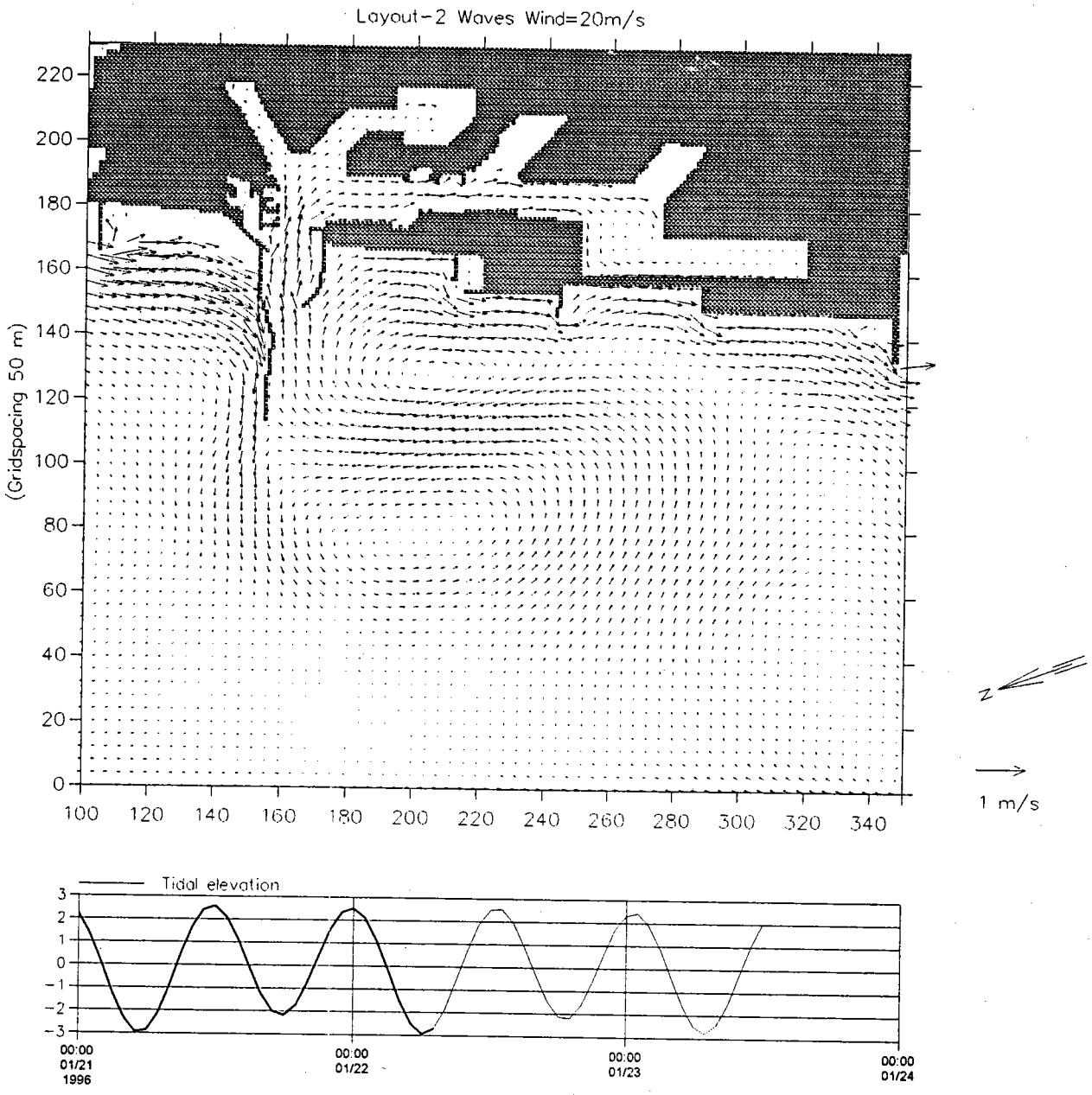

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

圖 4-2-2b

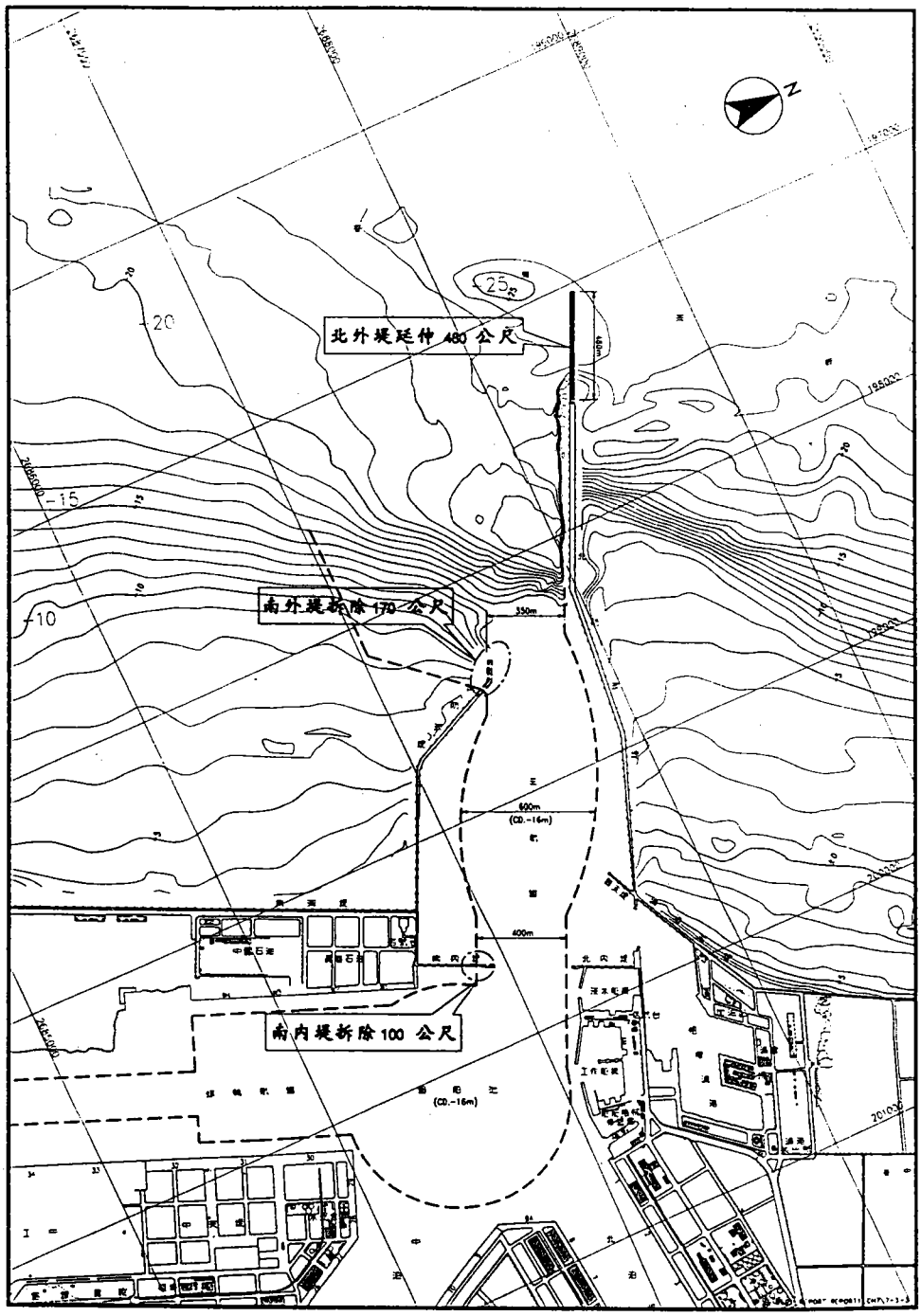
台中港港口二期擴建規劃---替選方案二

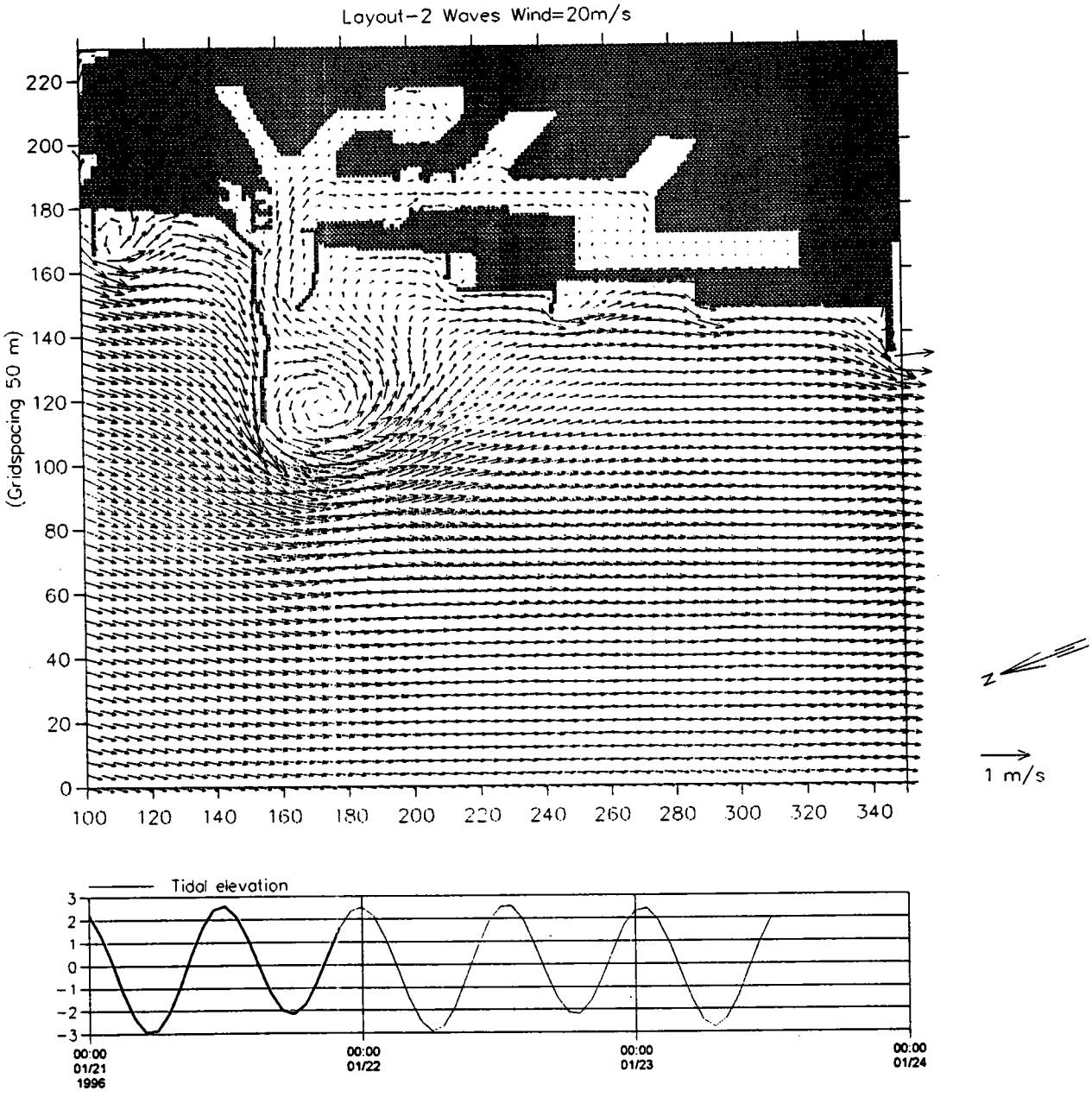
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

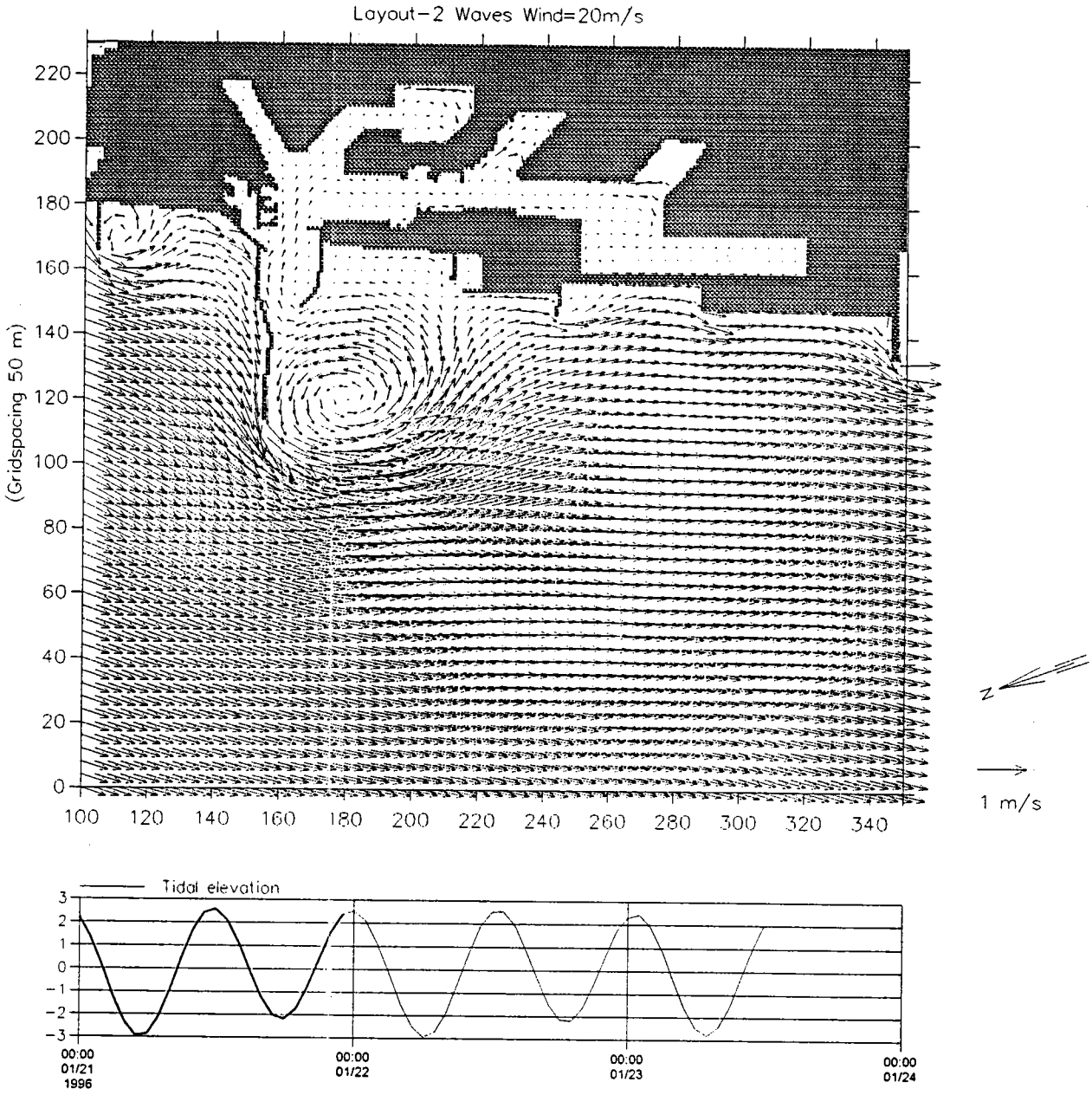
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

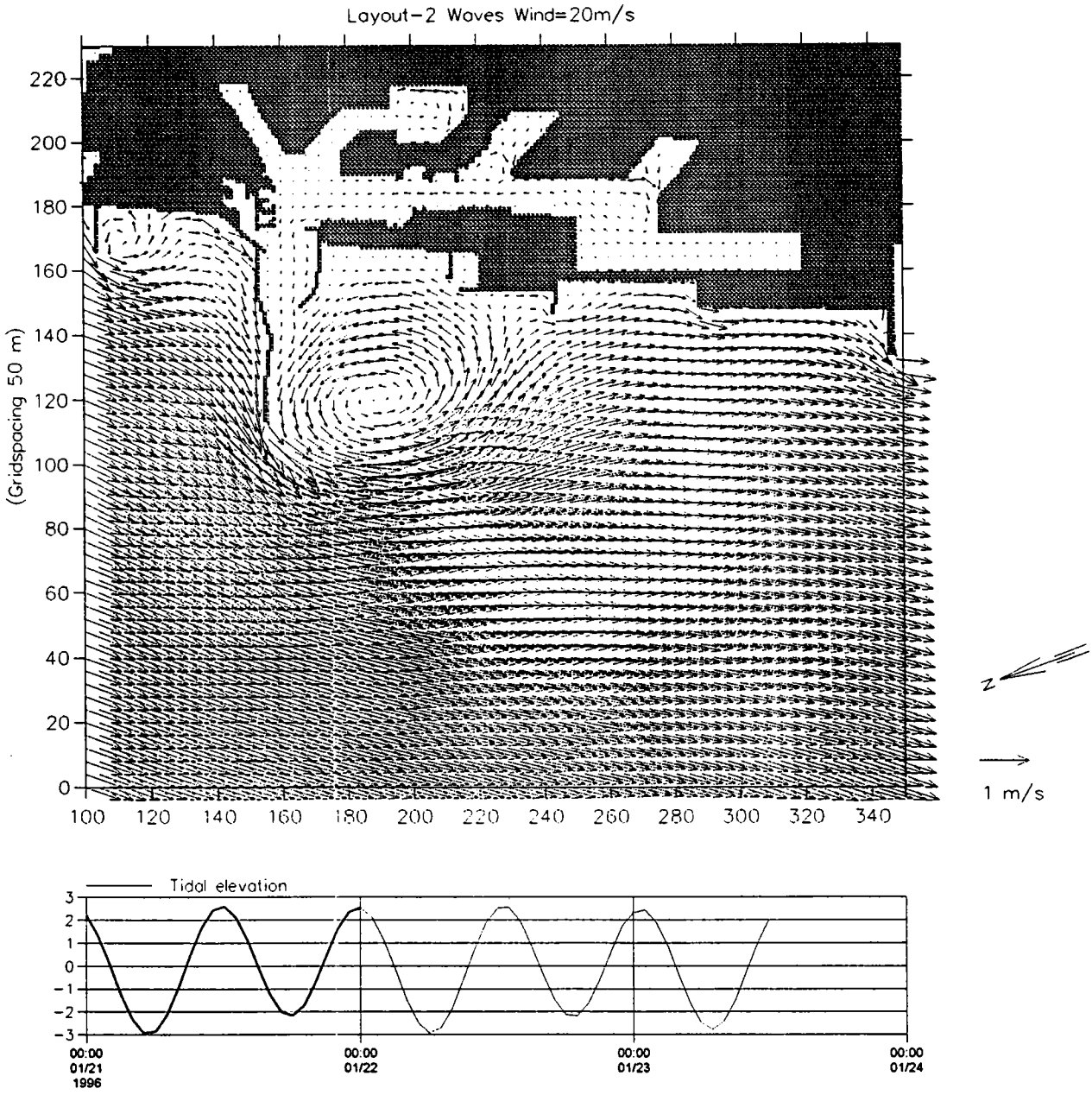
波浪：H_0＝3.0m；　T_0＝8.0s；　θ_0＝NE

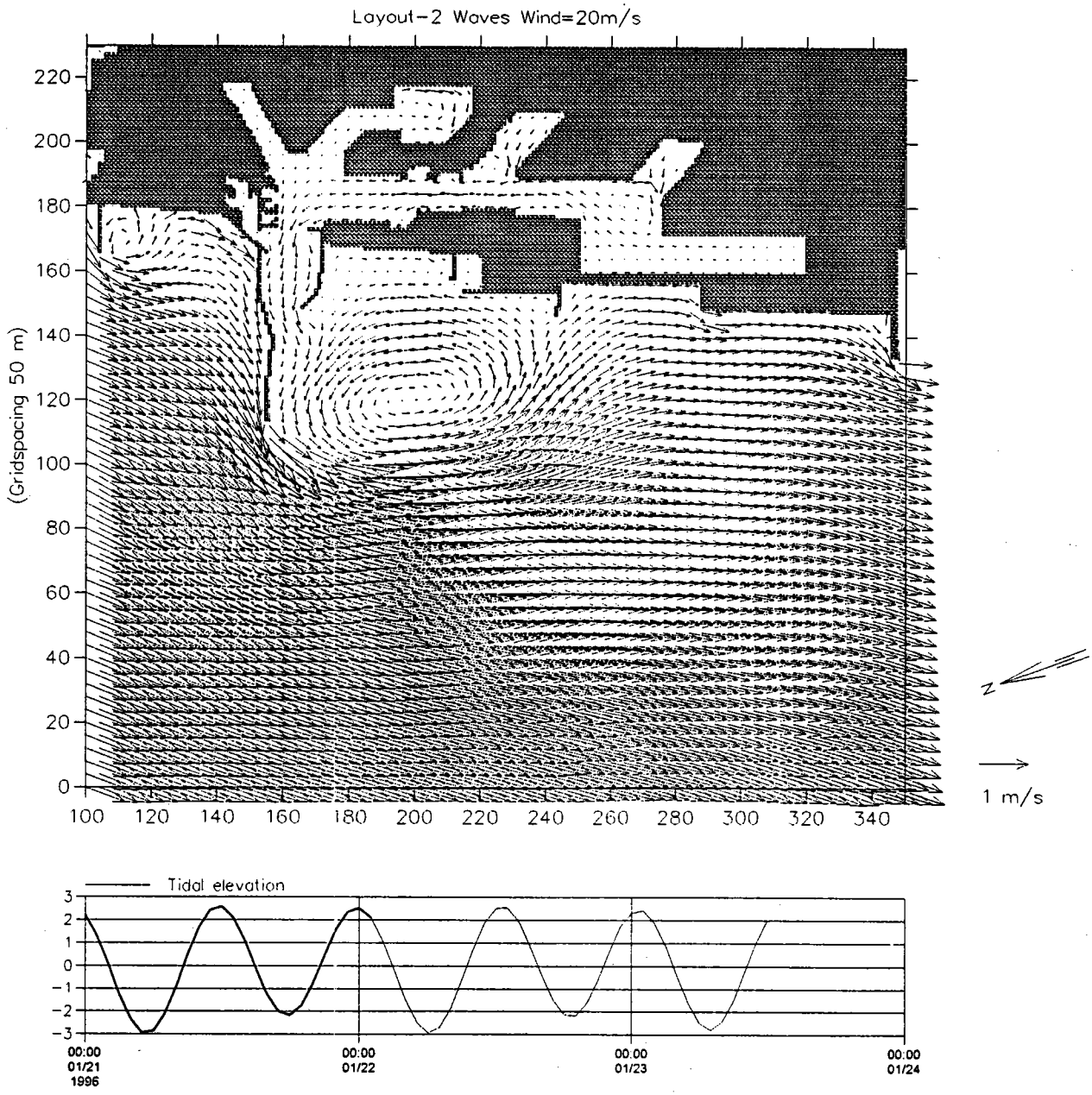
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位



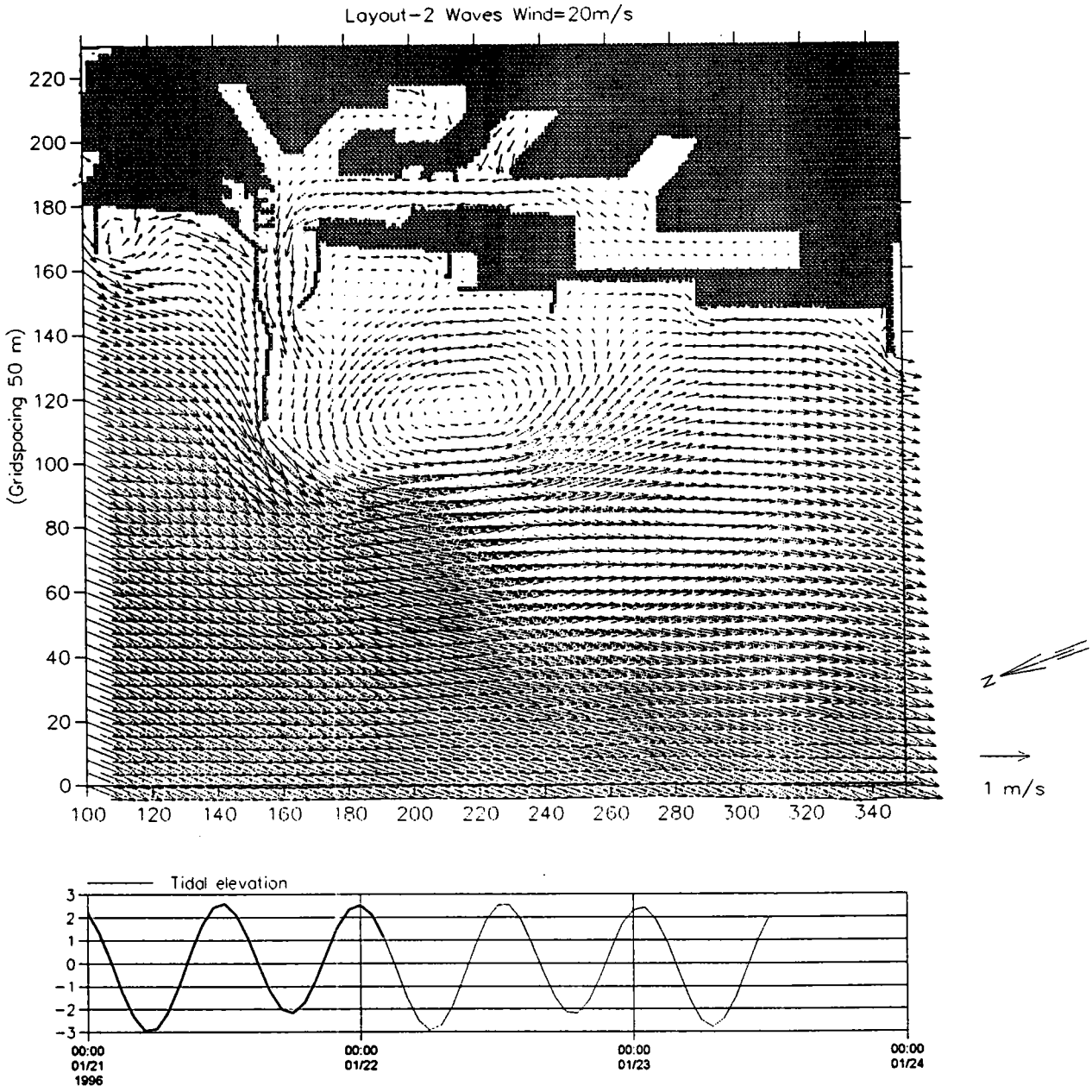

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

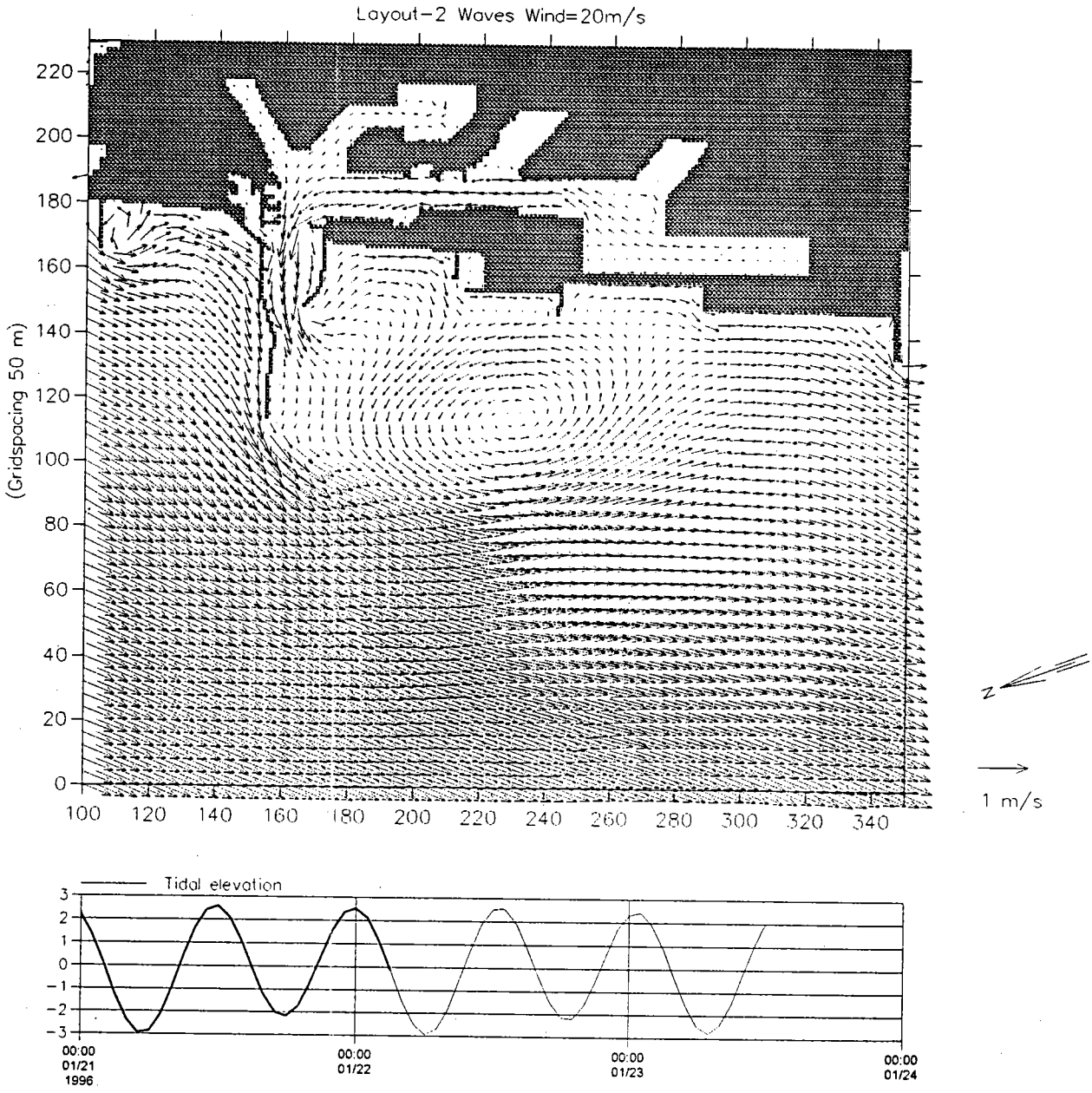

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

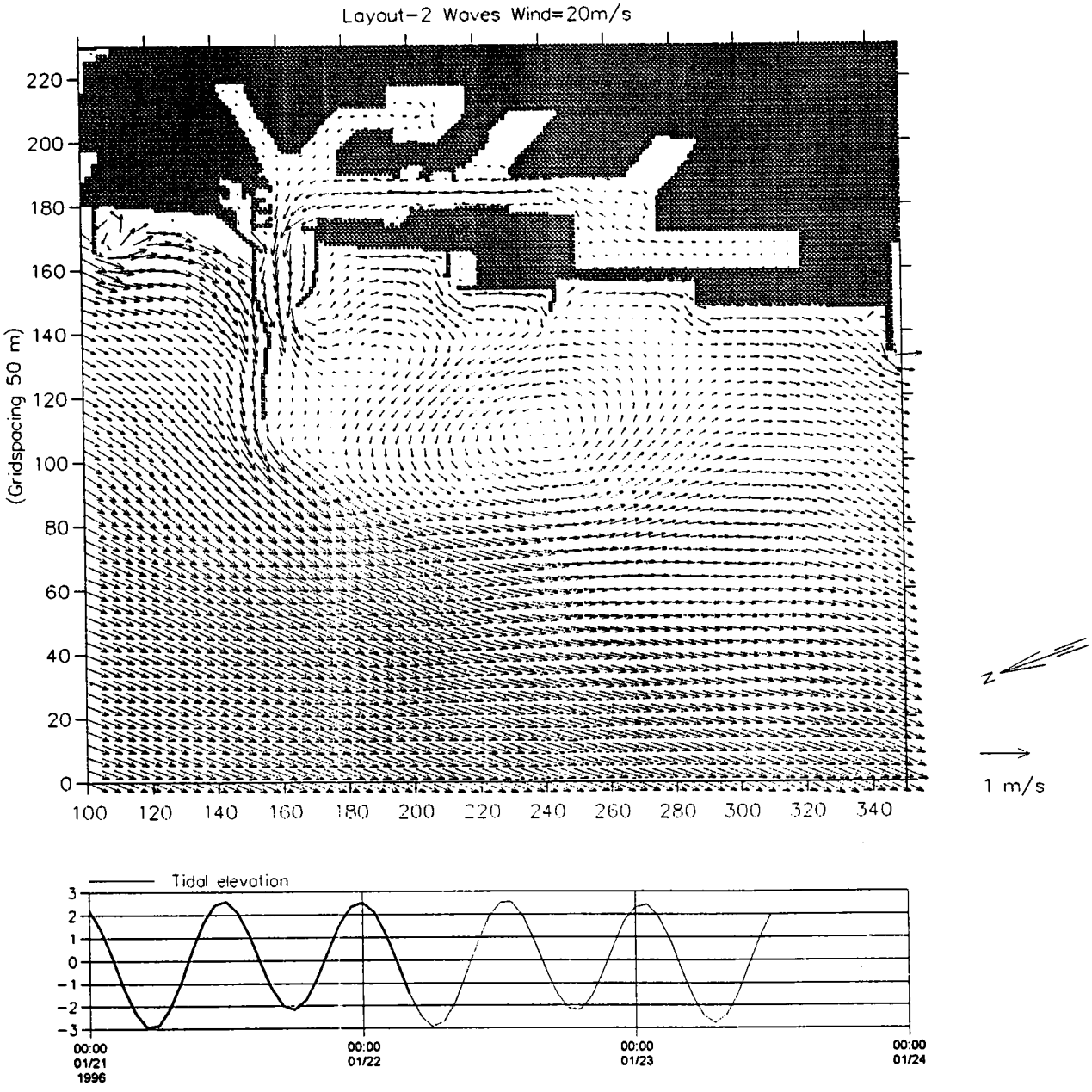

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

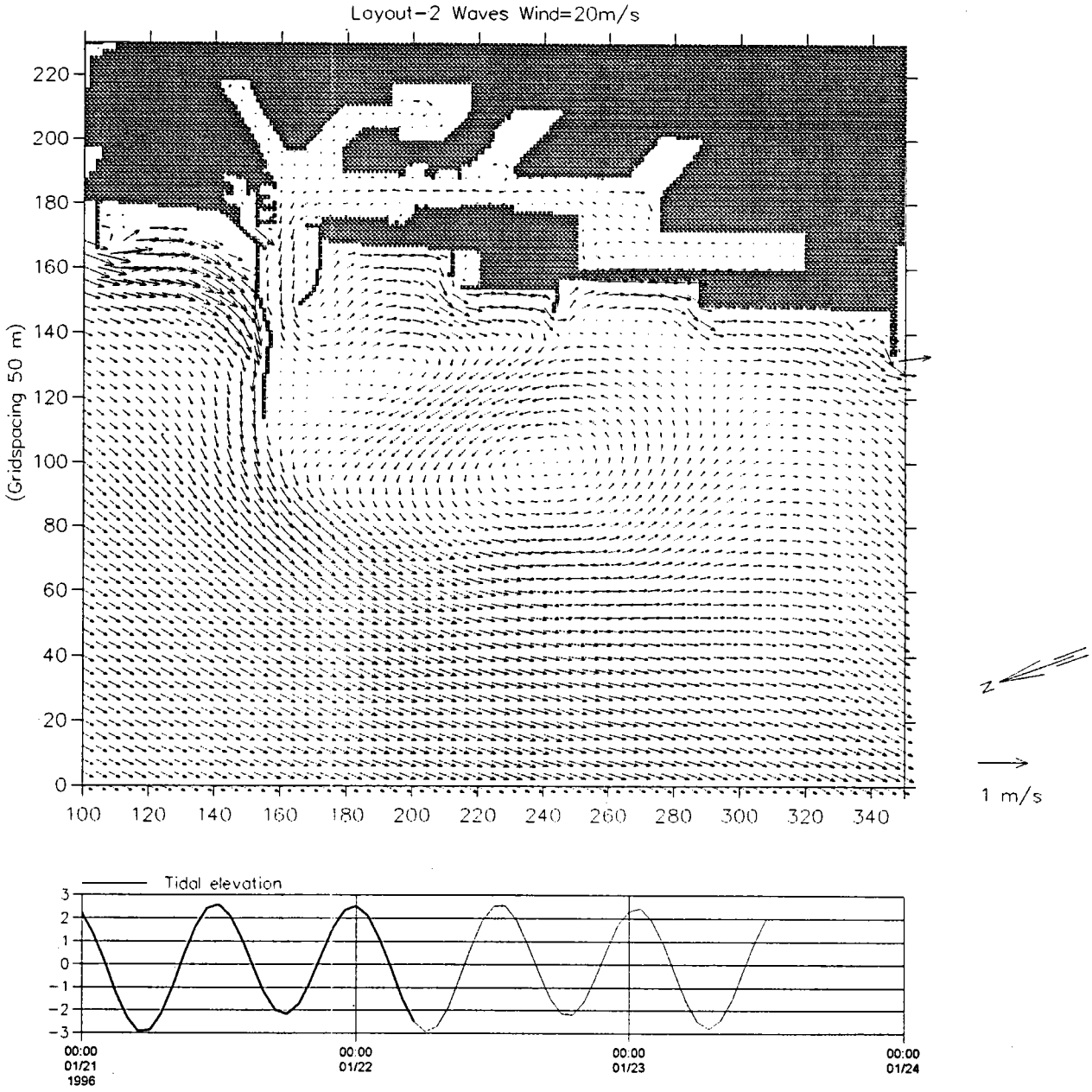
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

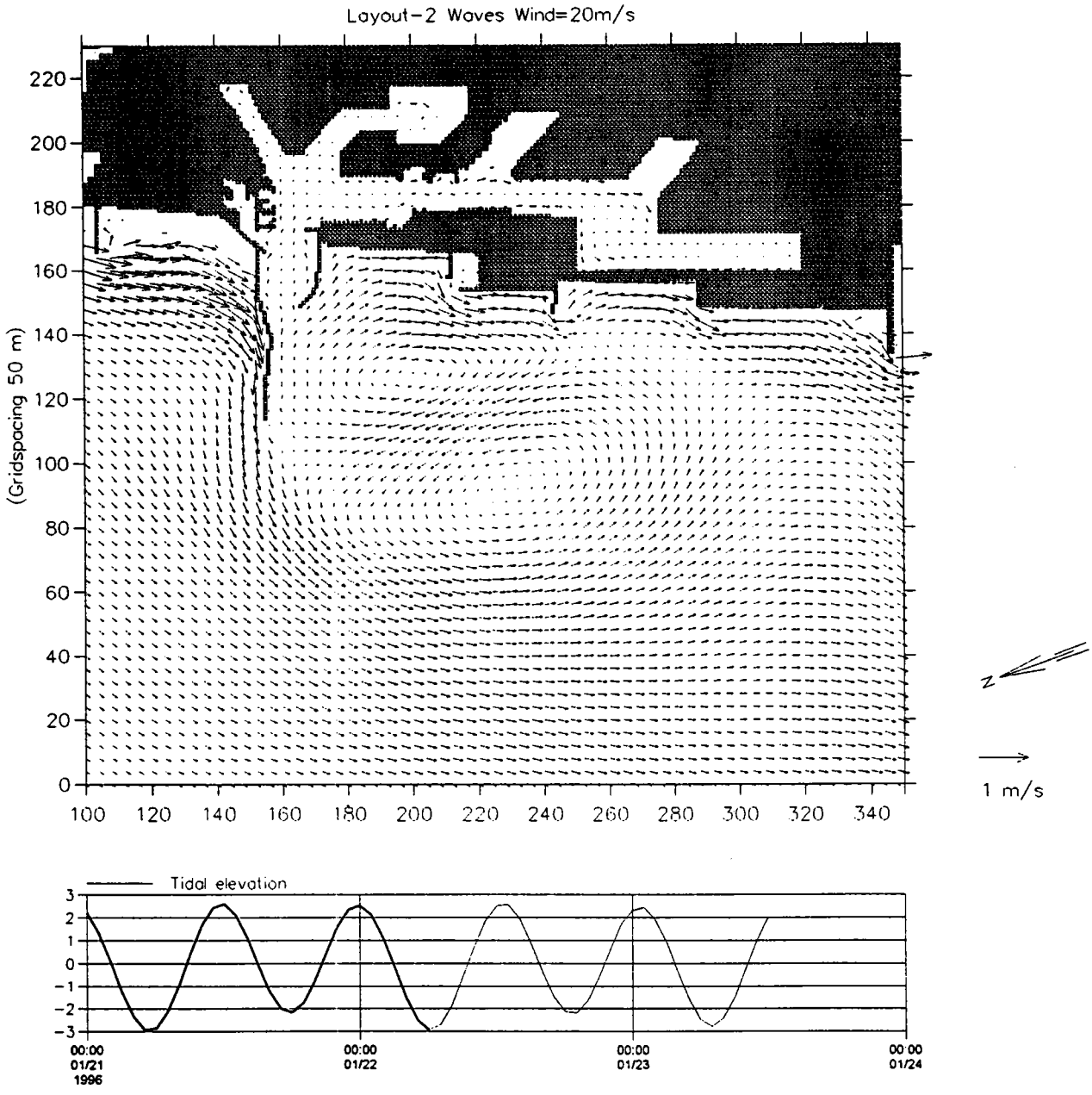

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

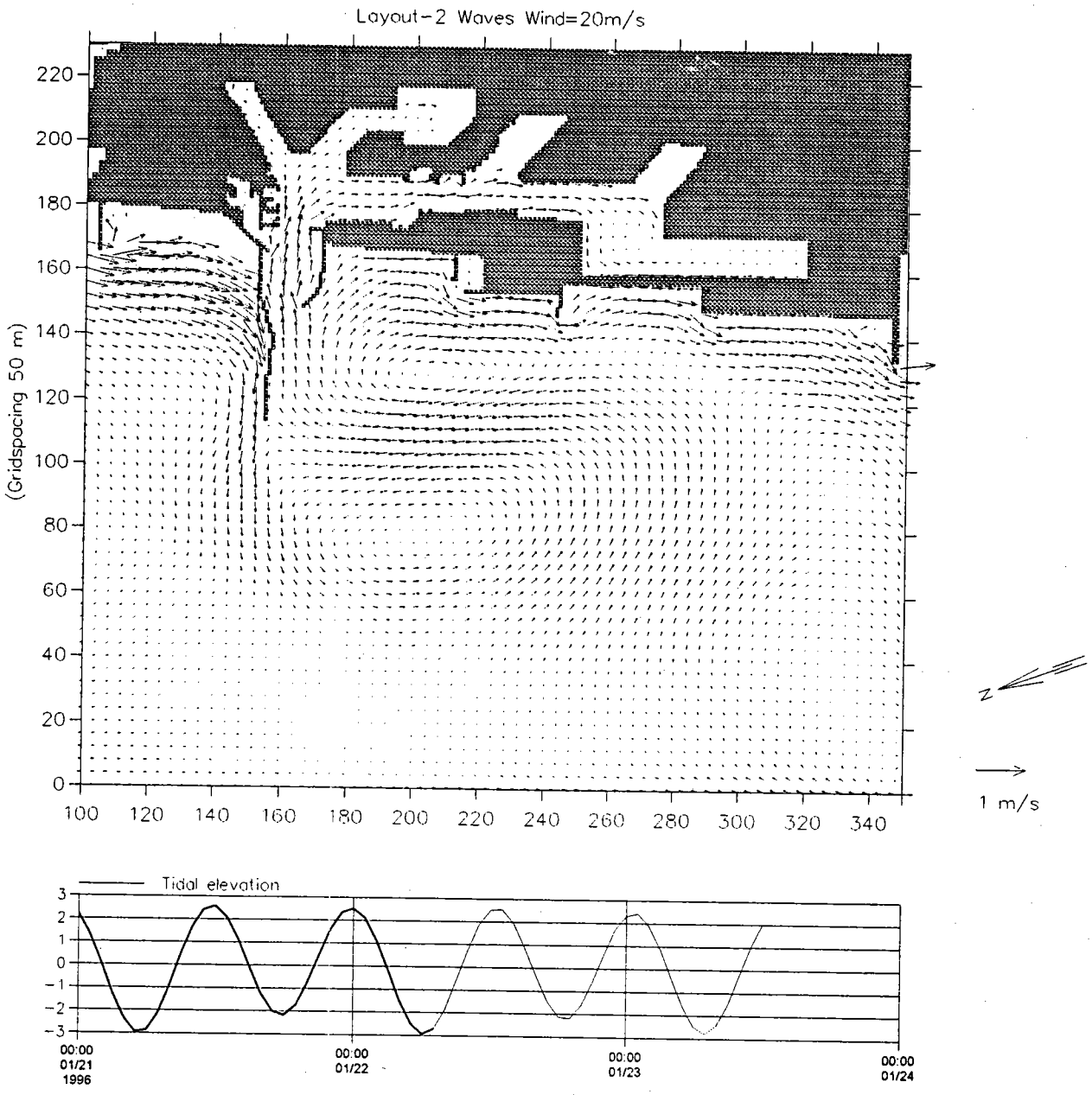
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

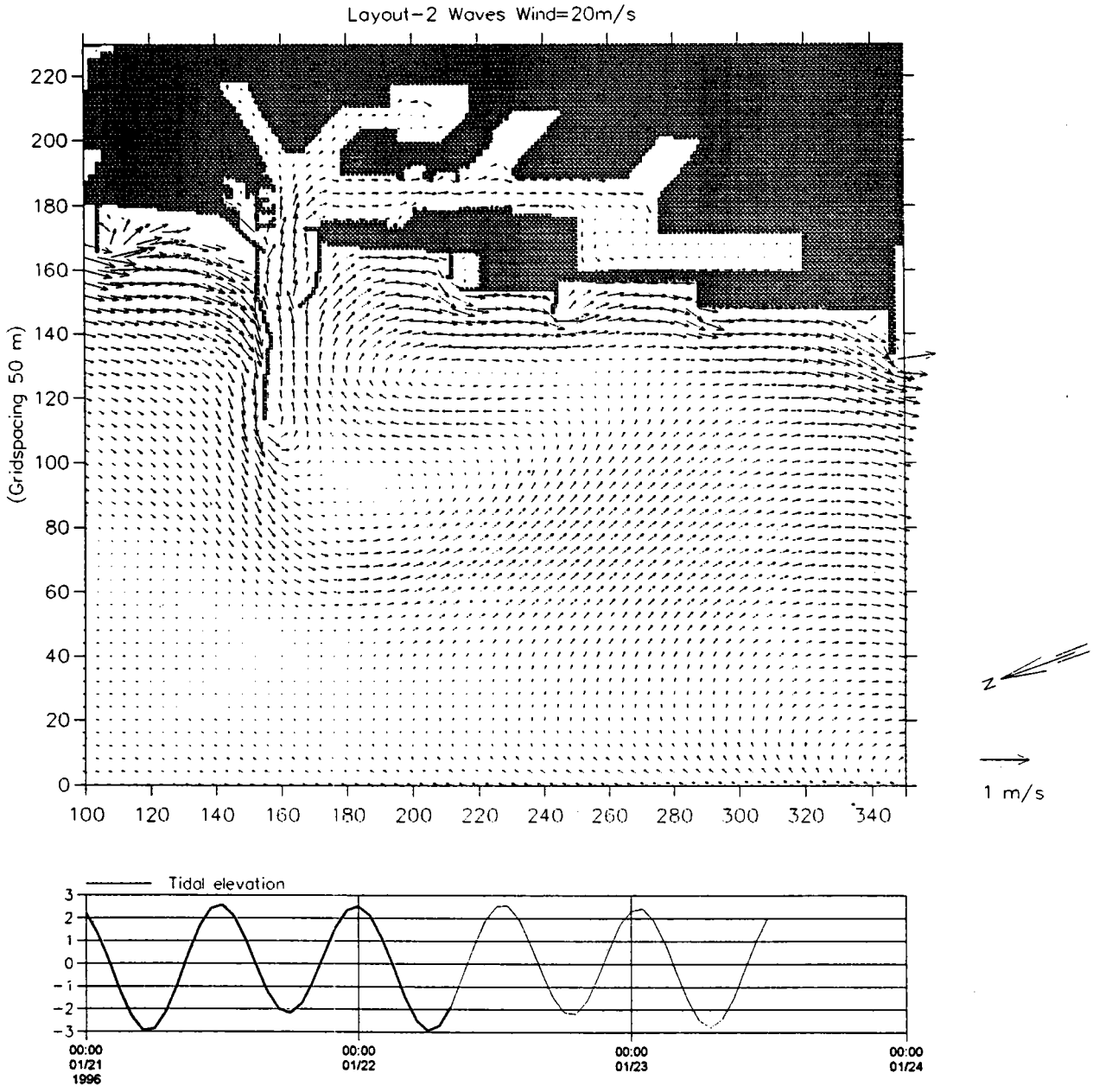

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

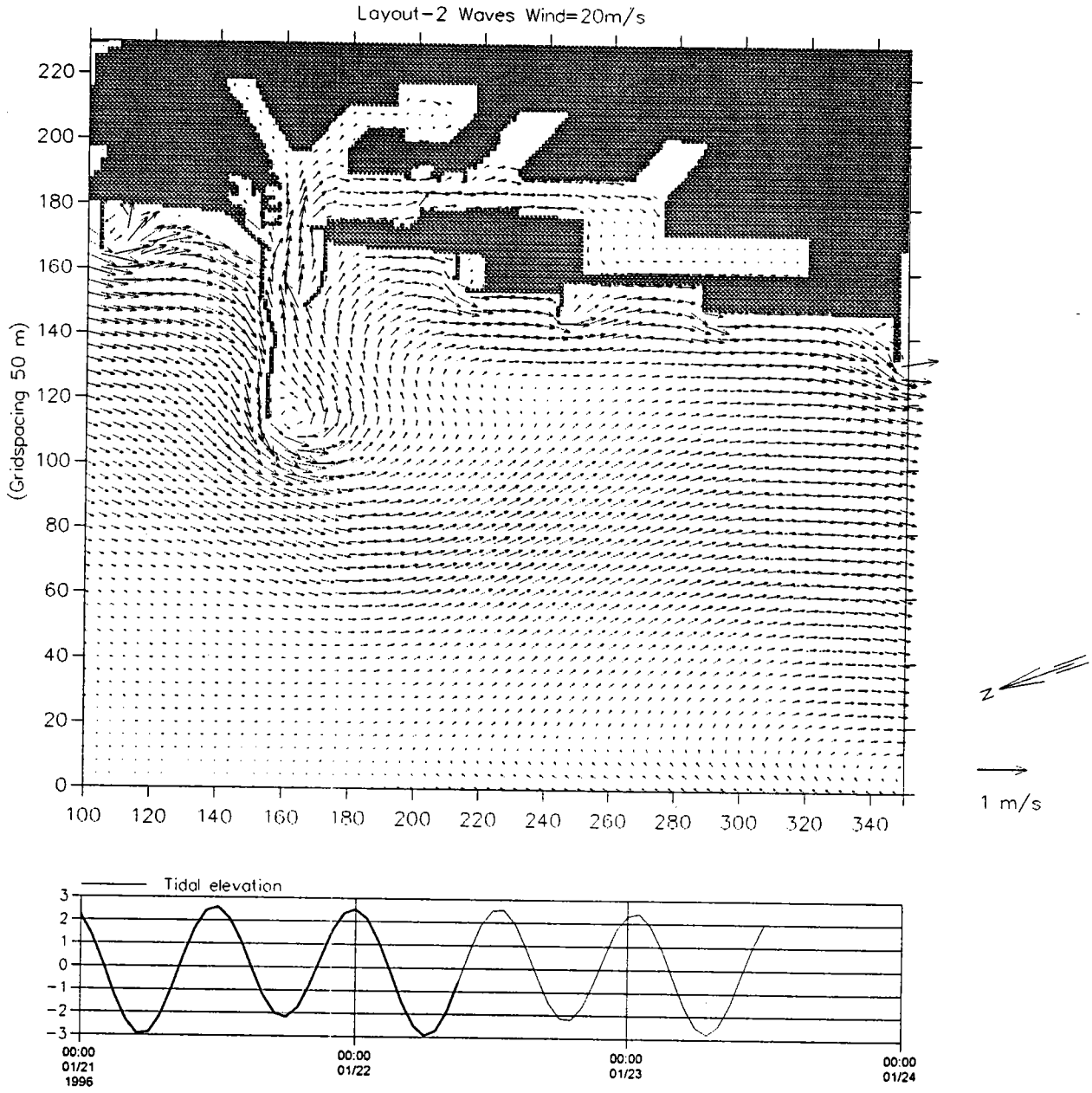

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

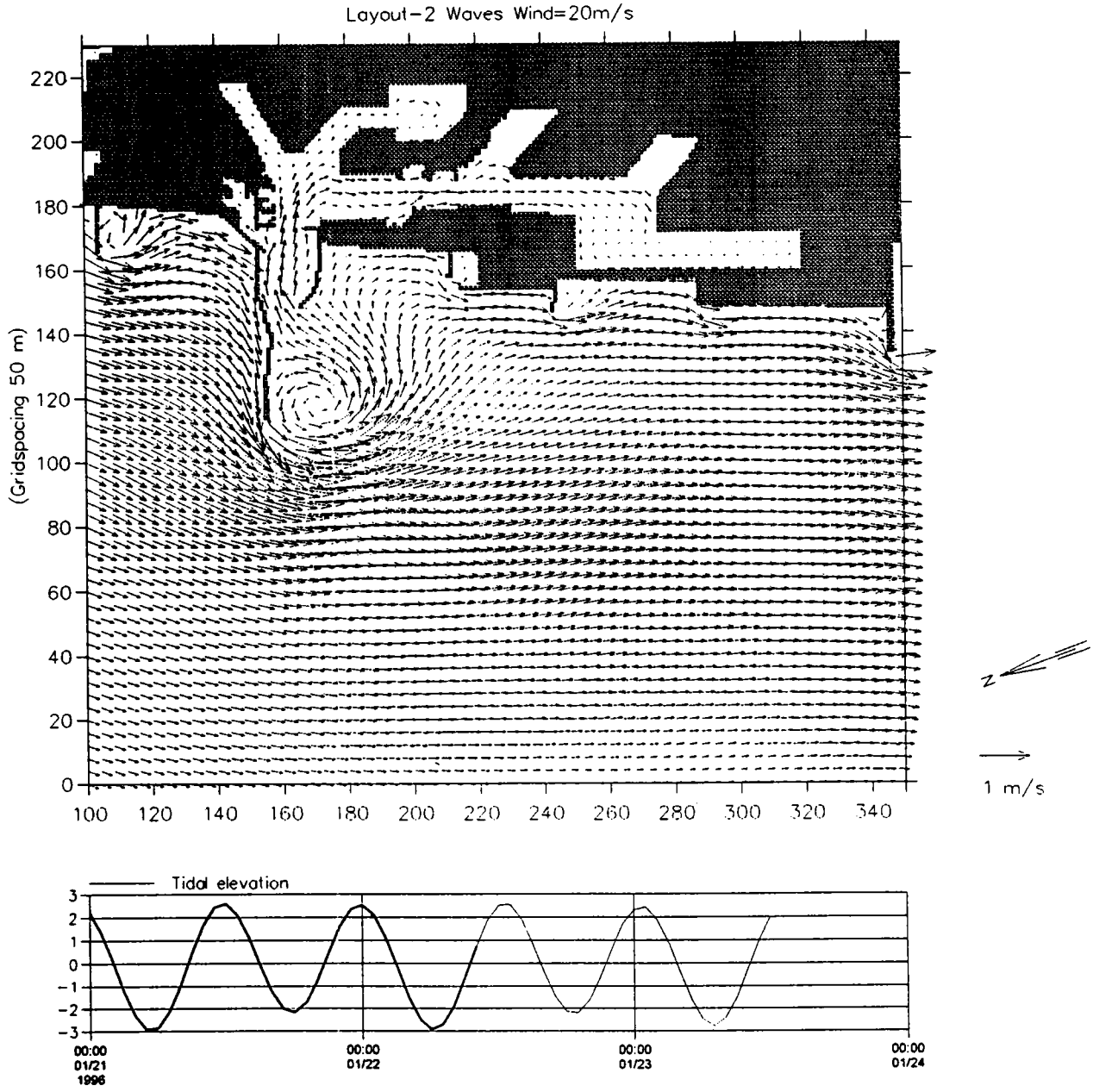

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

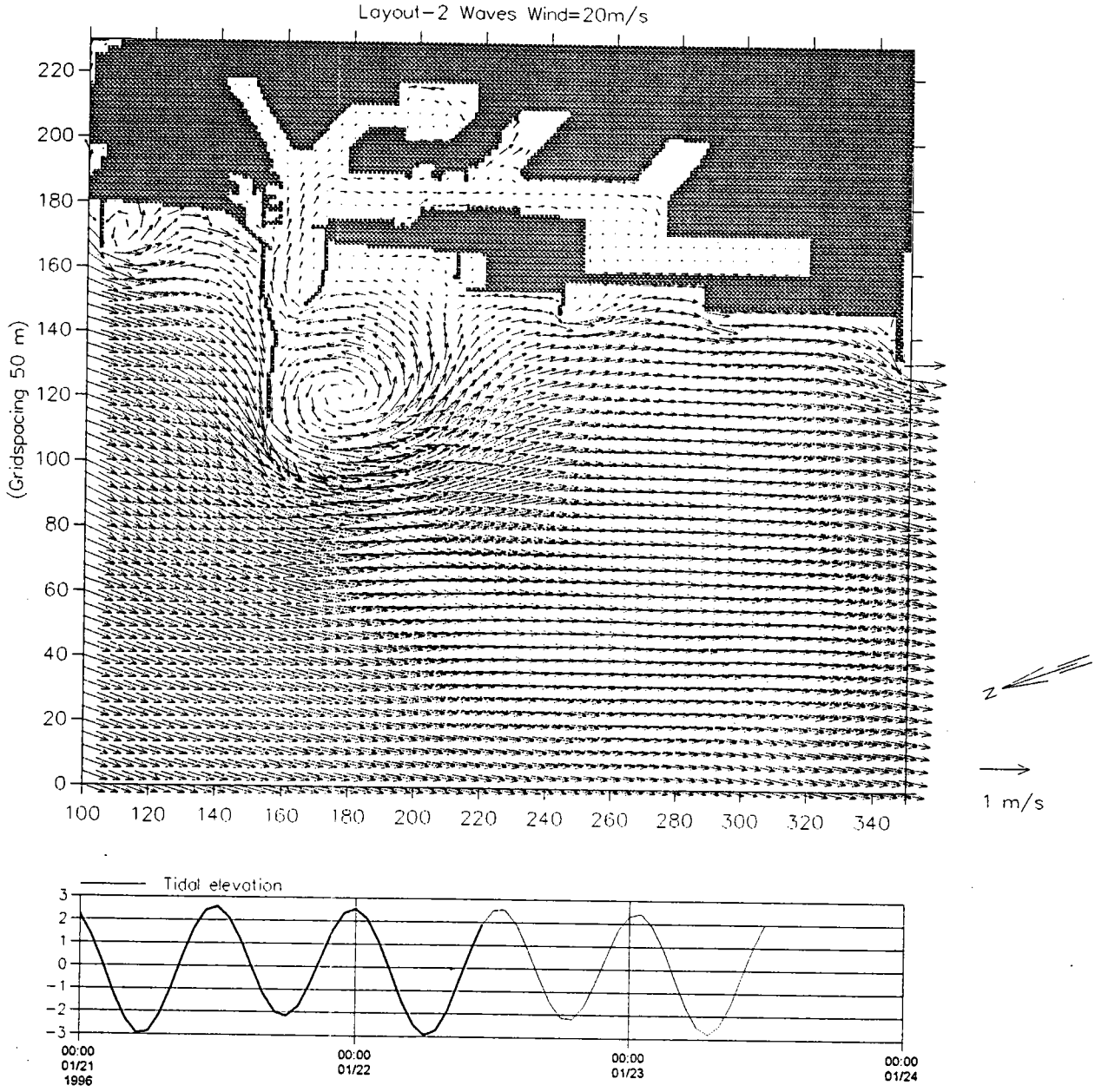

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

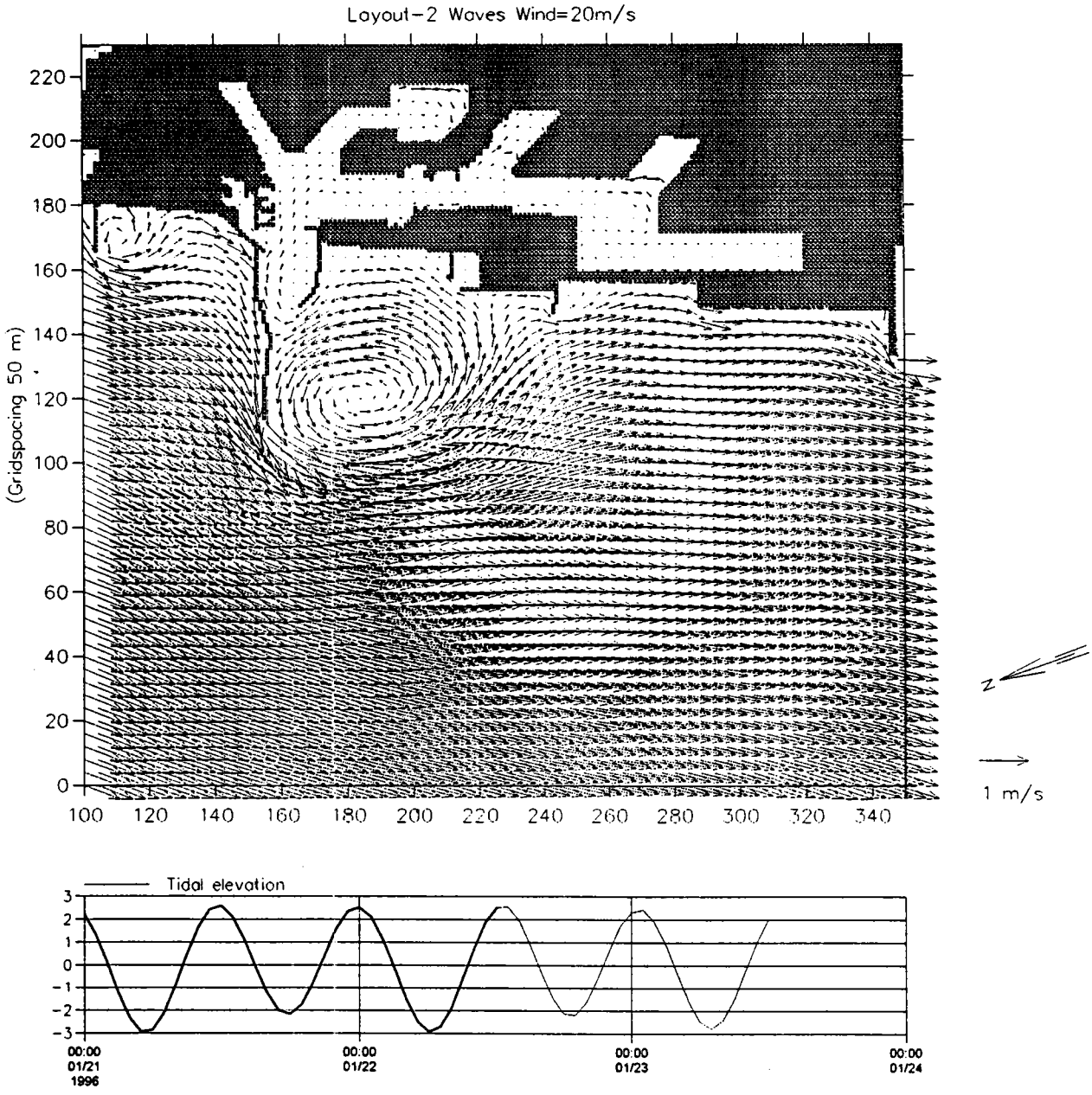

Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-2 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-3a

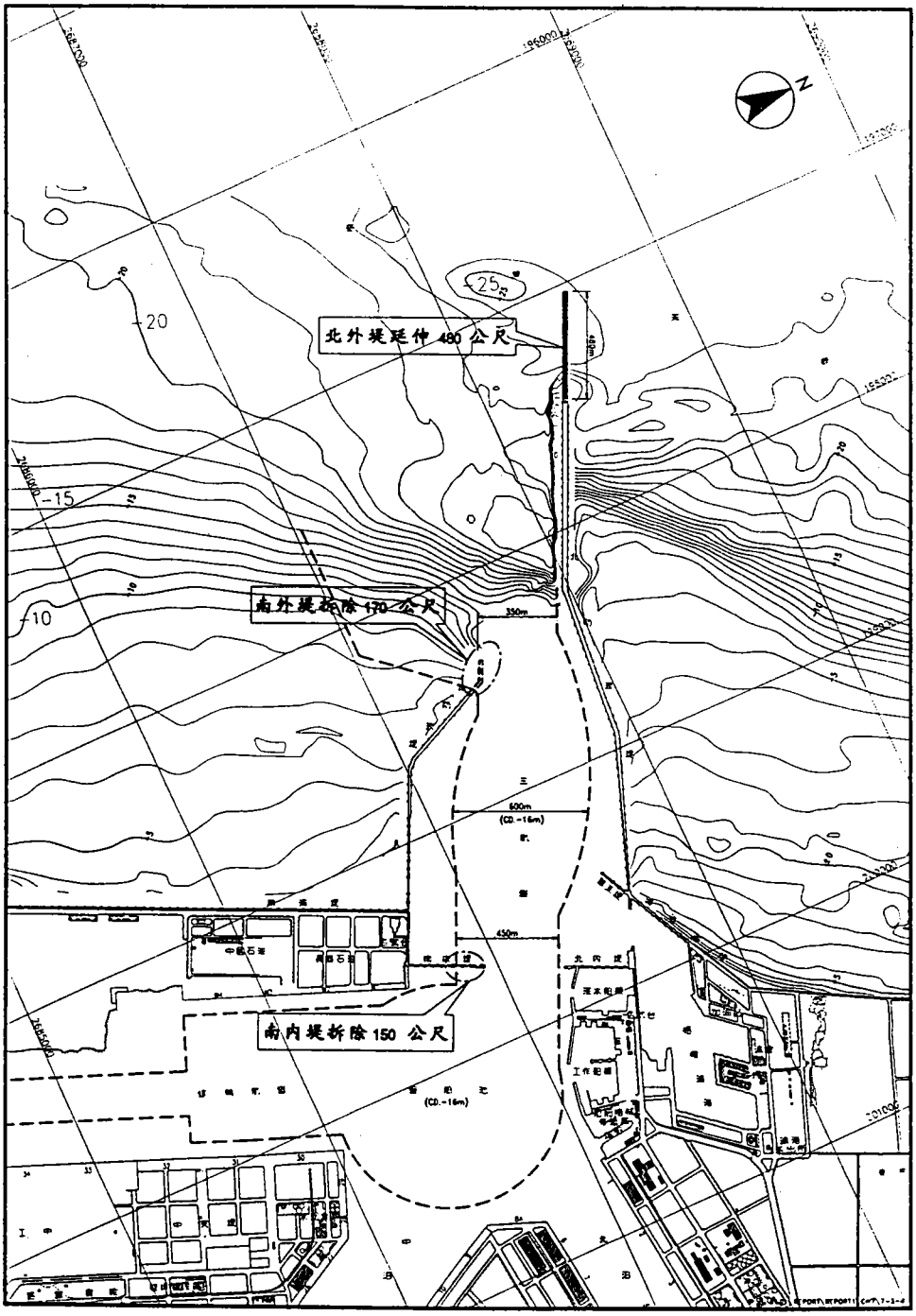
台中港港口二期擴建規劃---替選方案三

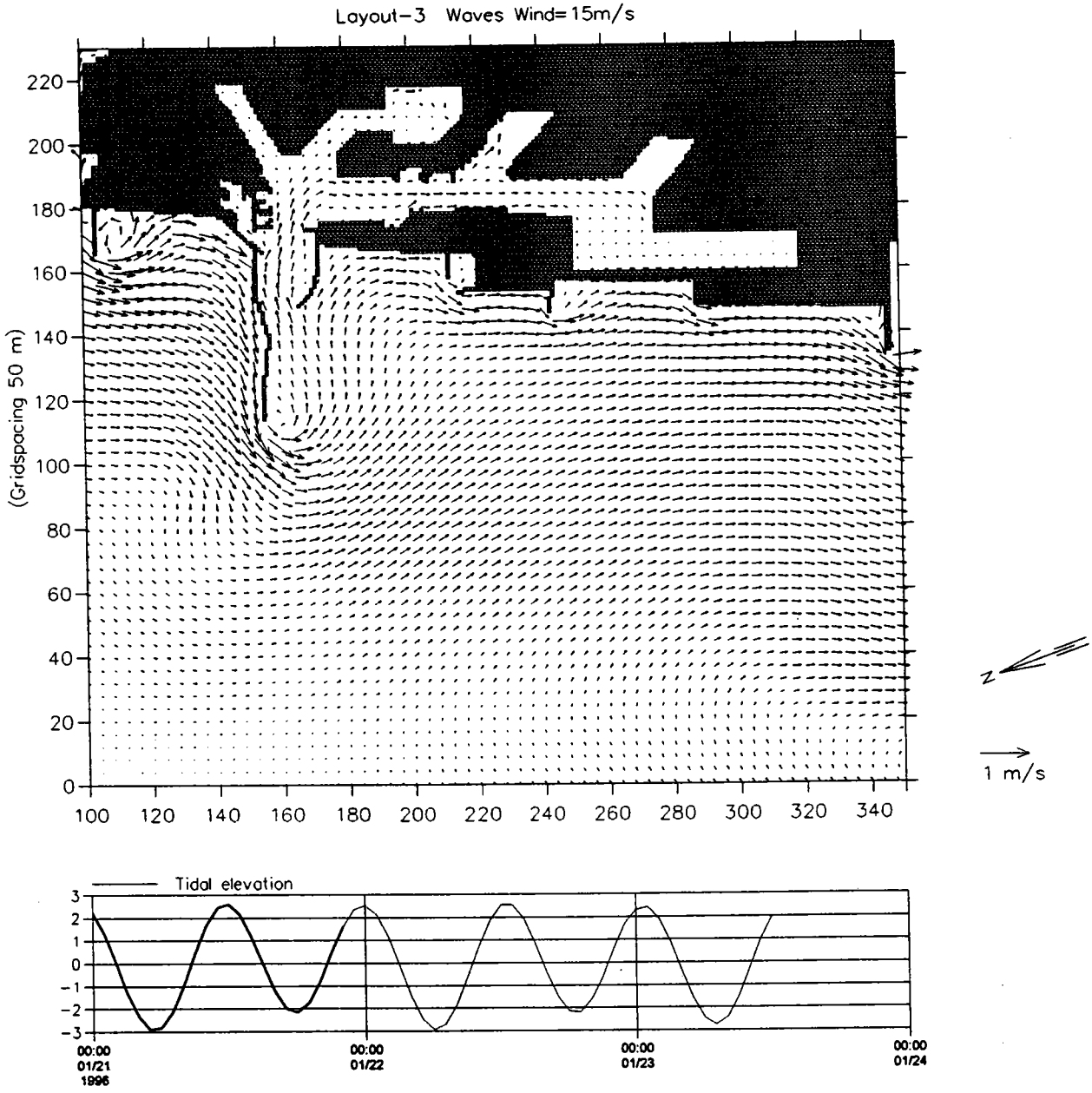
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

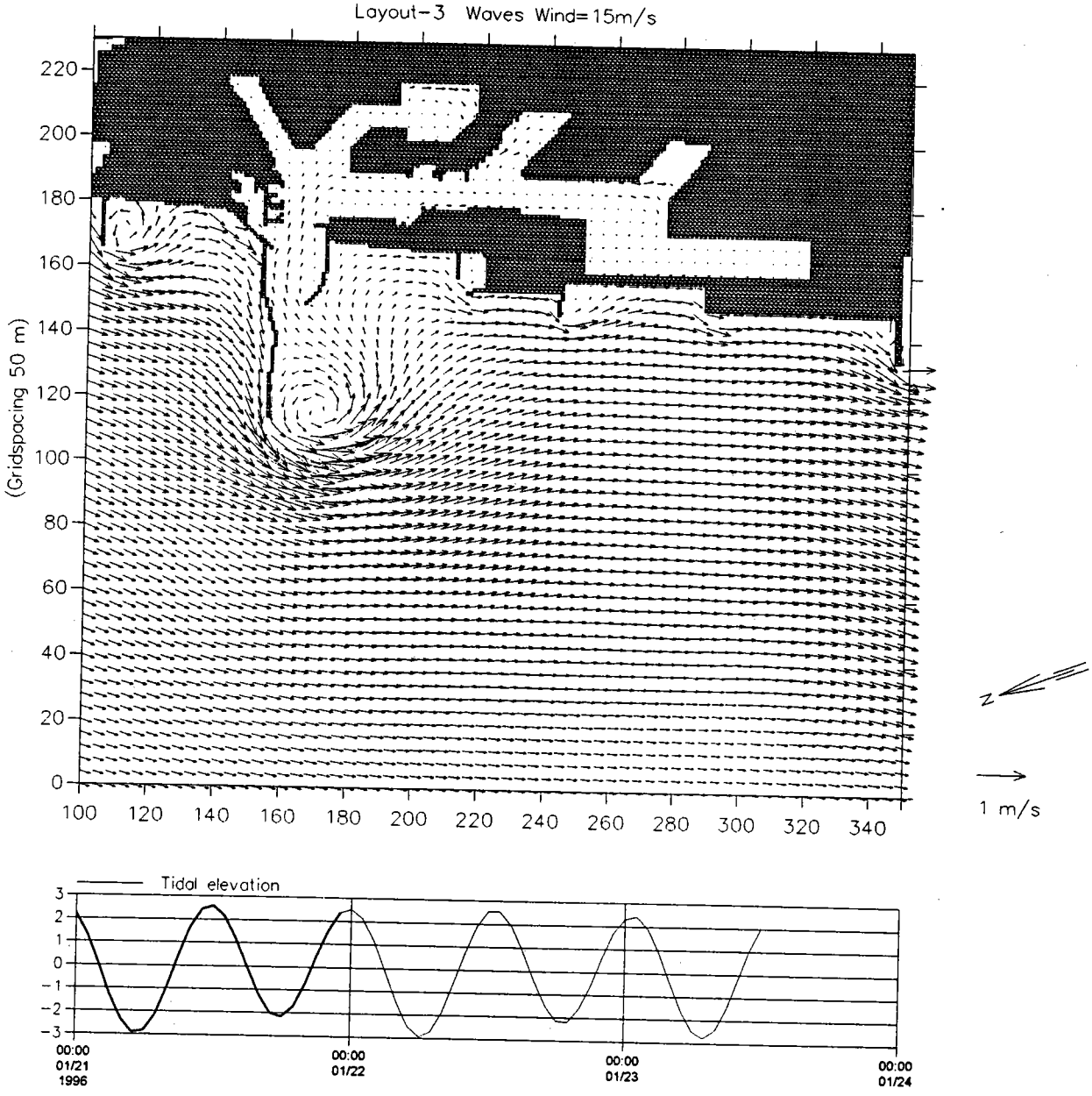
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

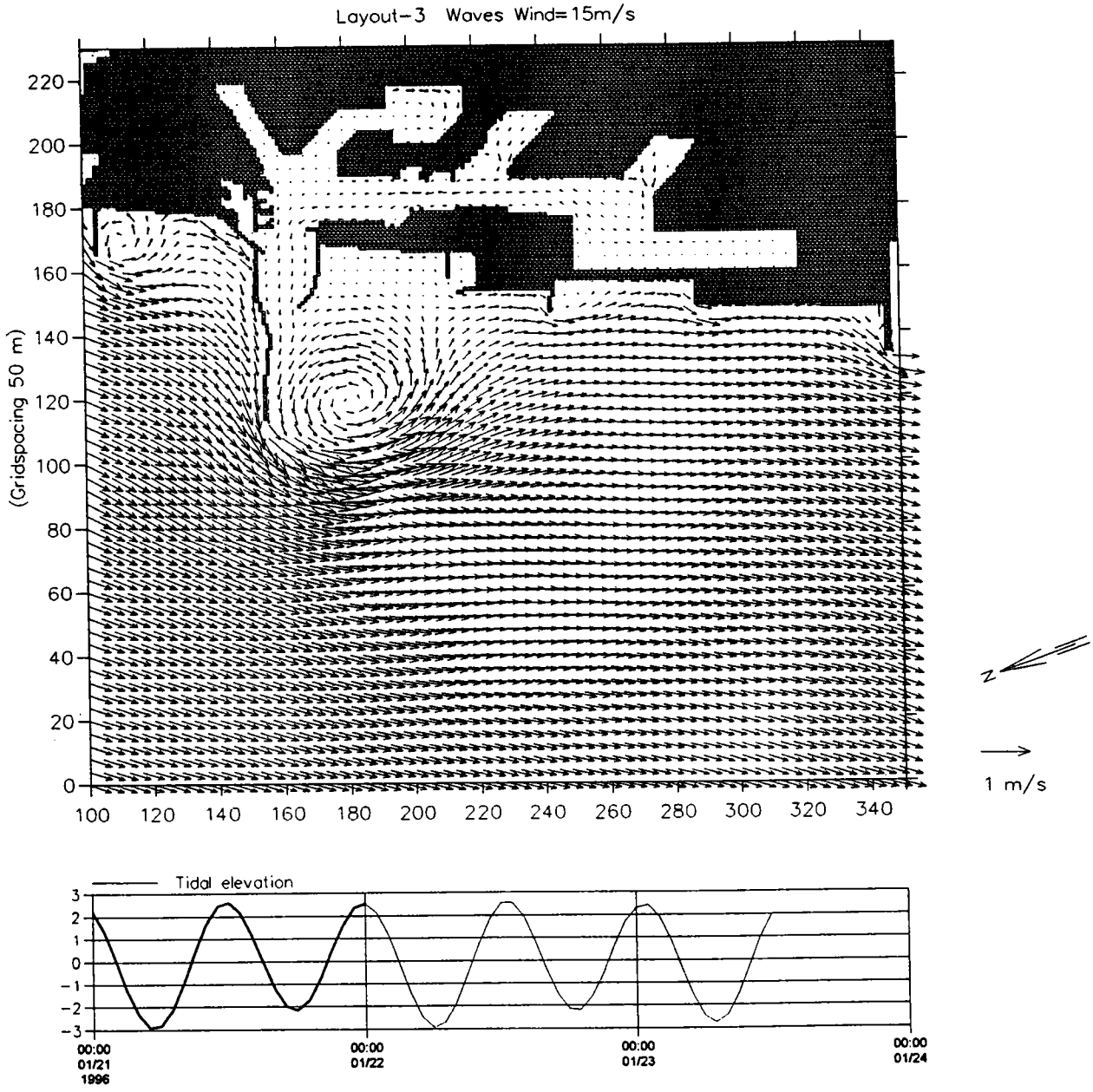
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

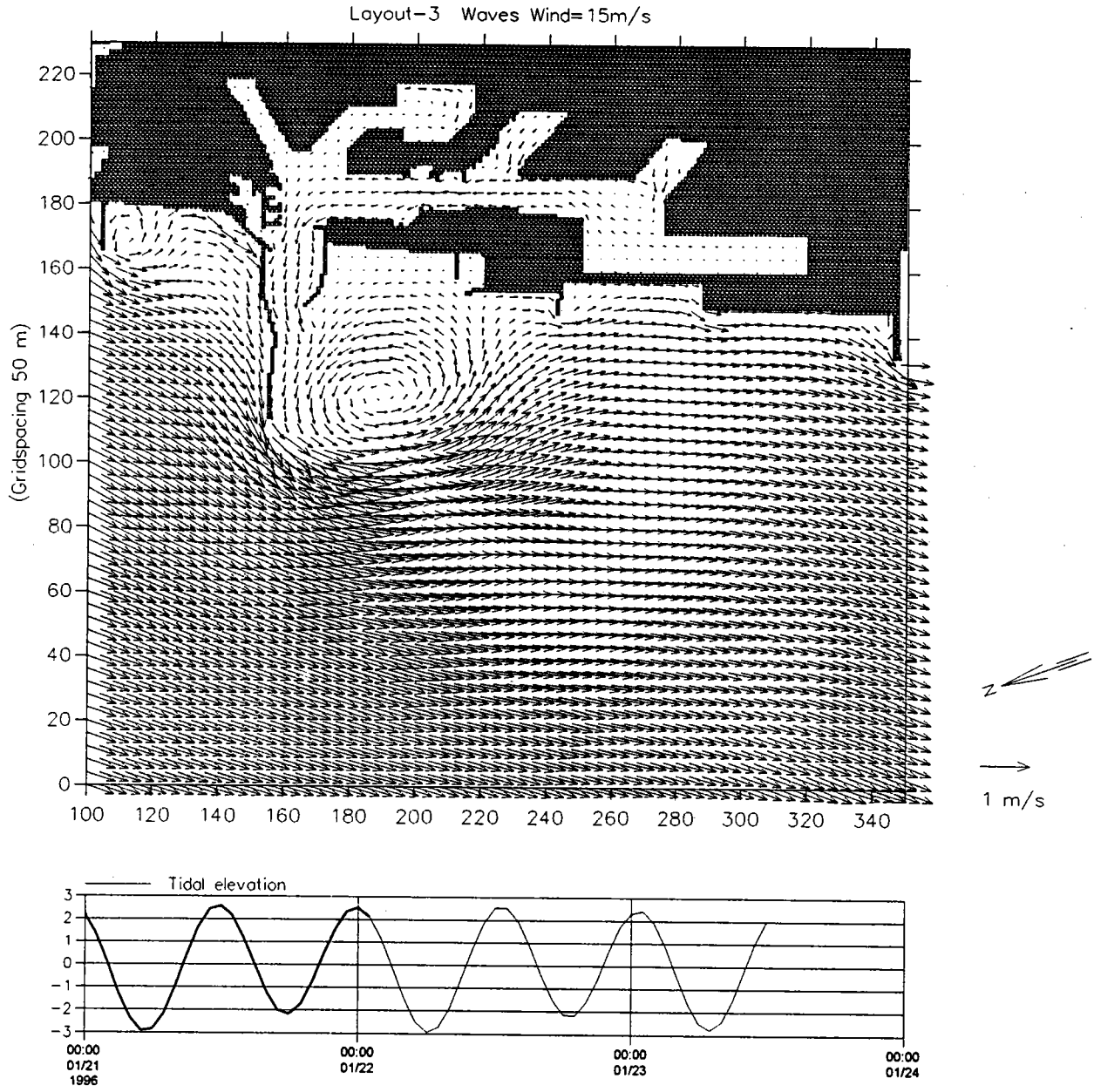
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

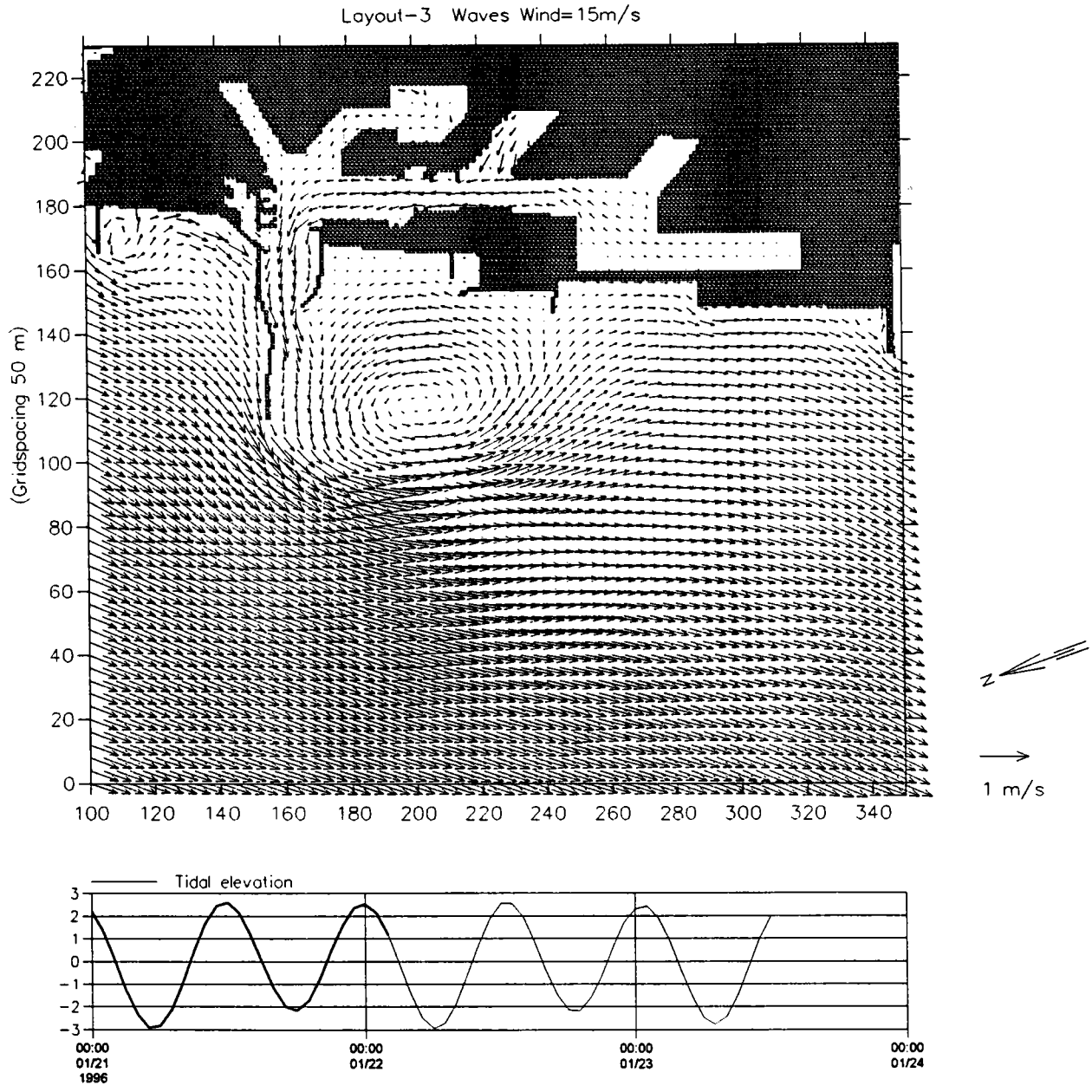


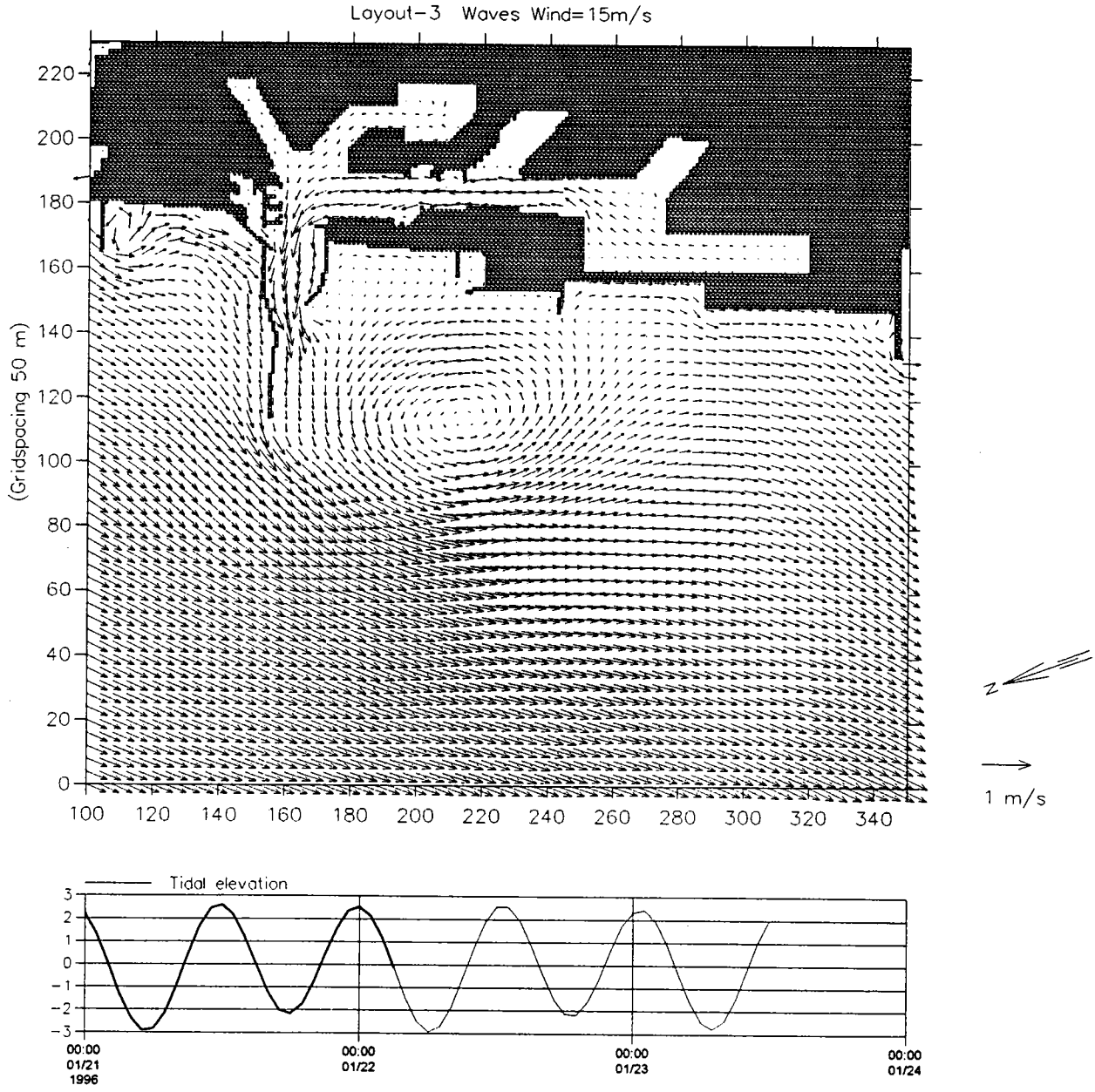

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

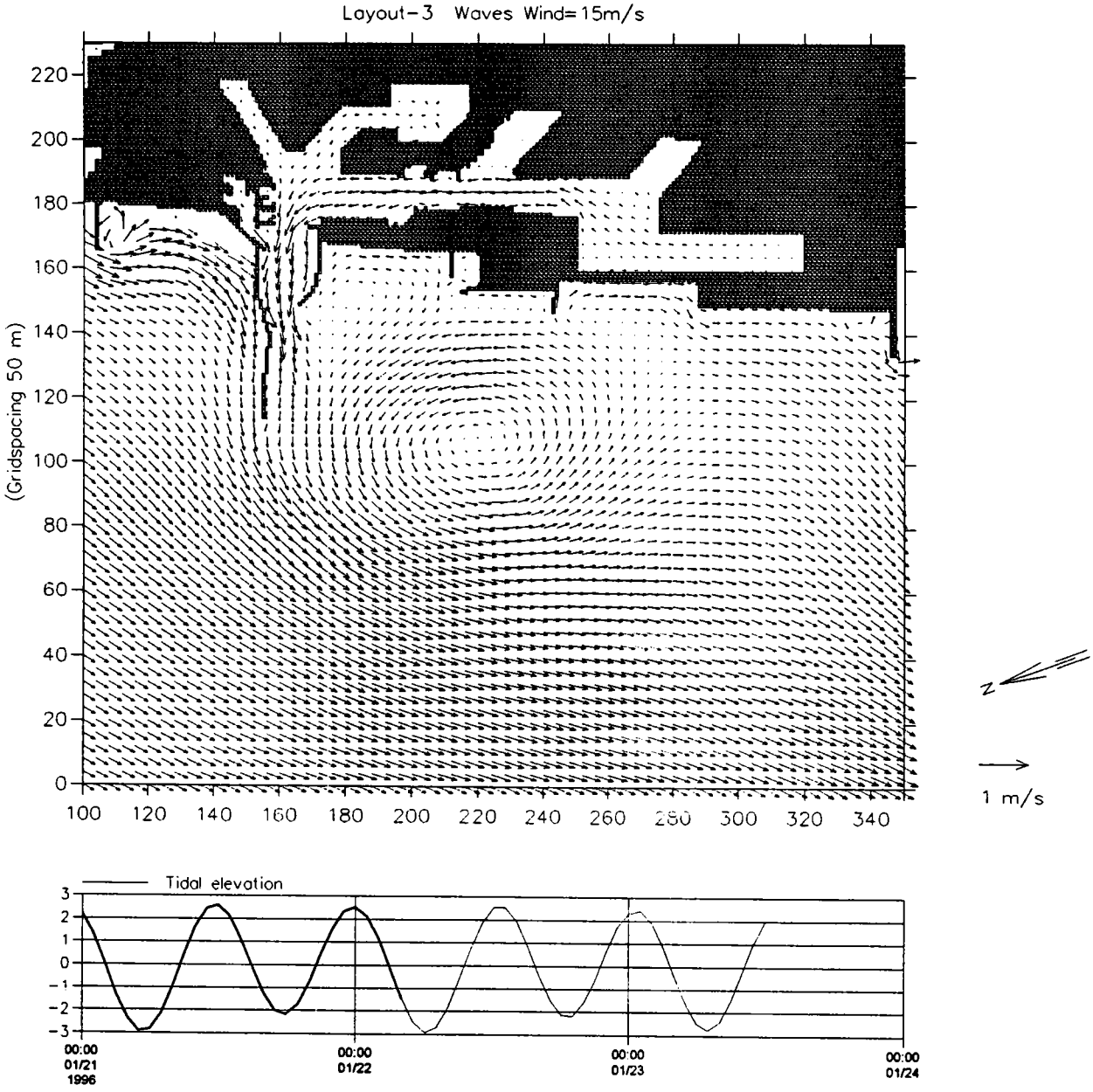

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

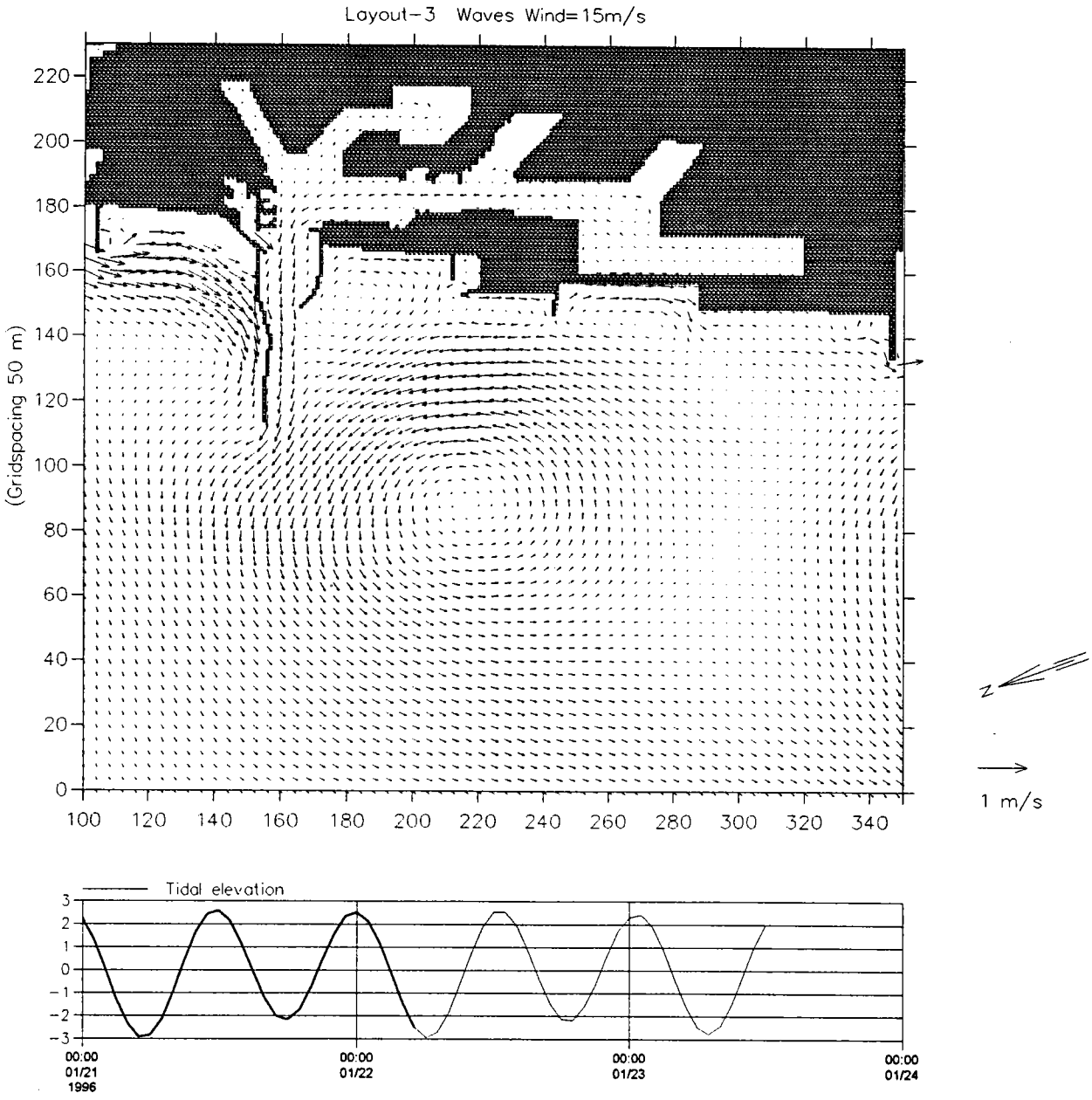

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

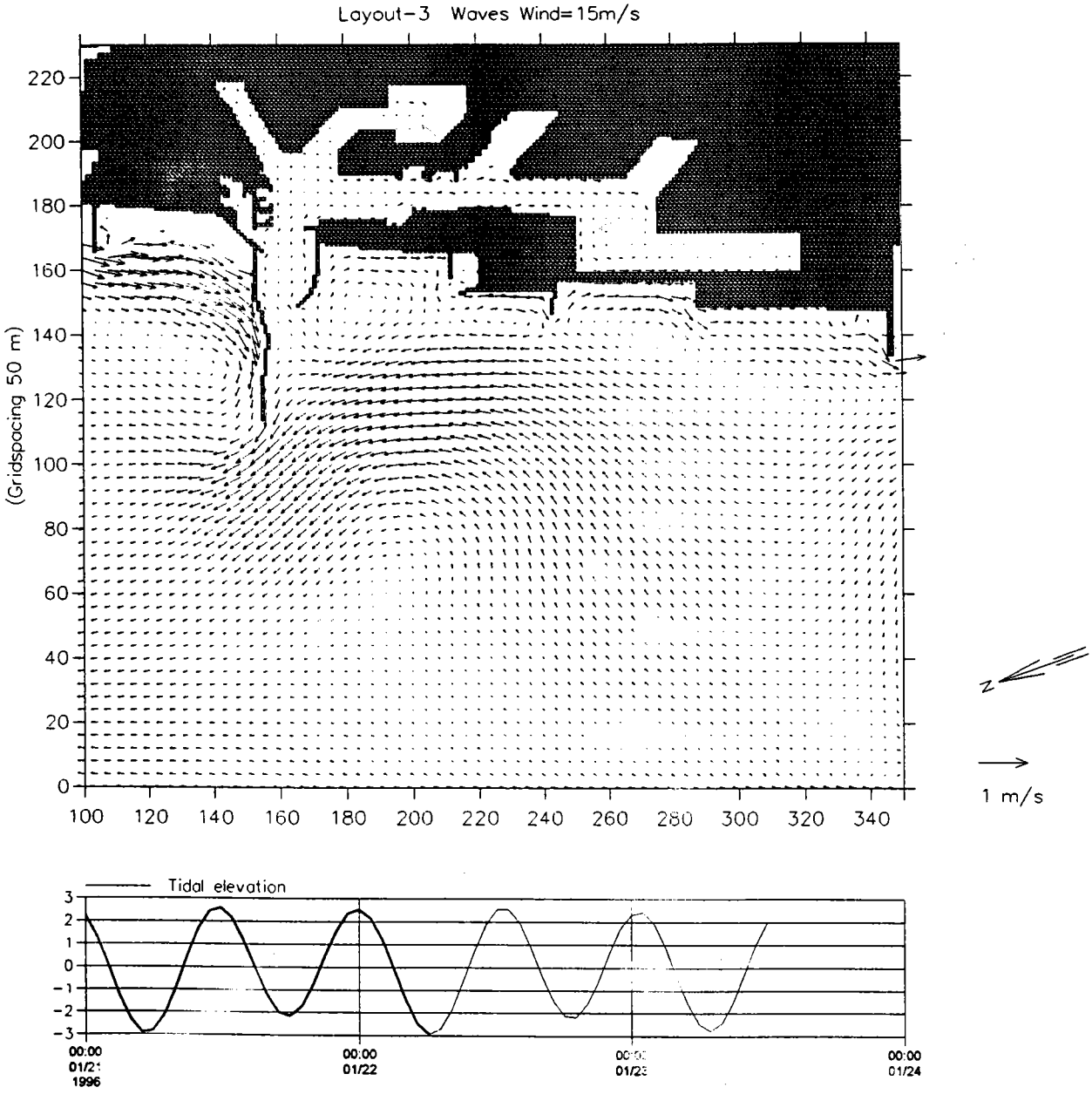

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

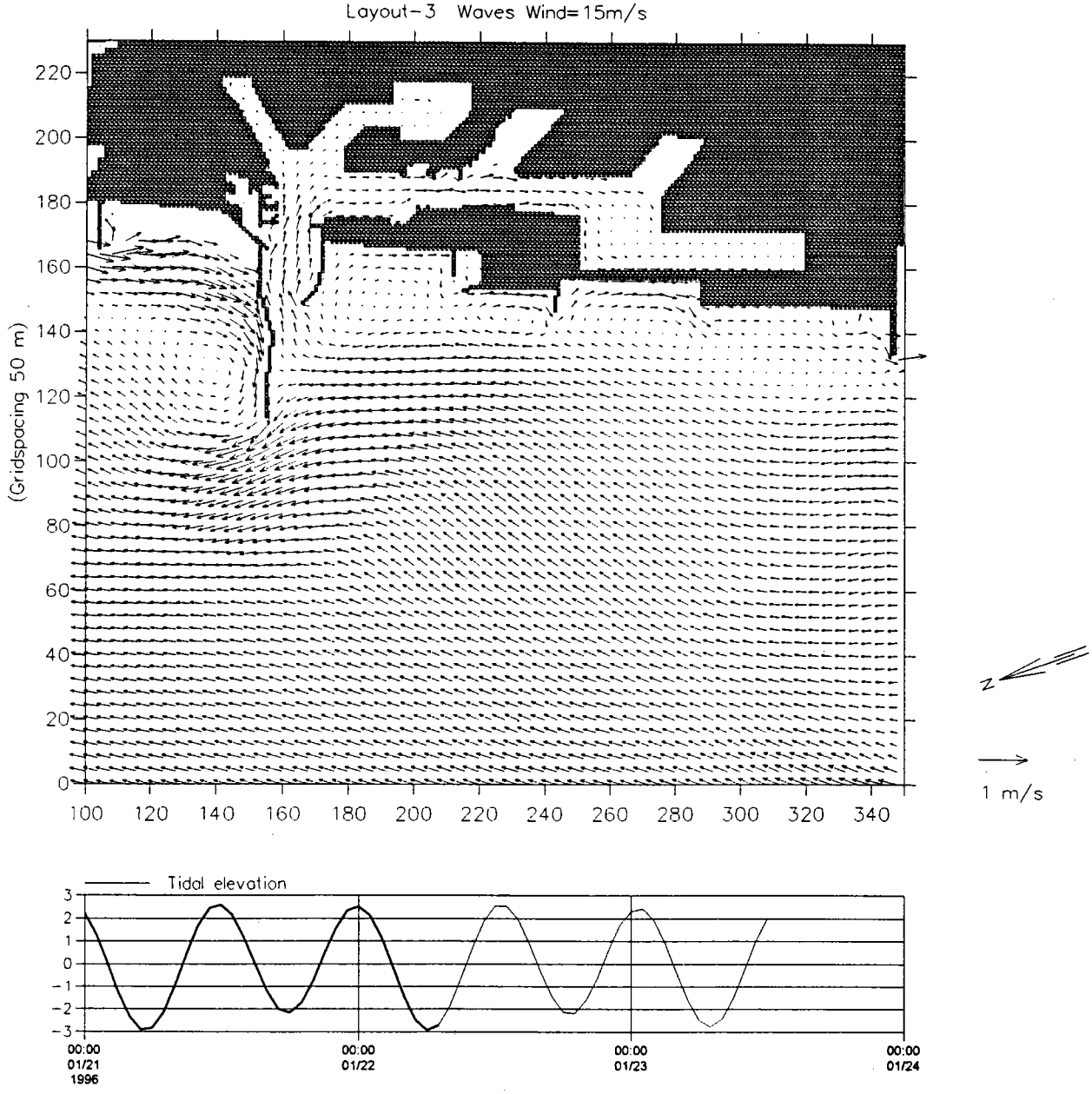

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

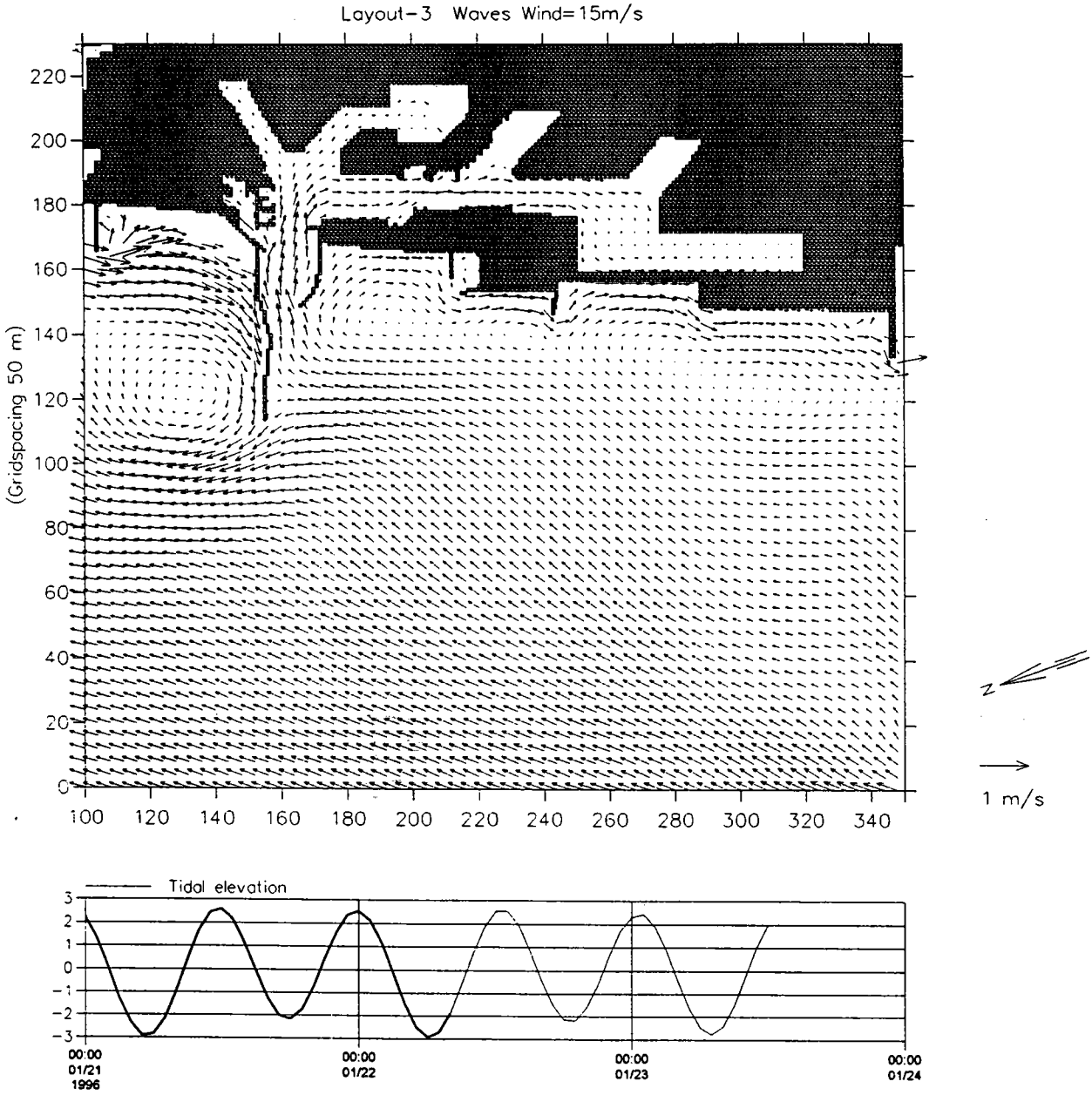

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

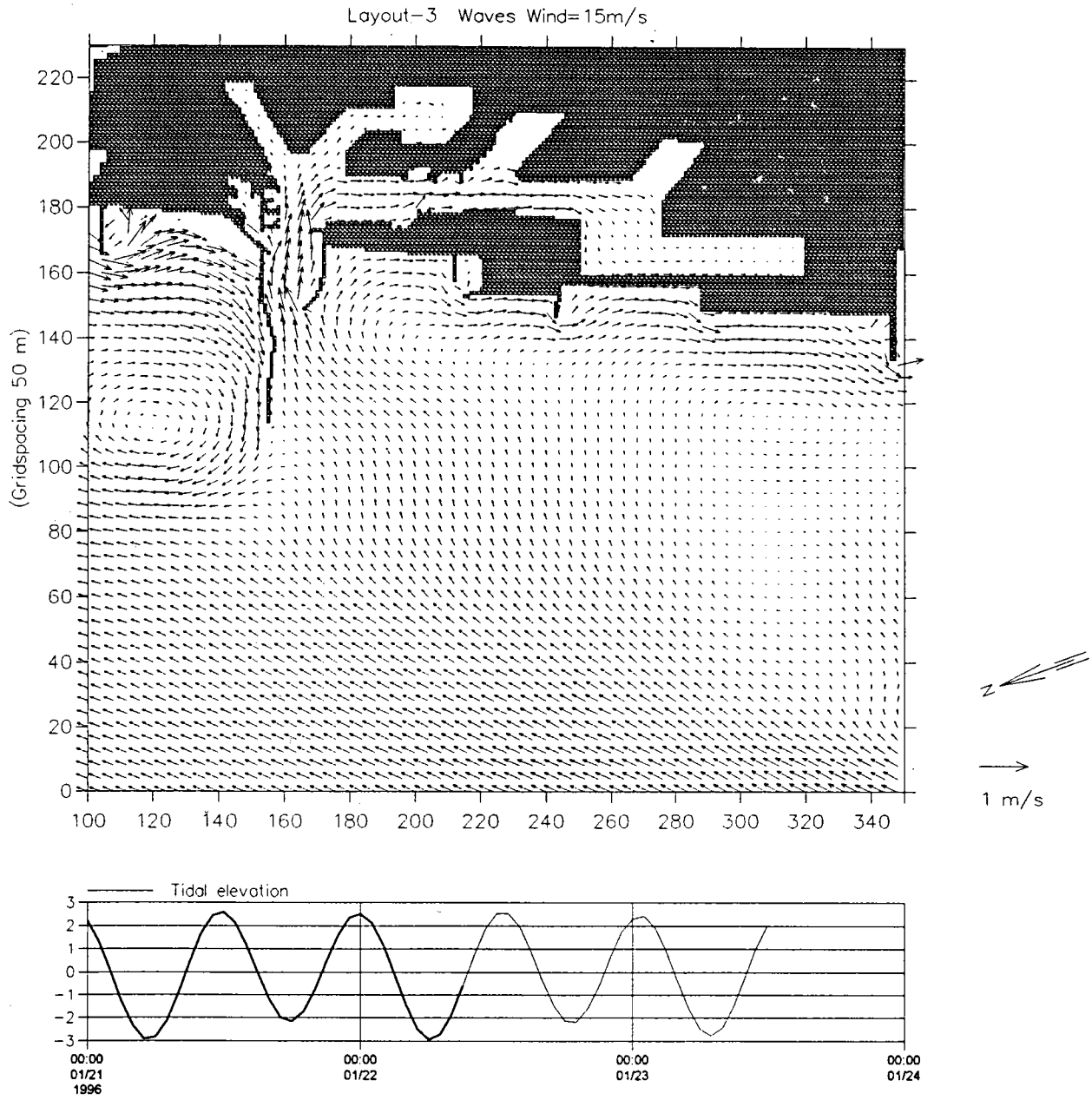

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

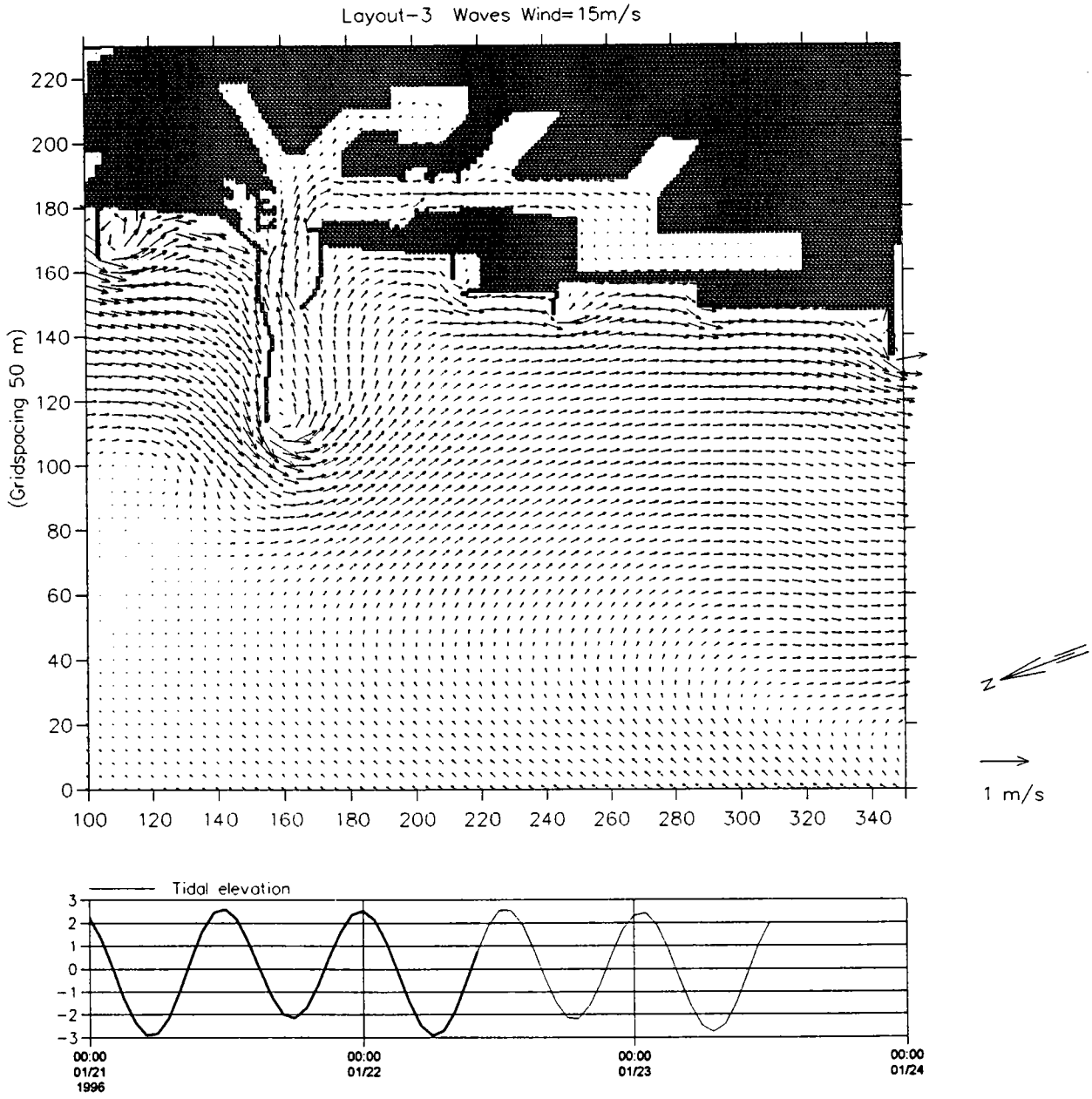

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

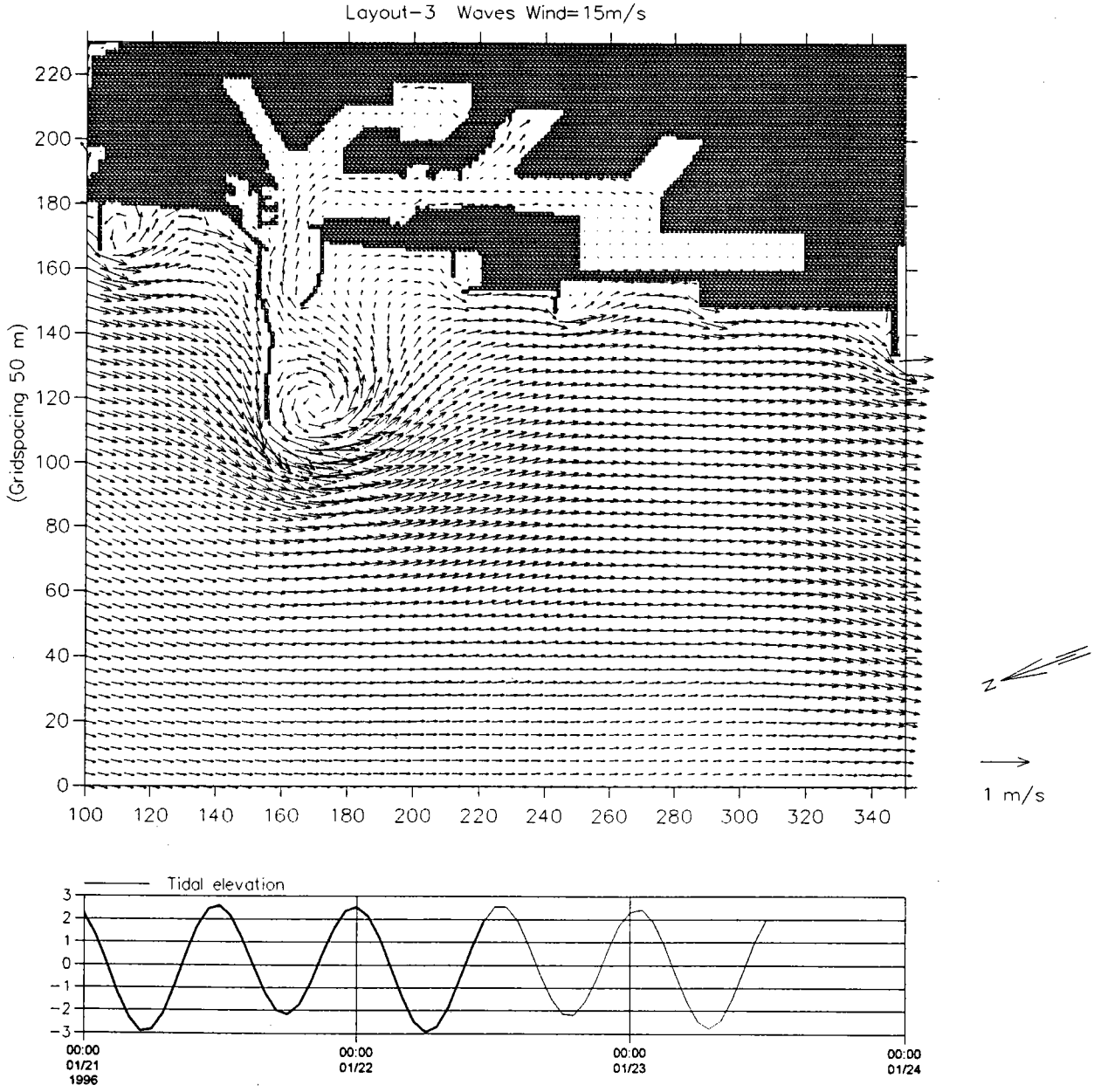

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/24


Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

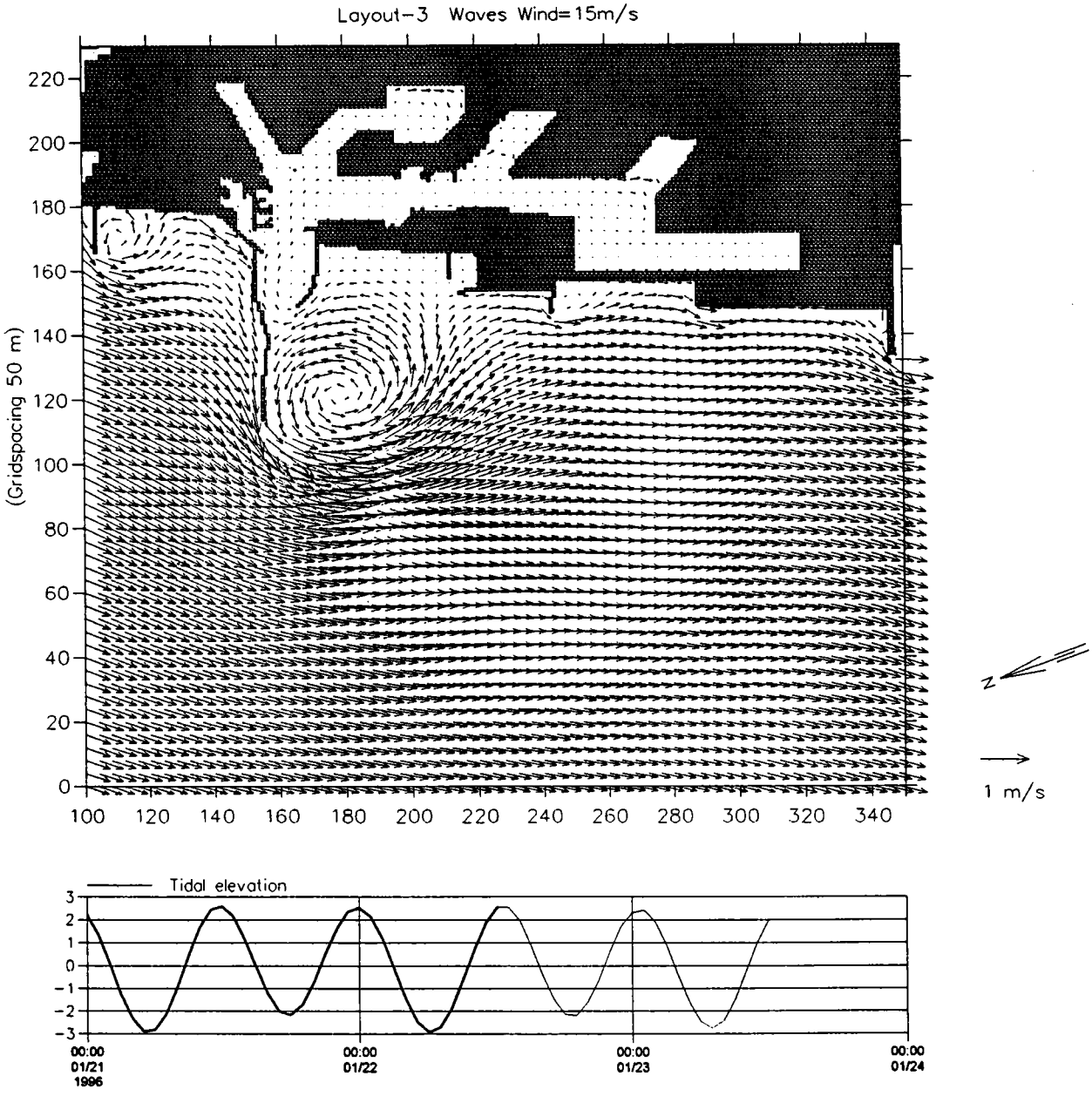

Layout-3 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-3b

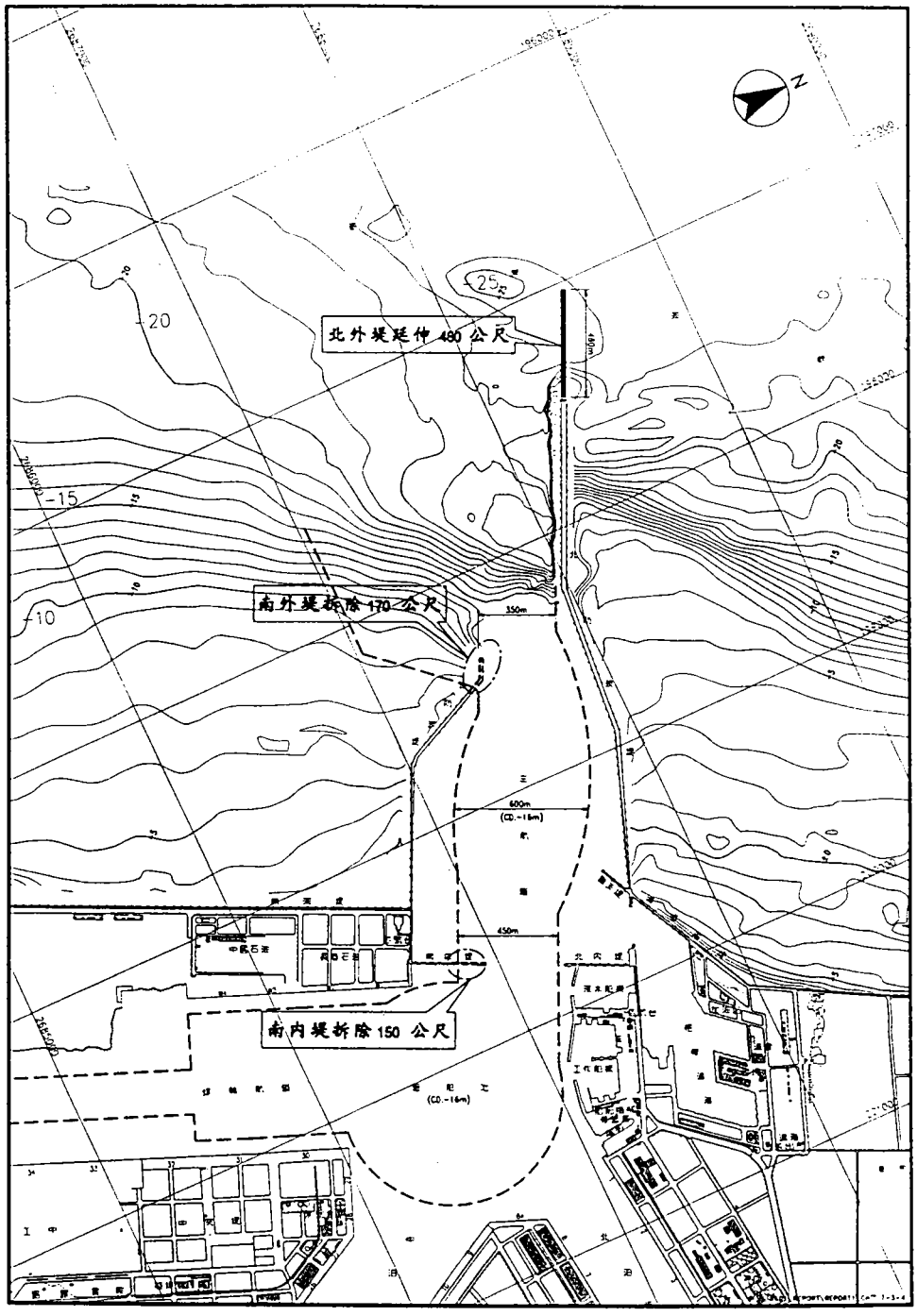
台中港港口二期擴建規劃---替選方案三

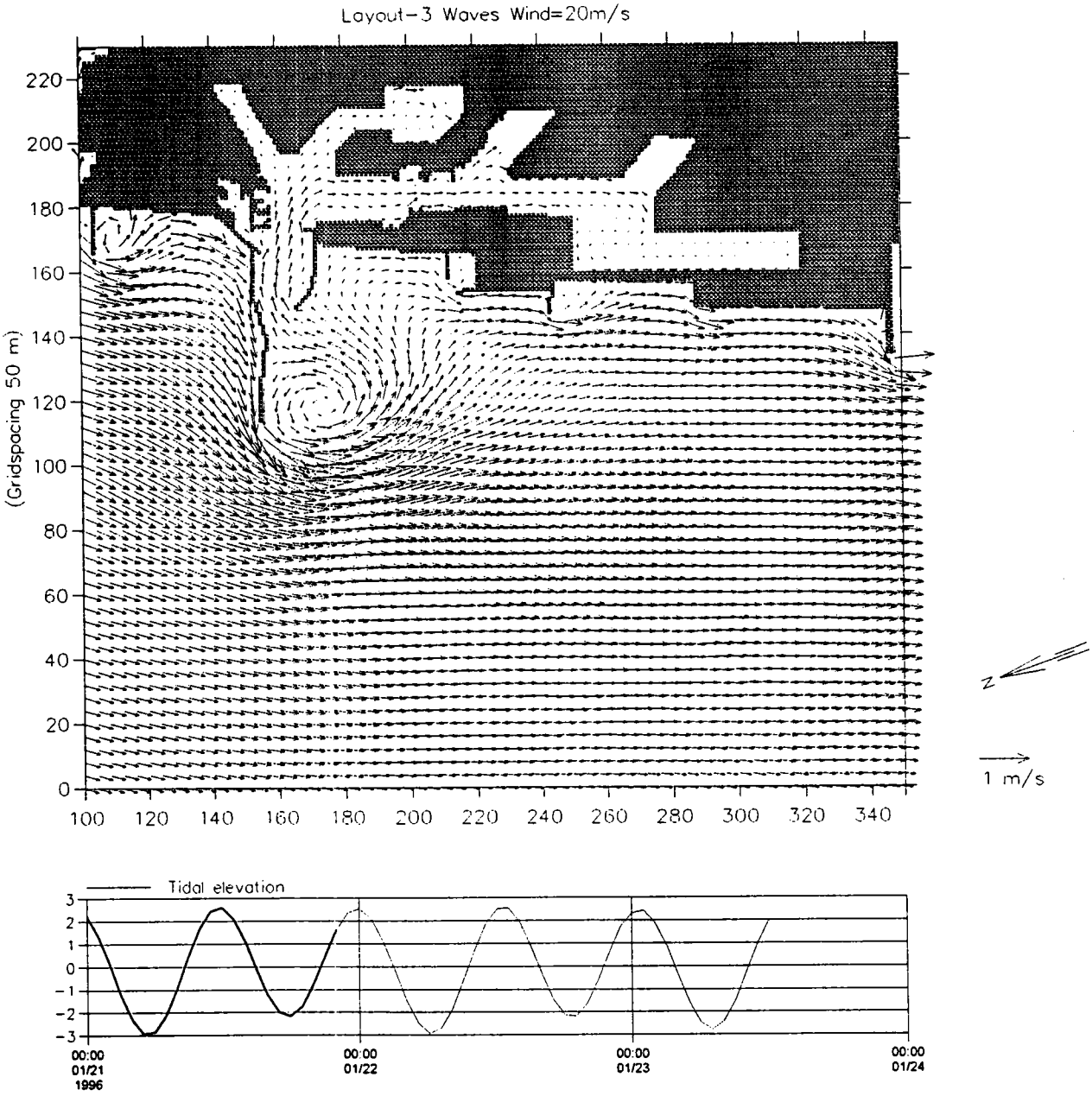
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

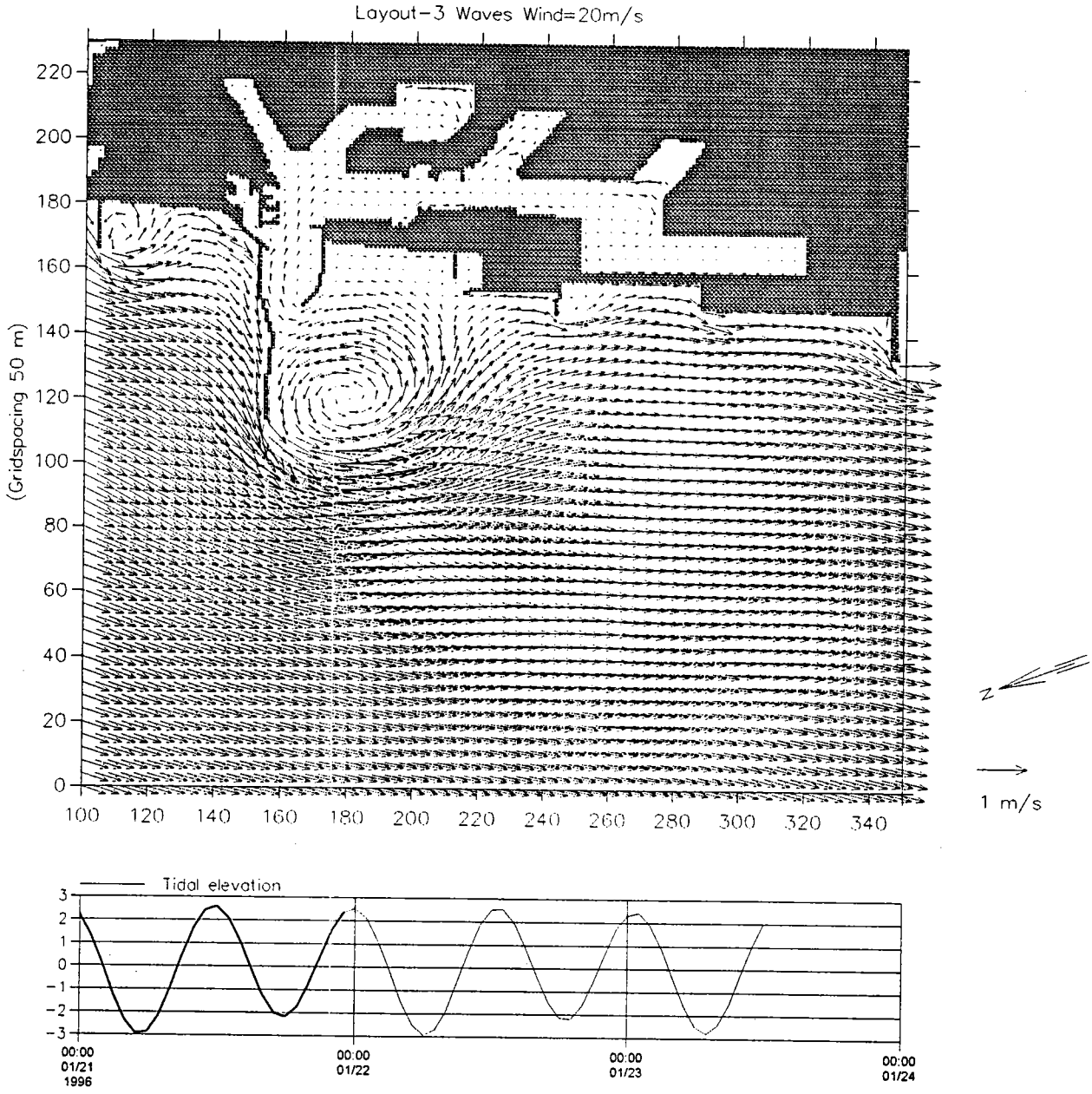
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

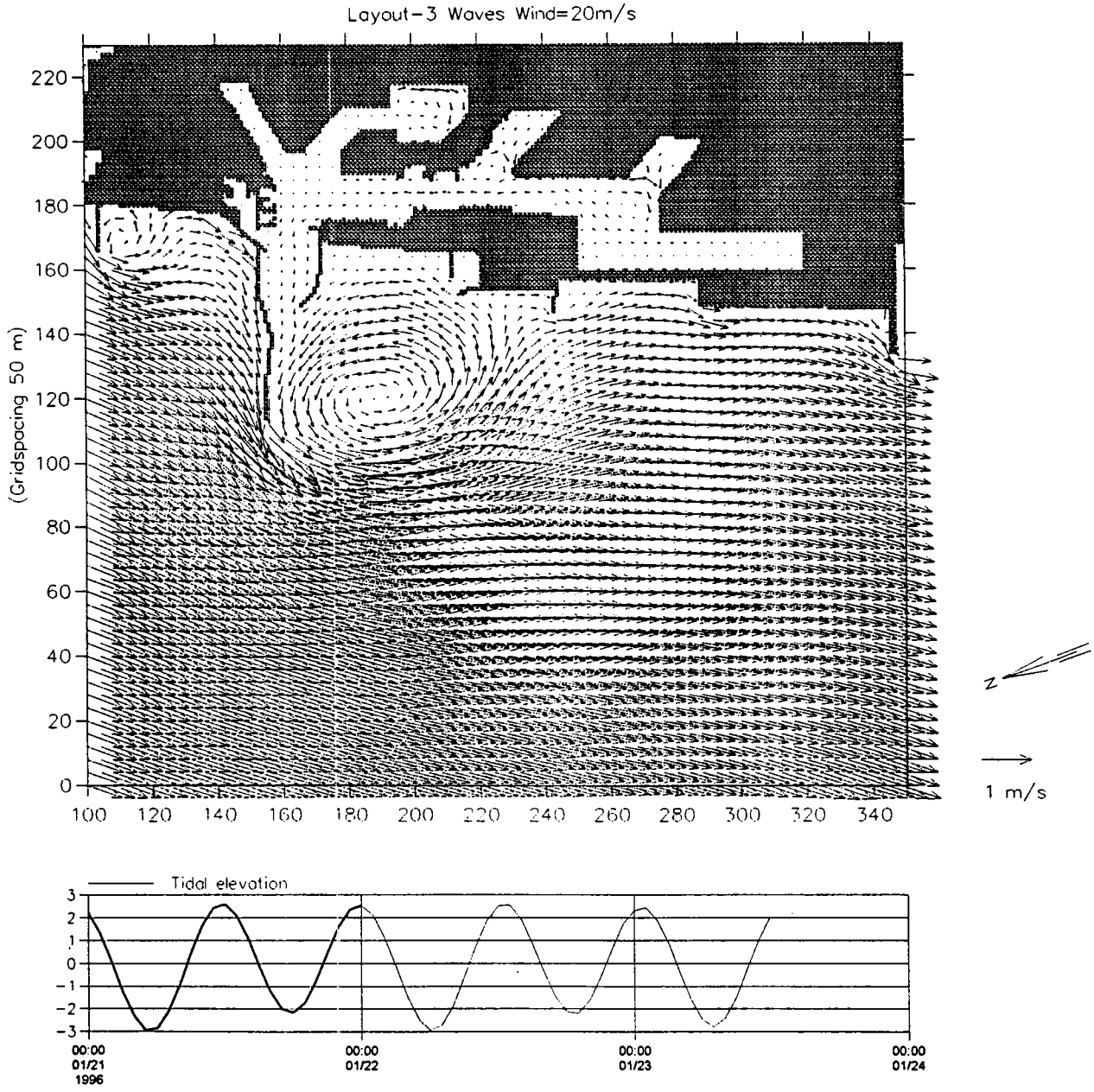
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

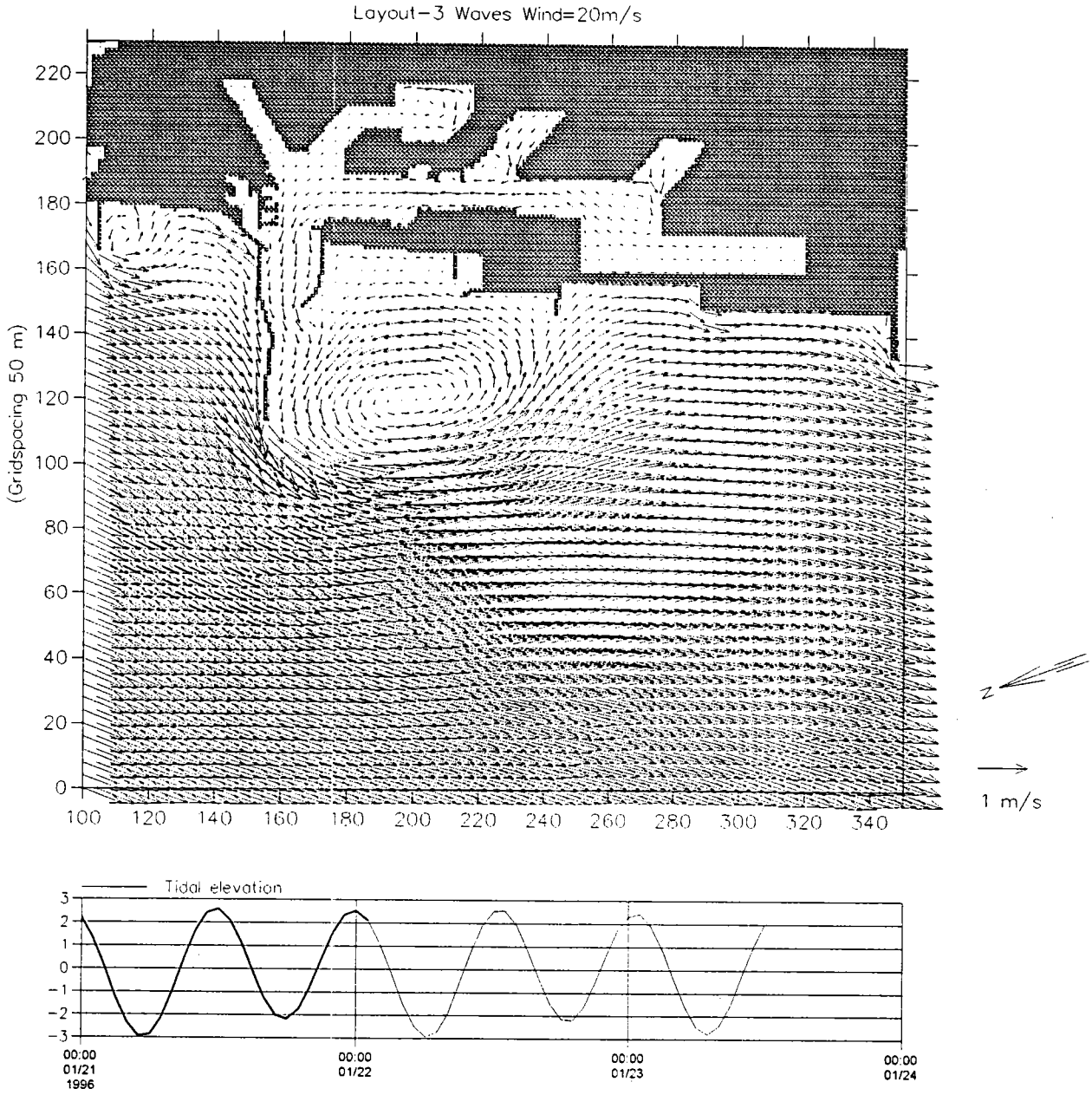
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位



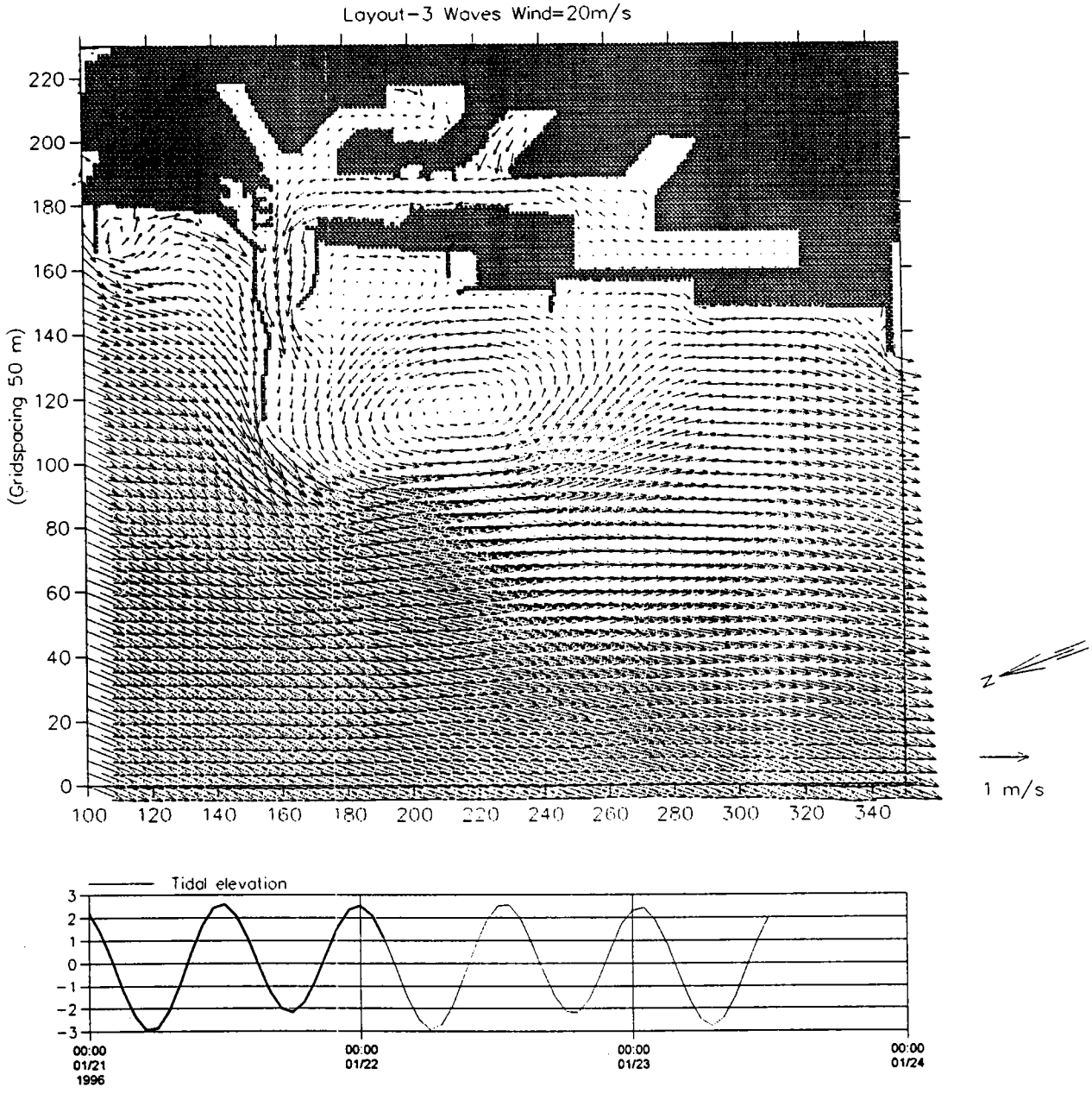

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

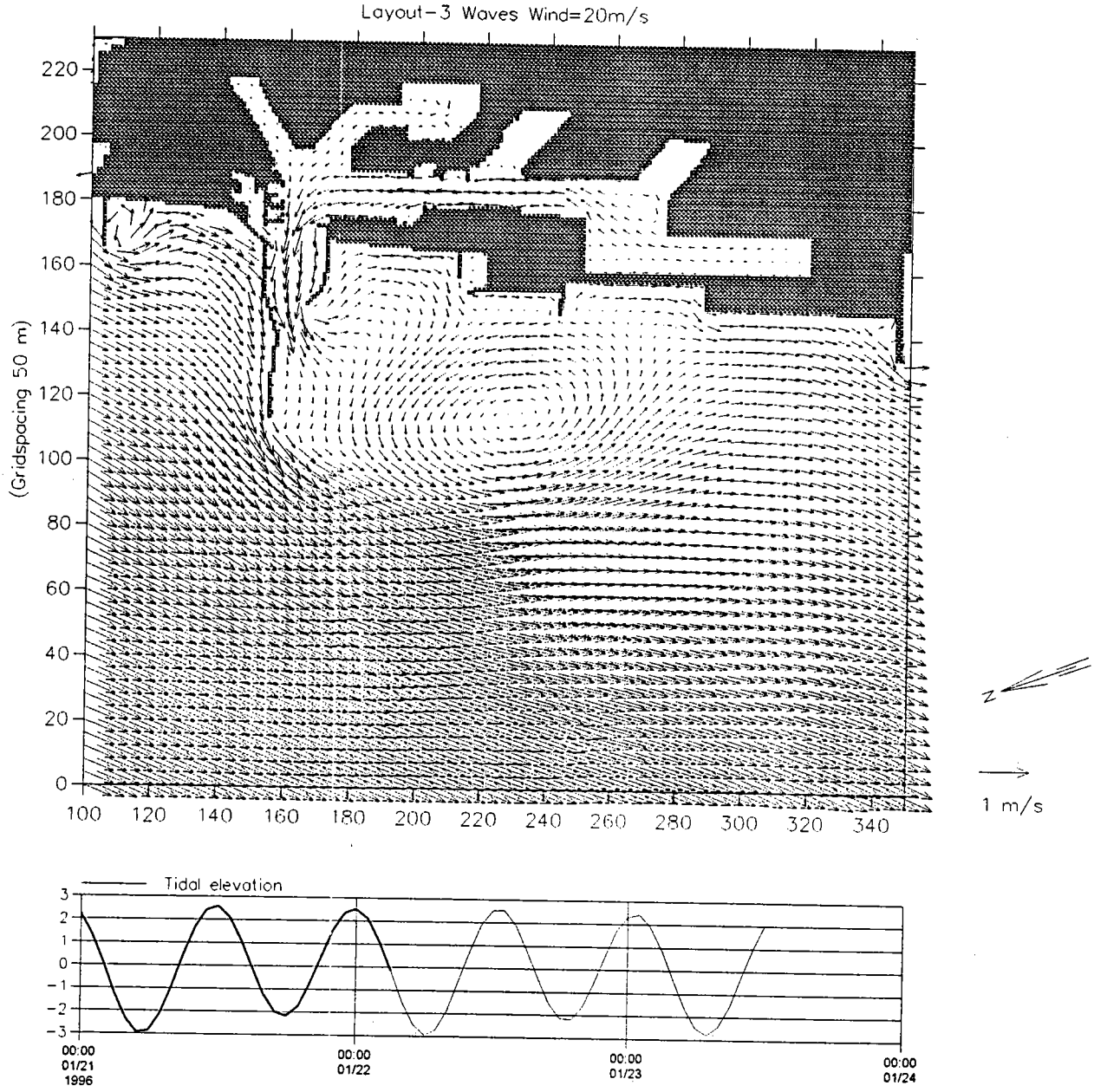

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

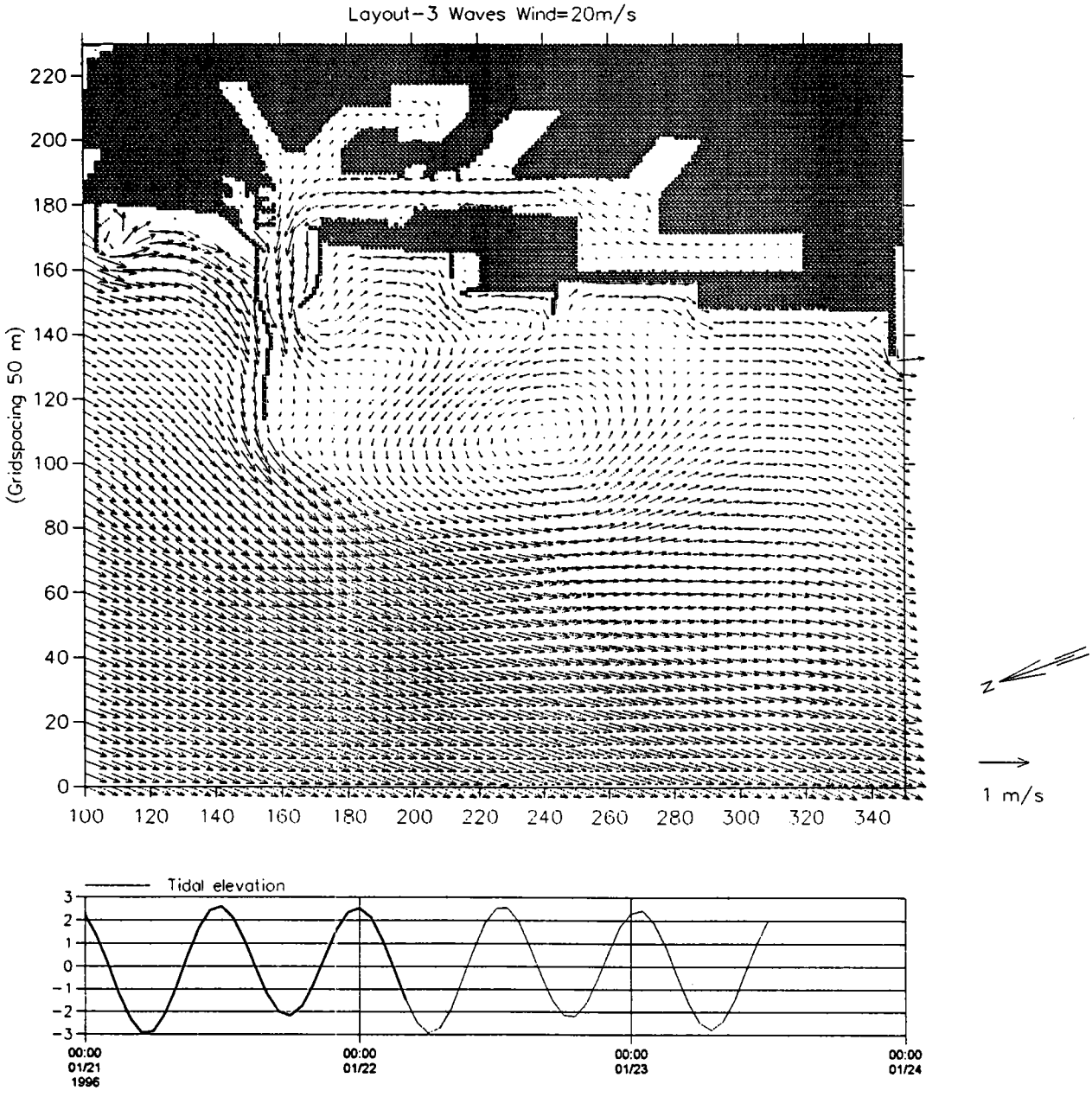

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

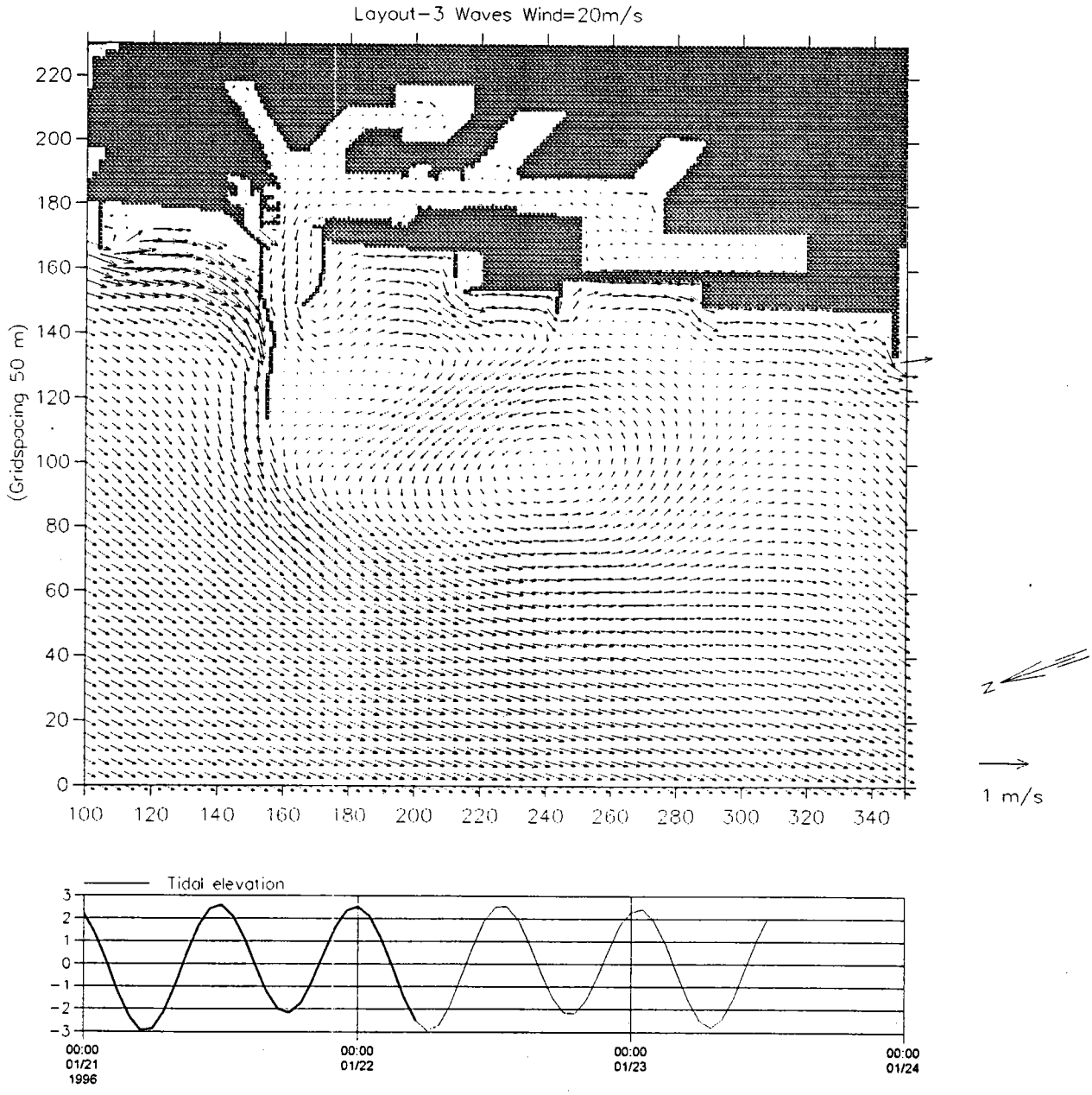
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

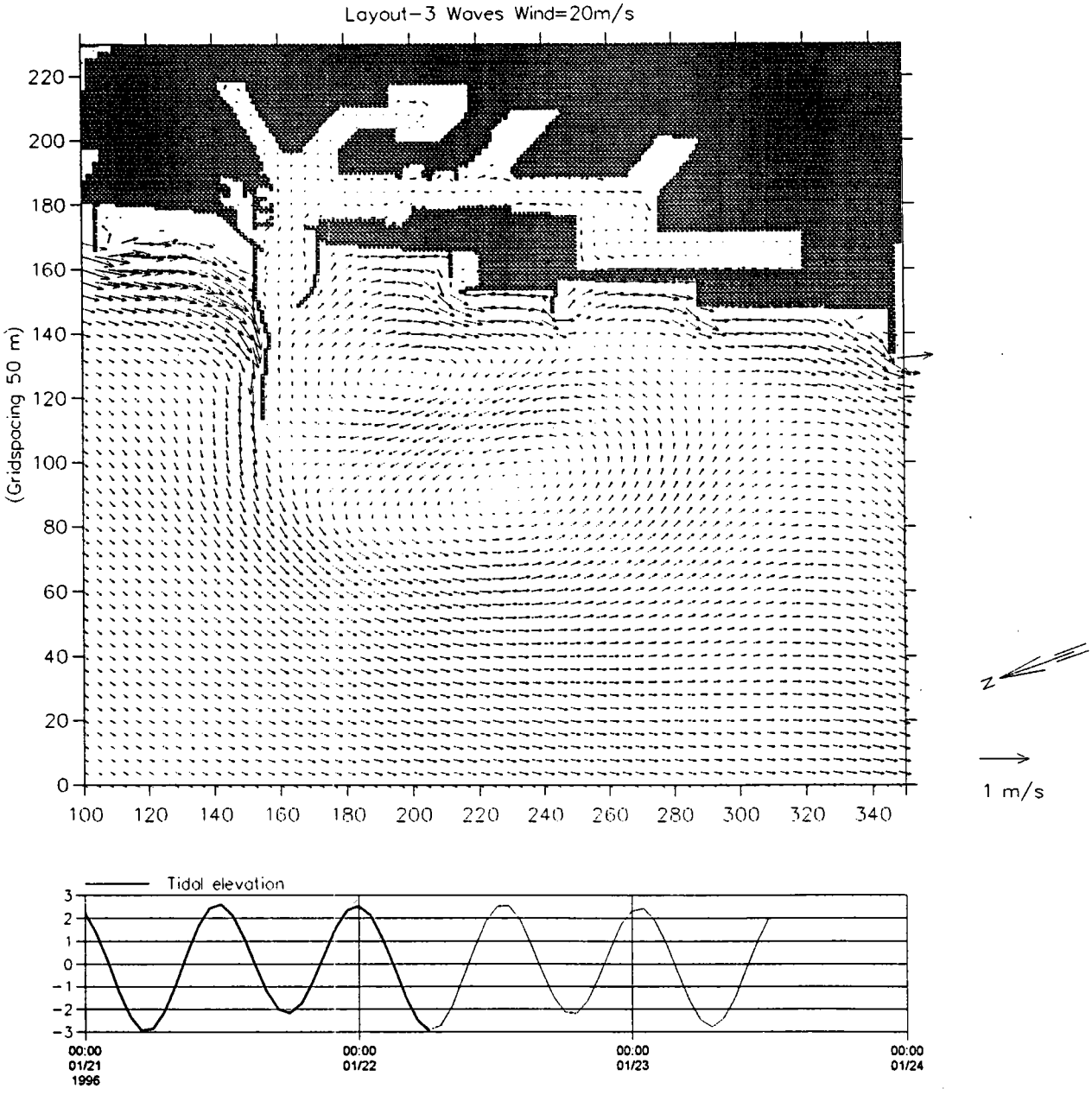

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

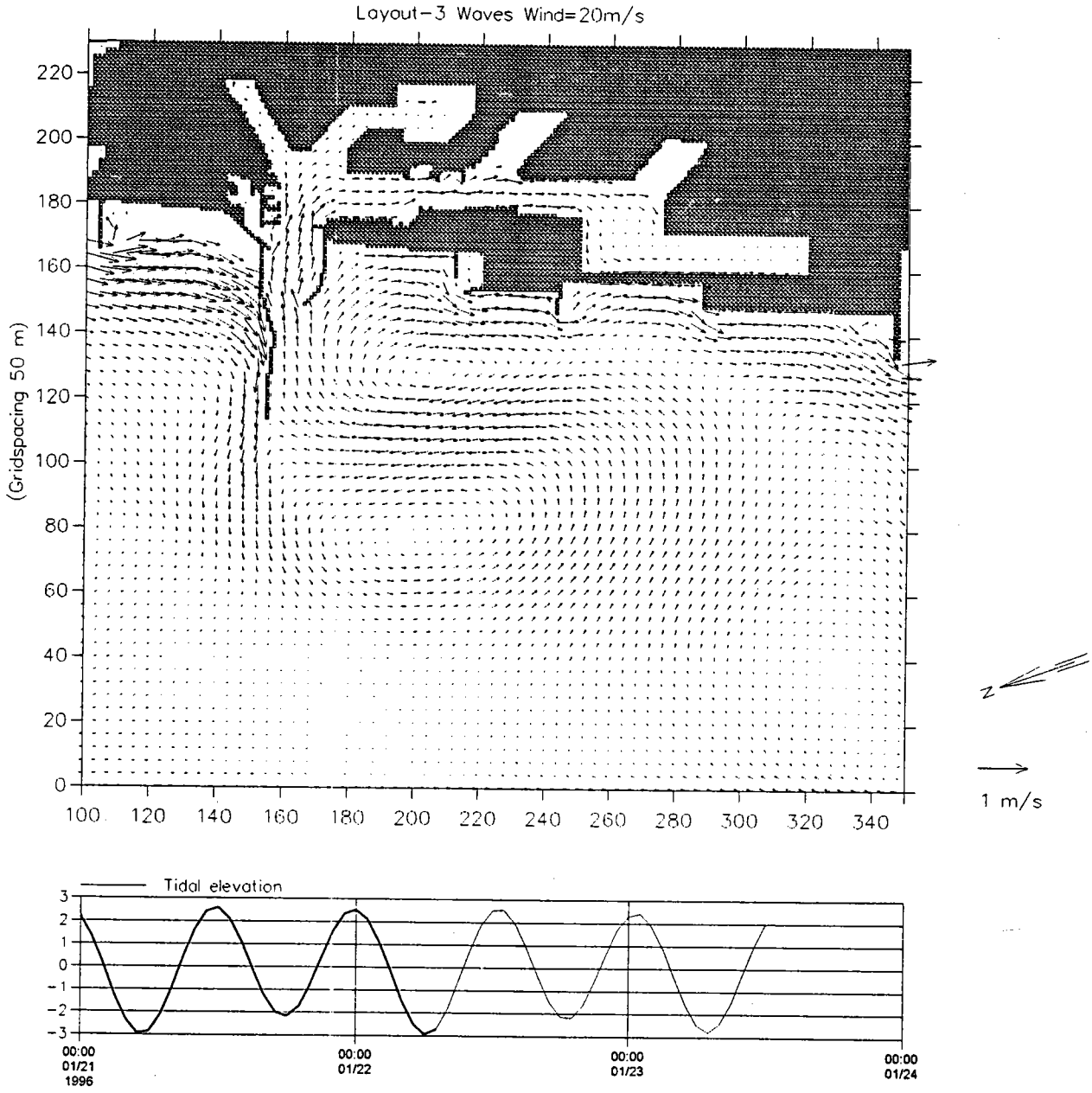
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

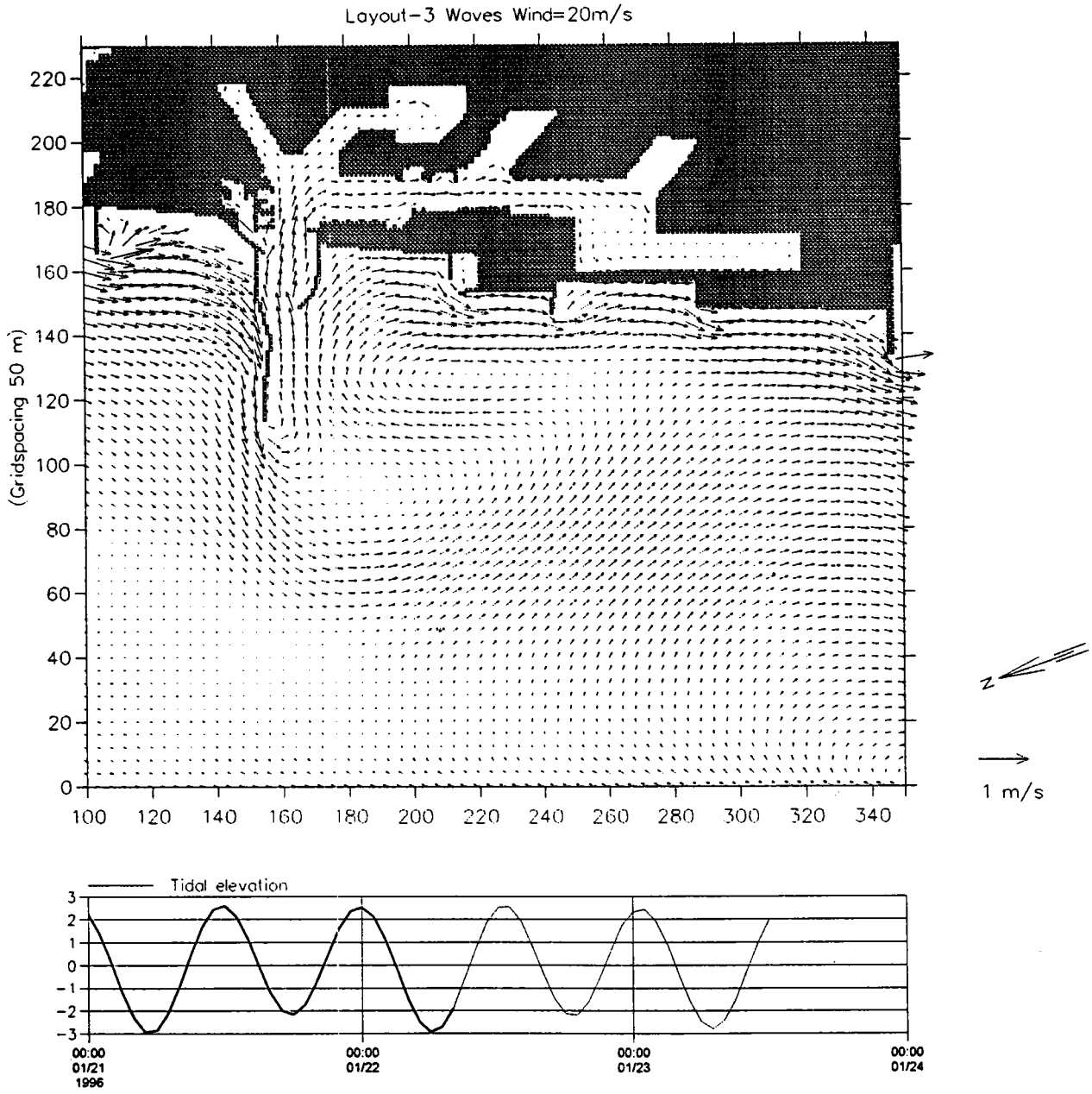

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

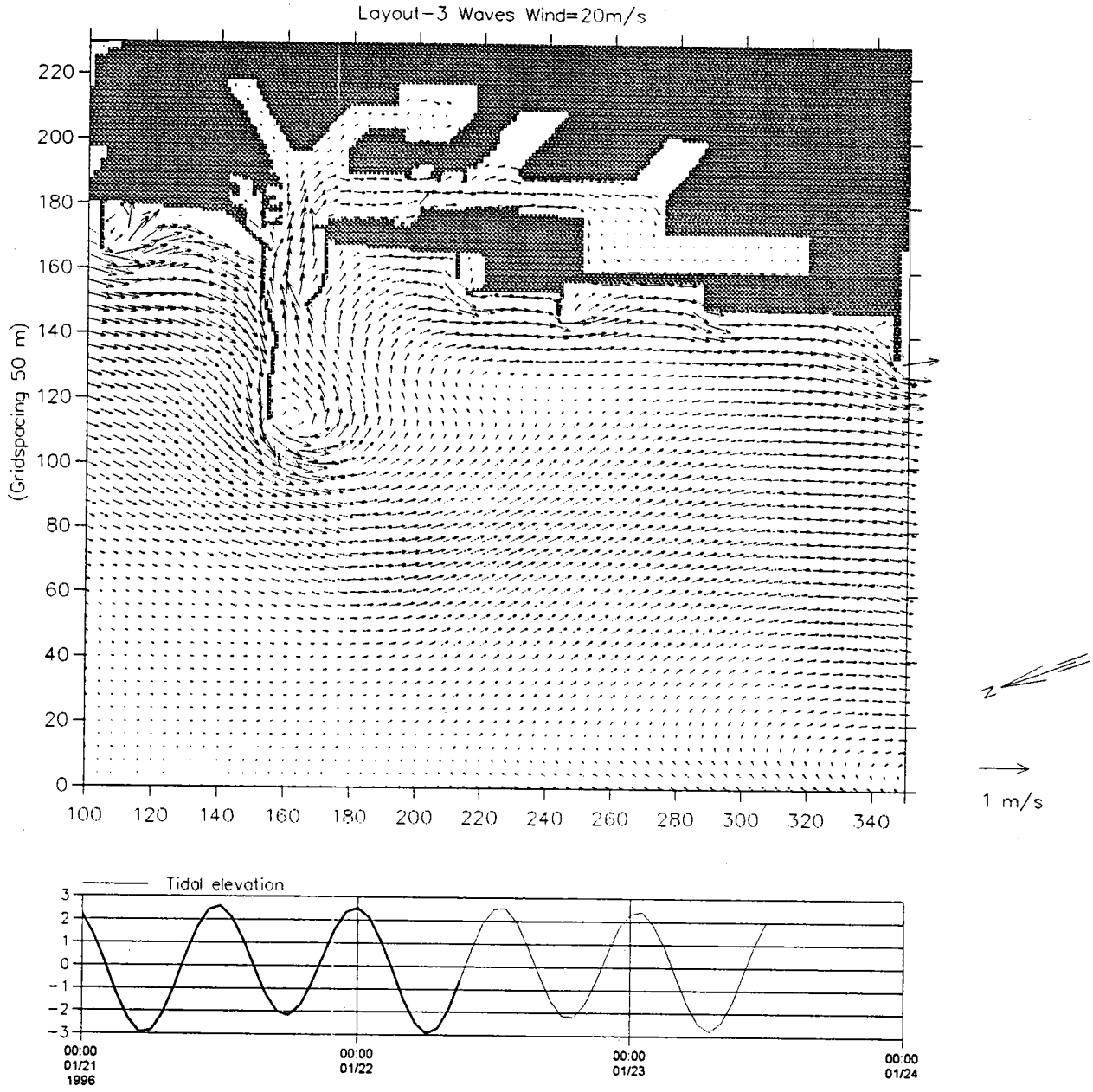

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

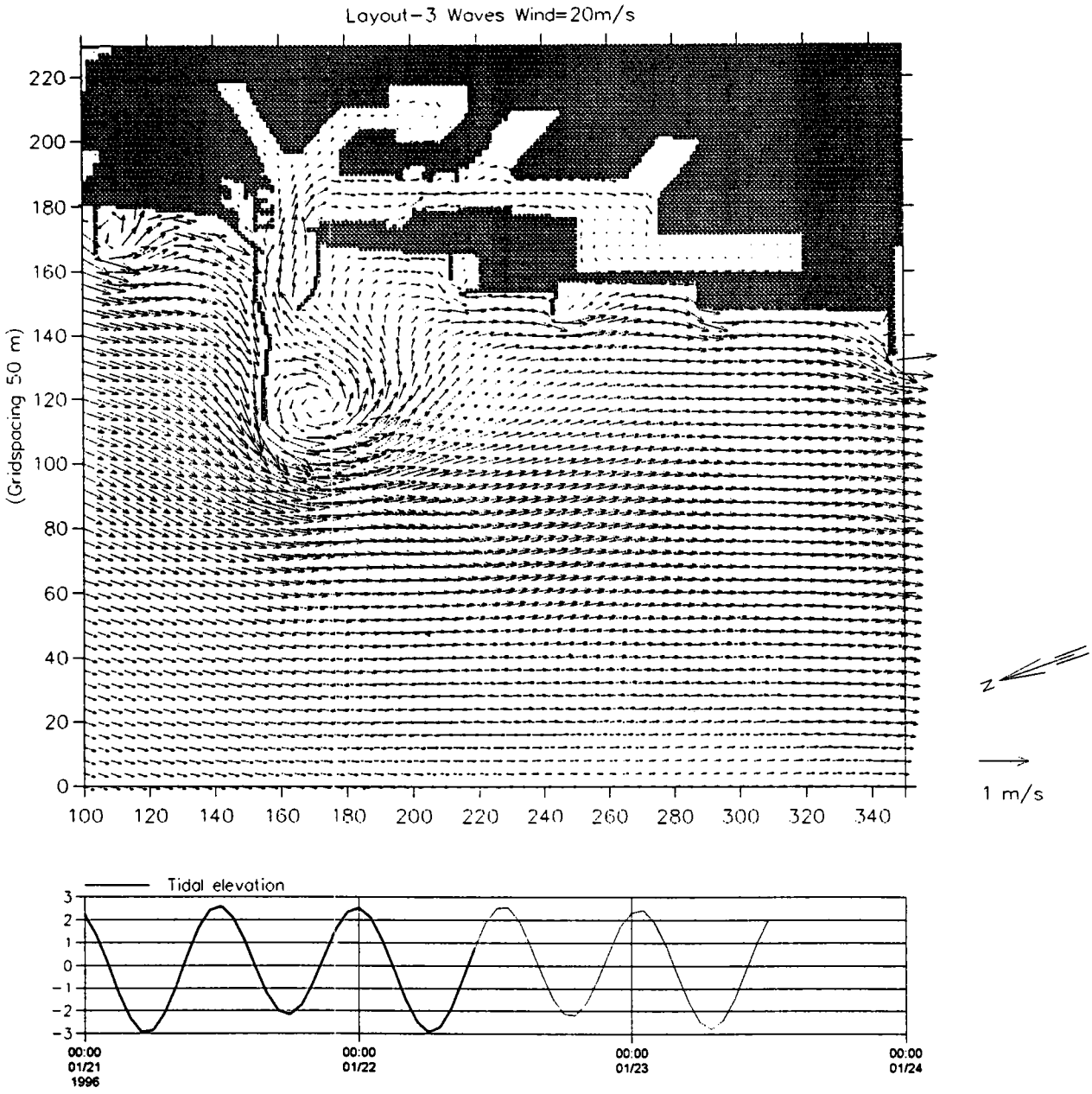

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

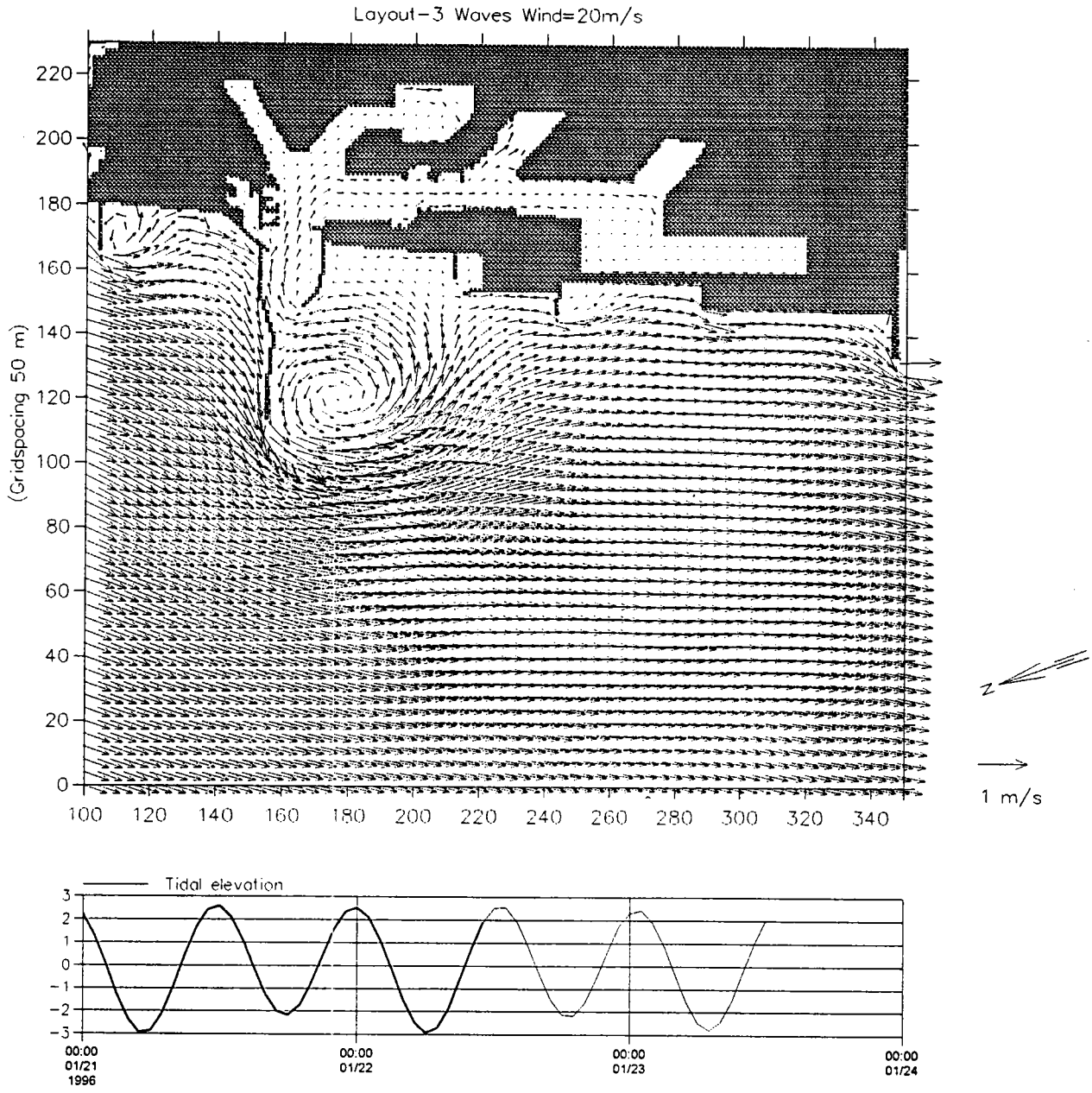

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

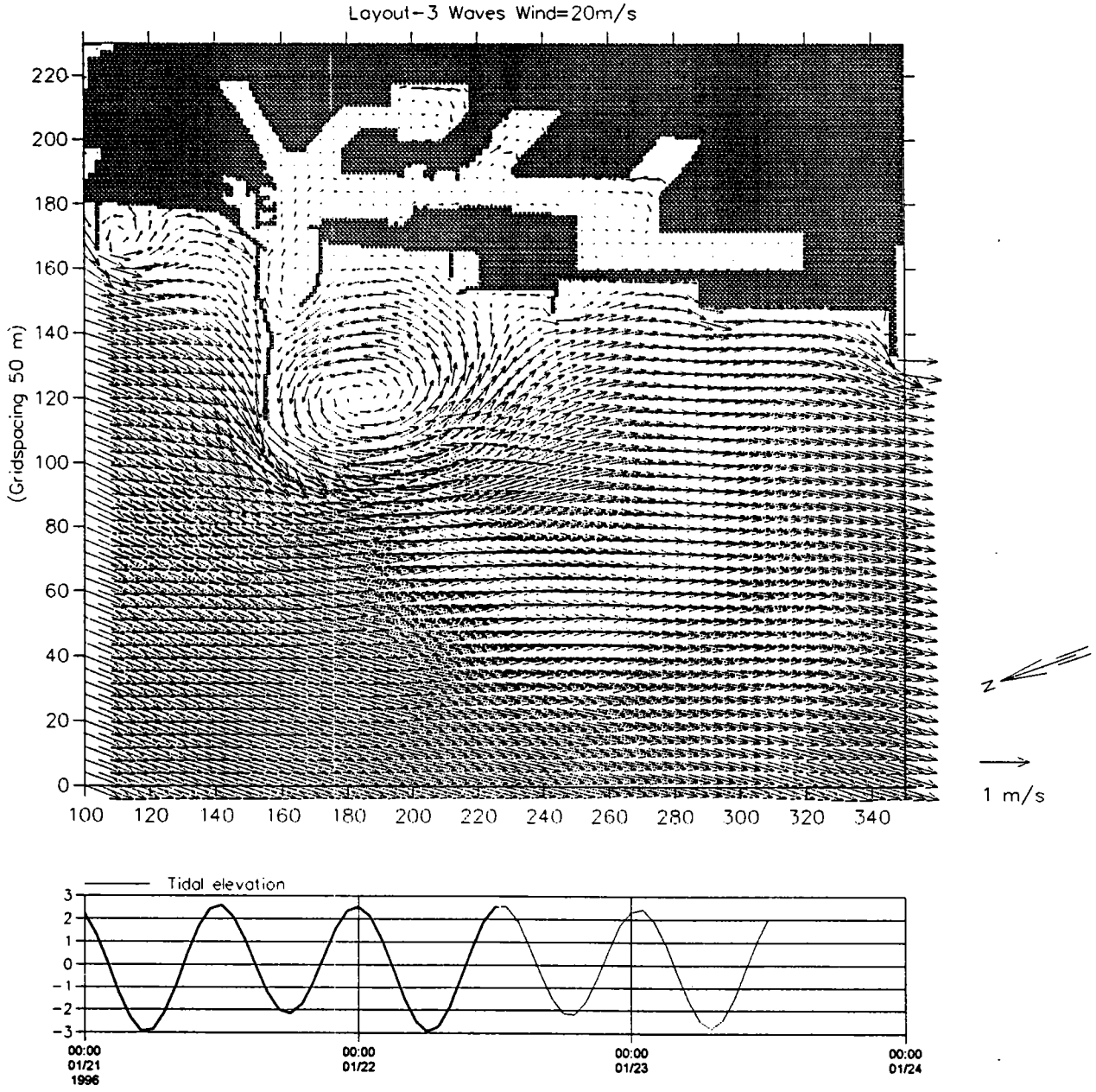

Layout-3 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-4a

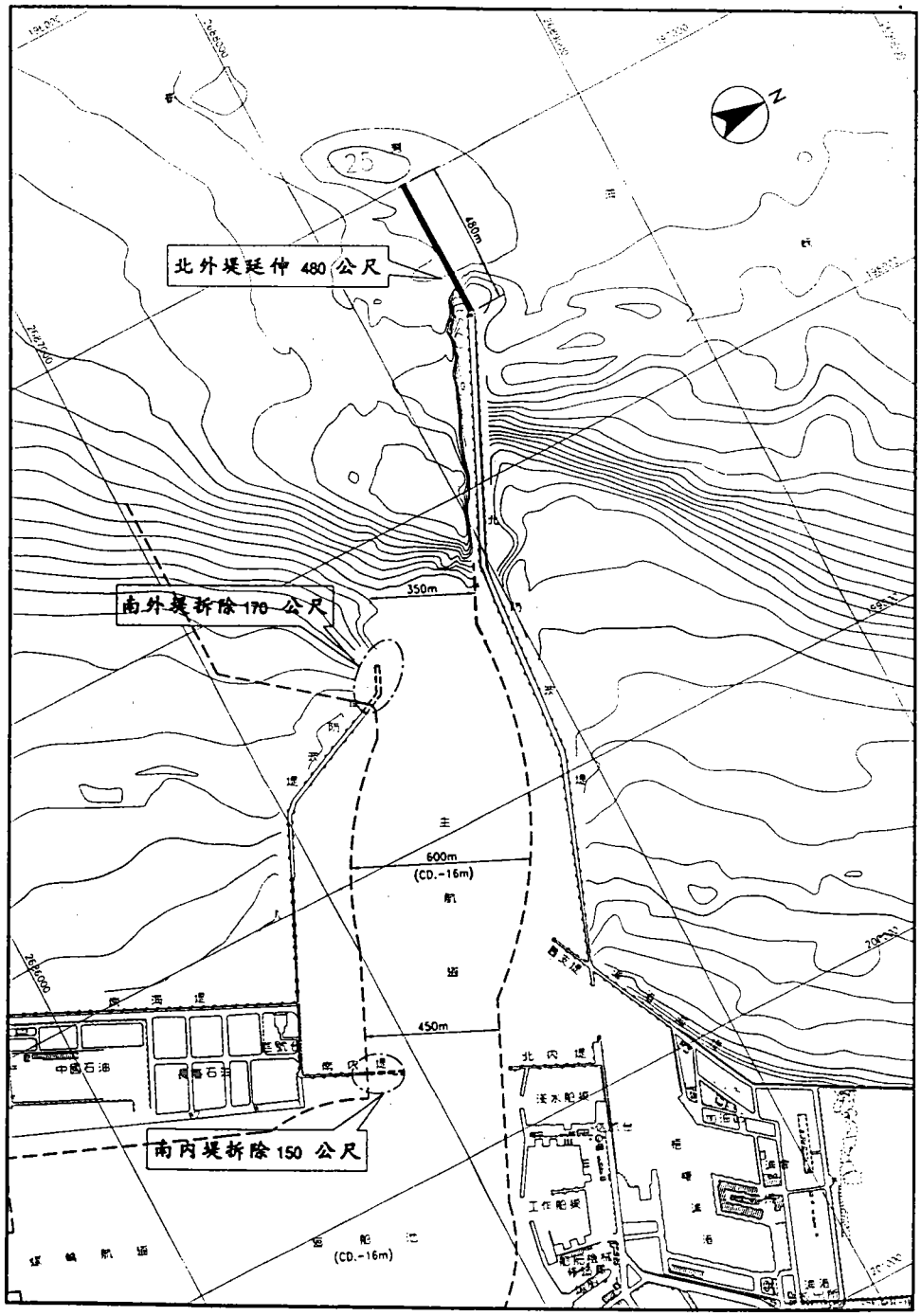
台中港港口二期擴建規劃---替選方案四

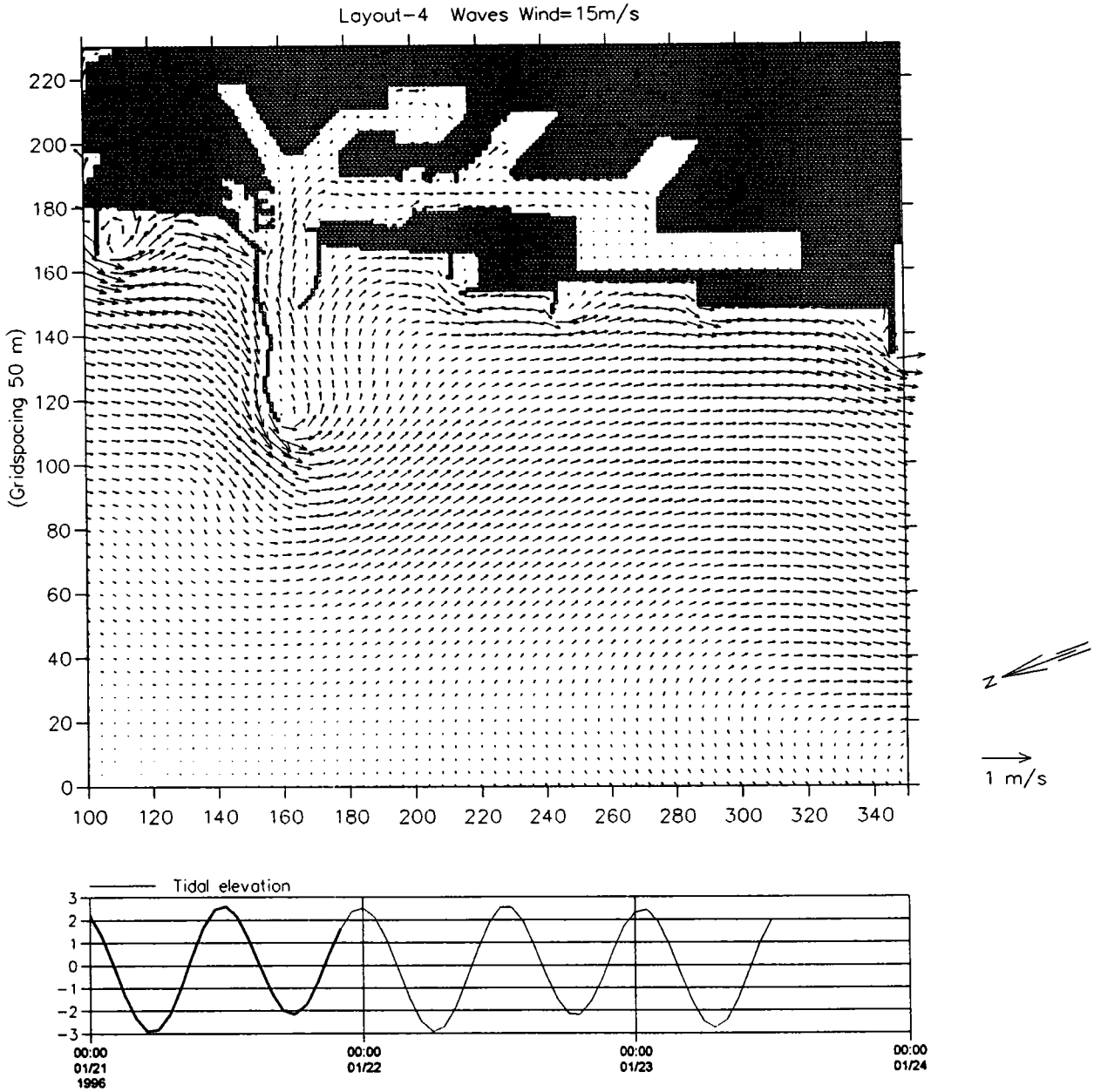
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

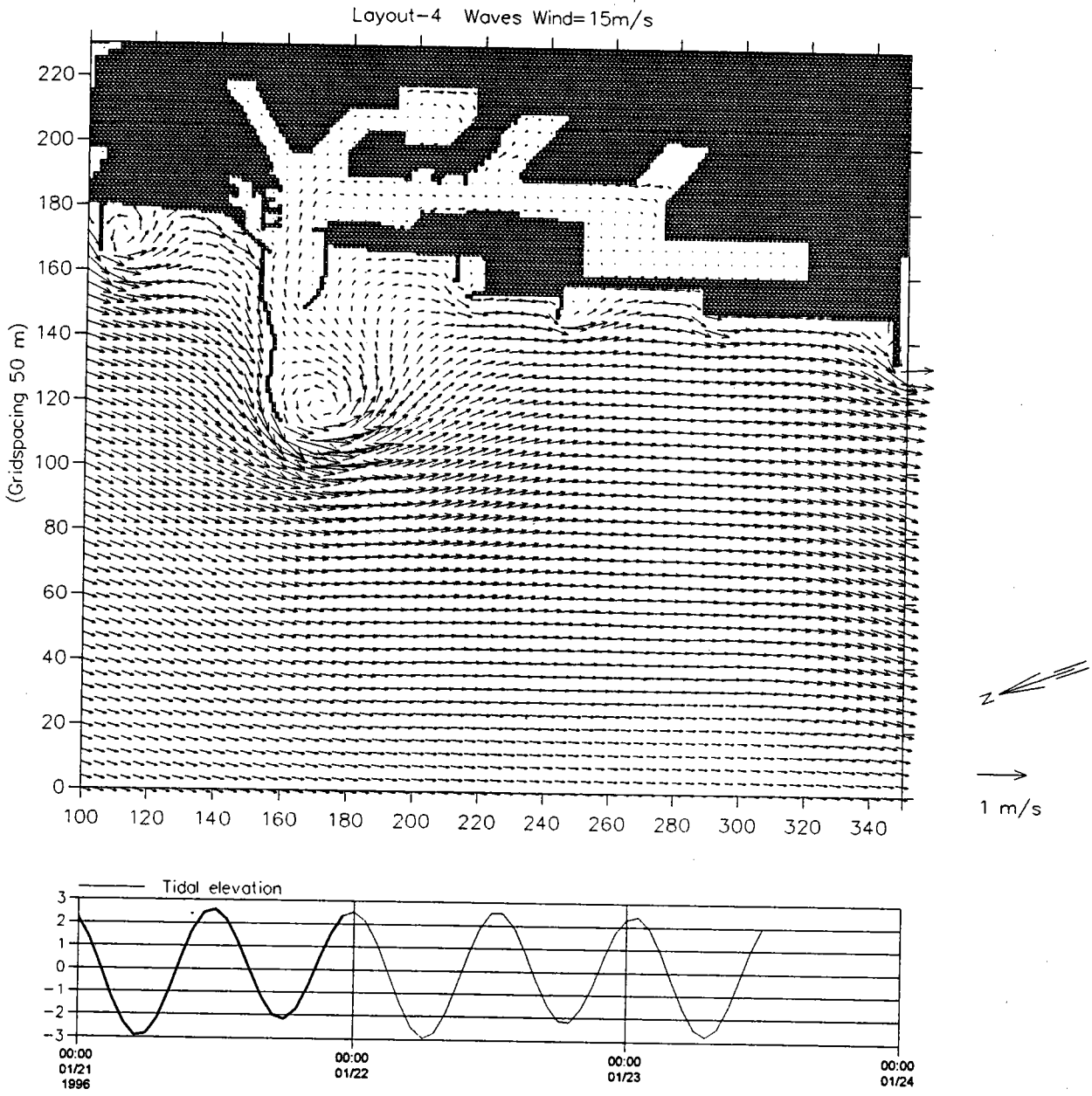
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

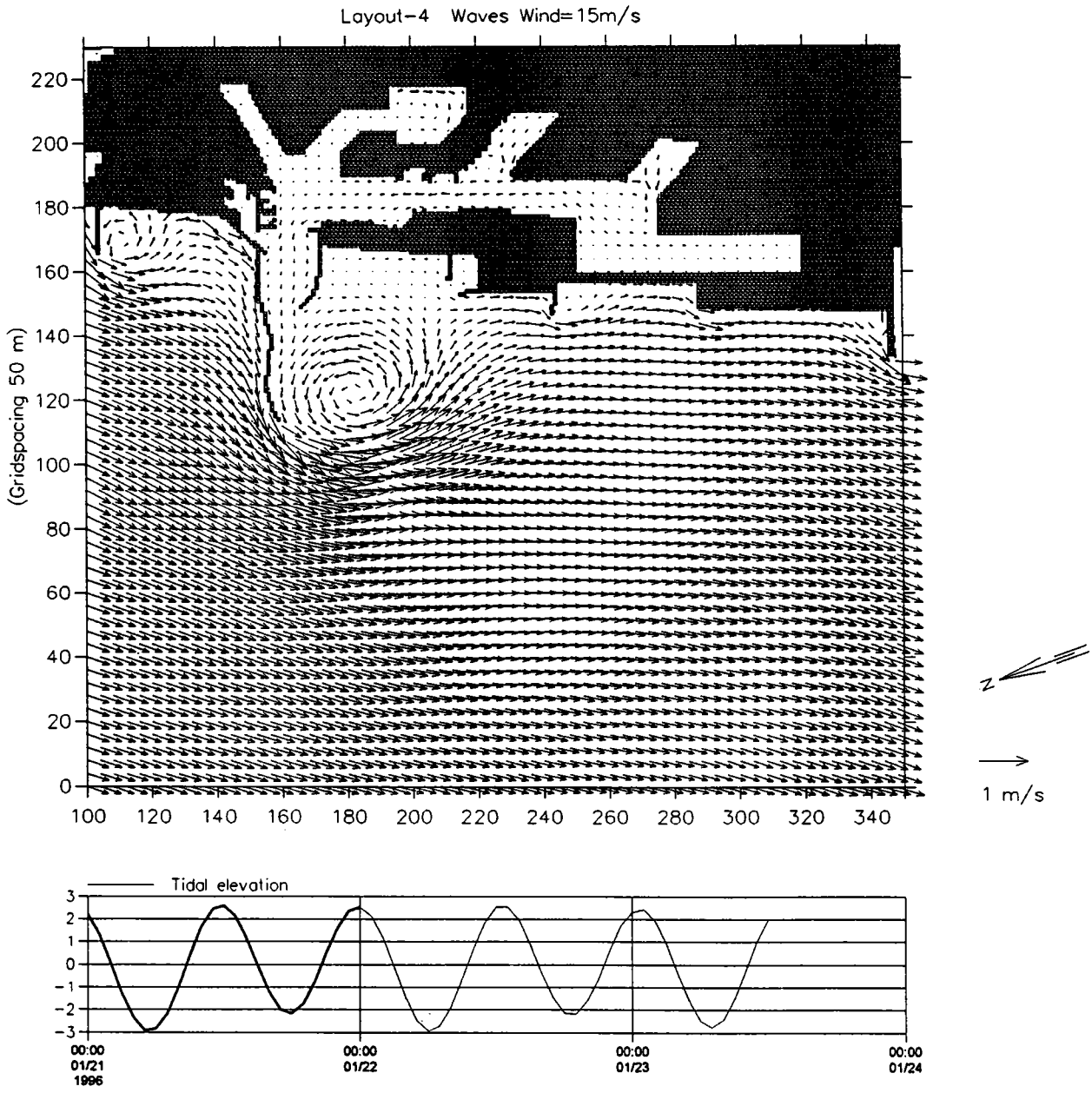
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

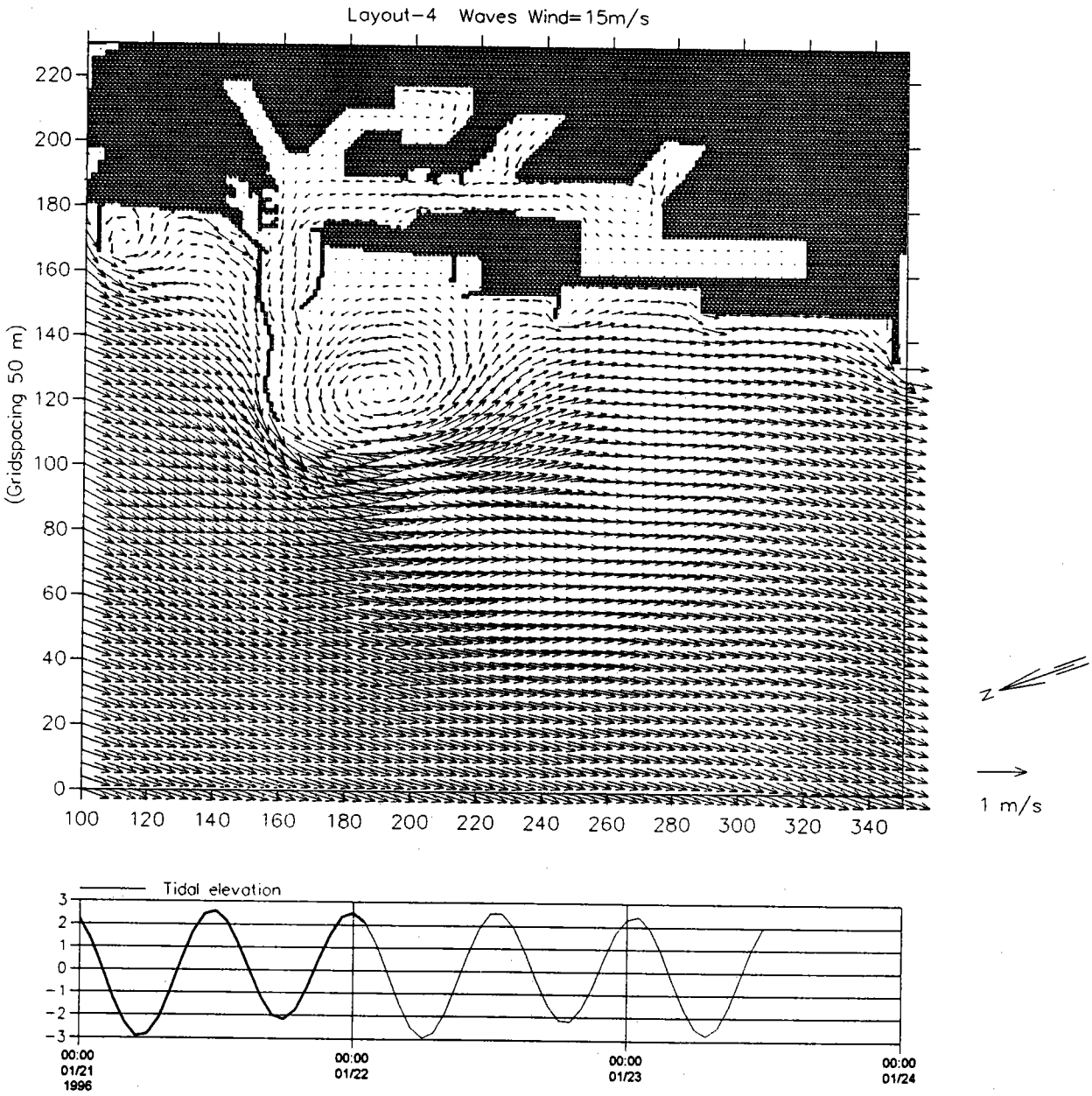
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

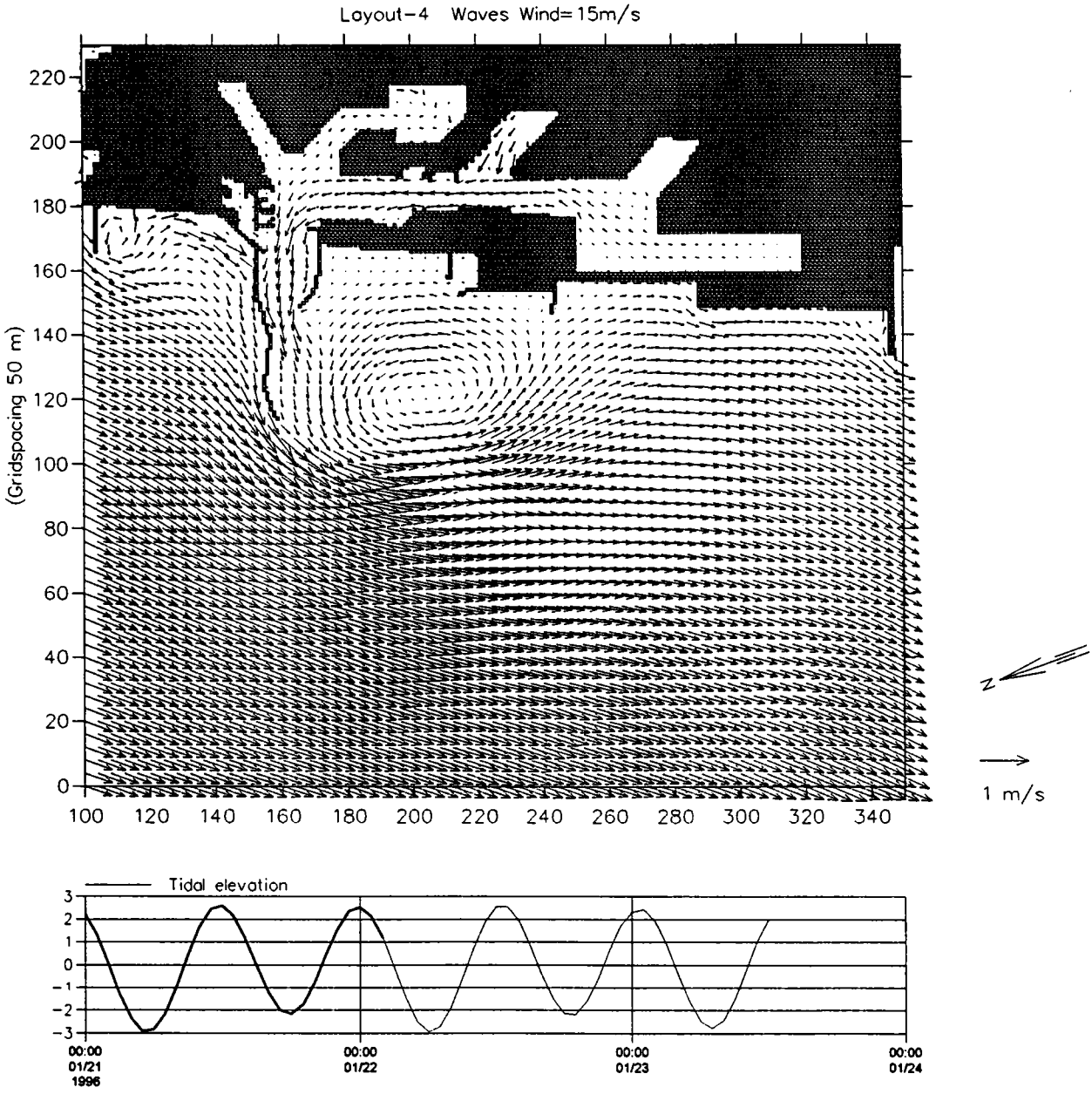


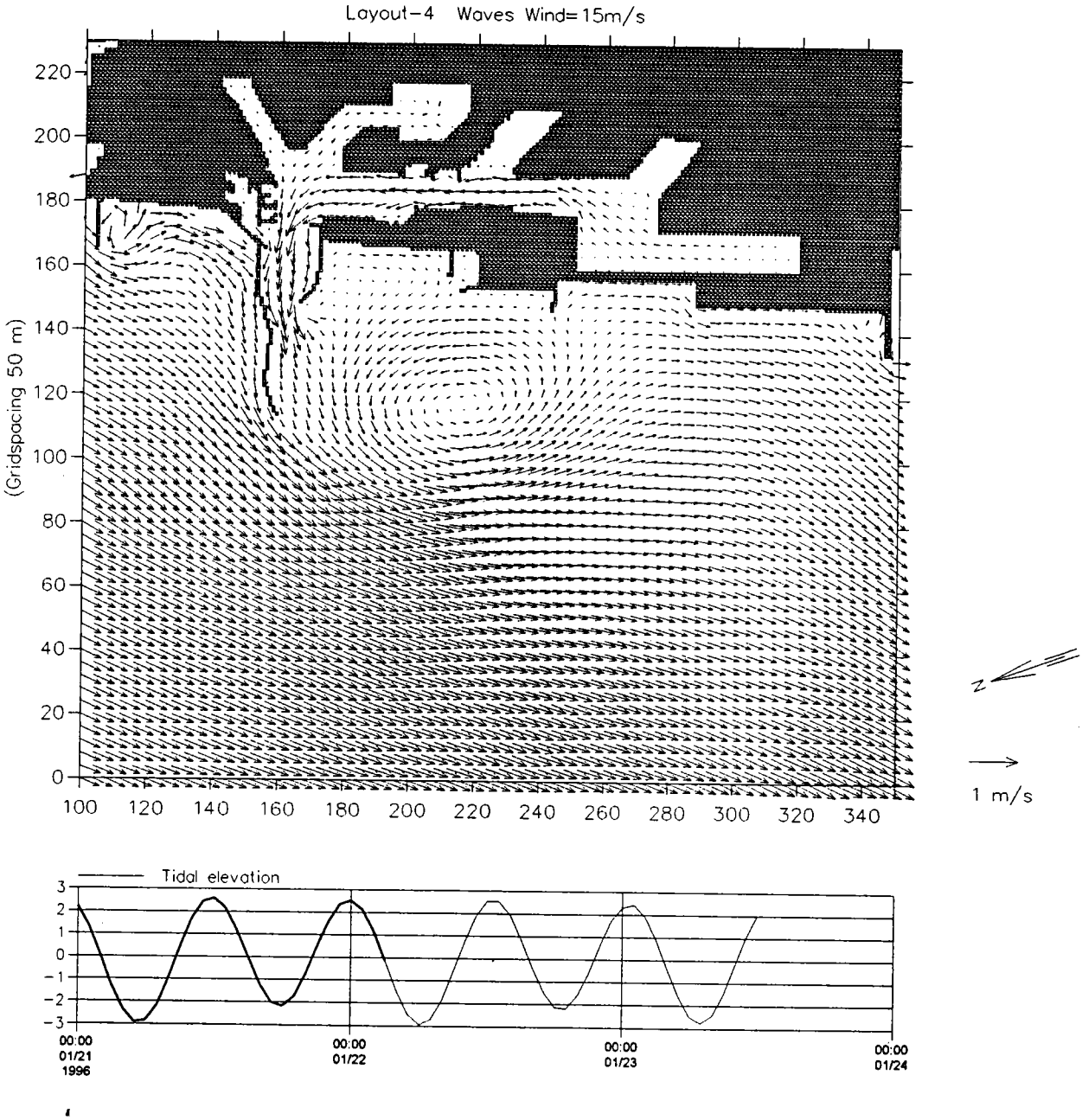

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

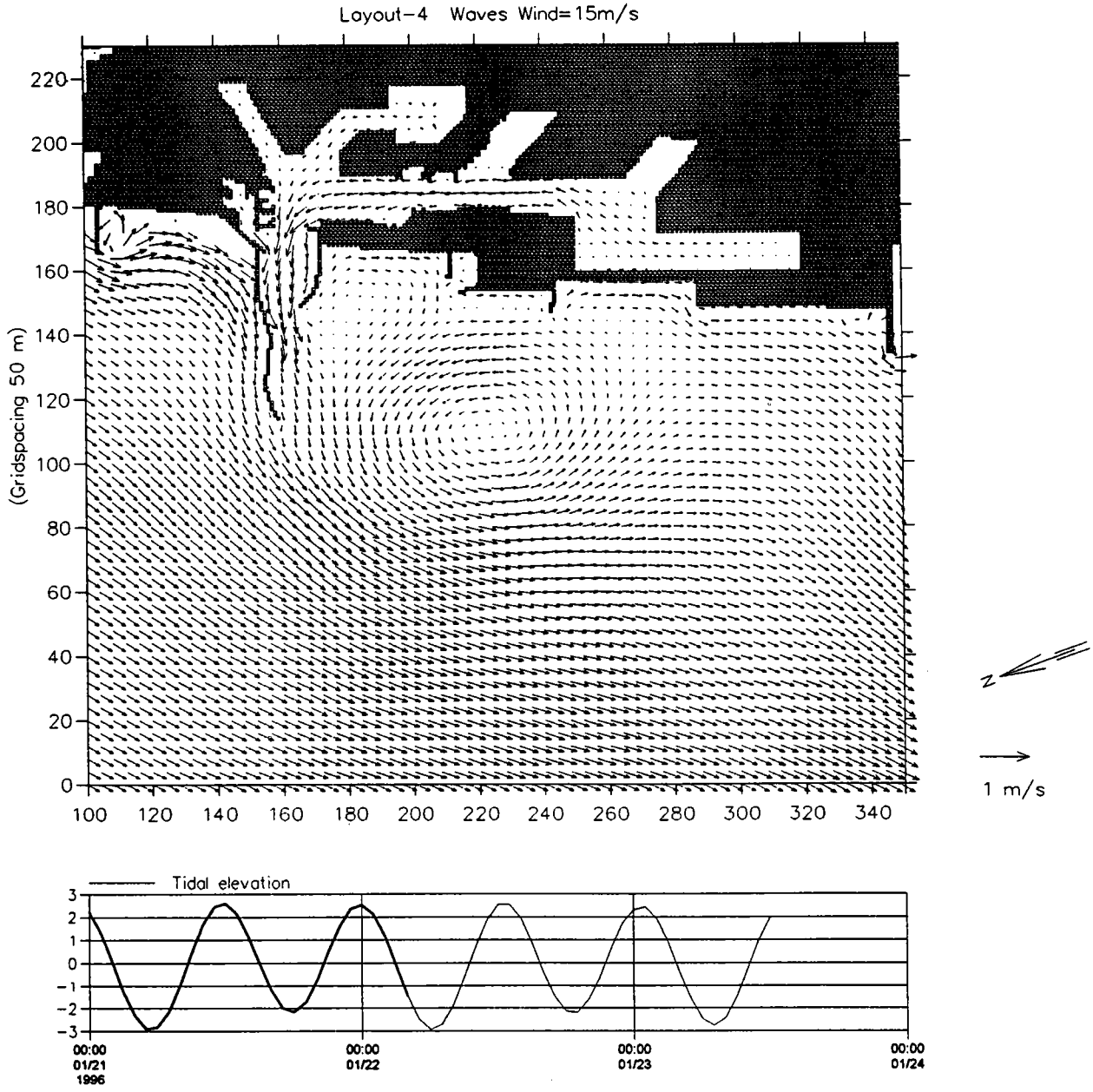

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

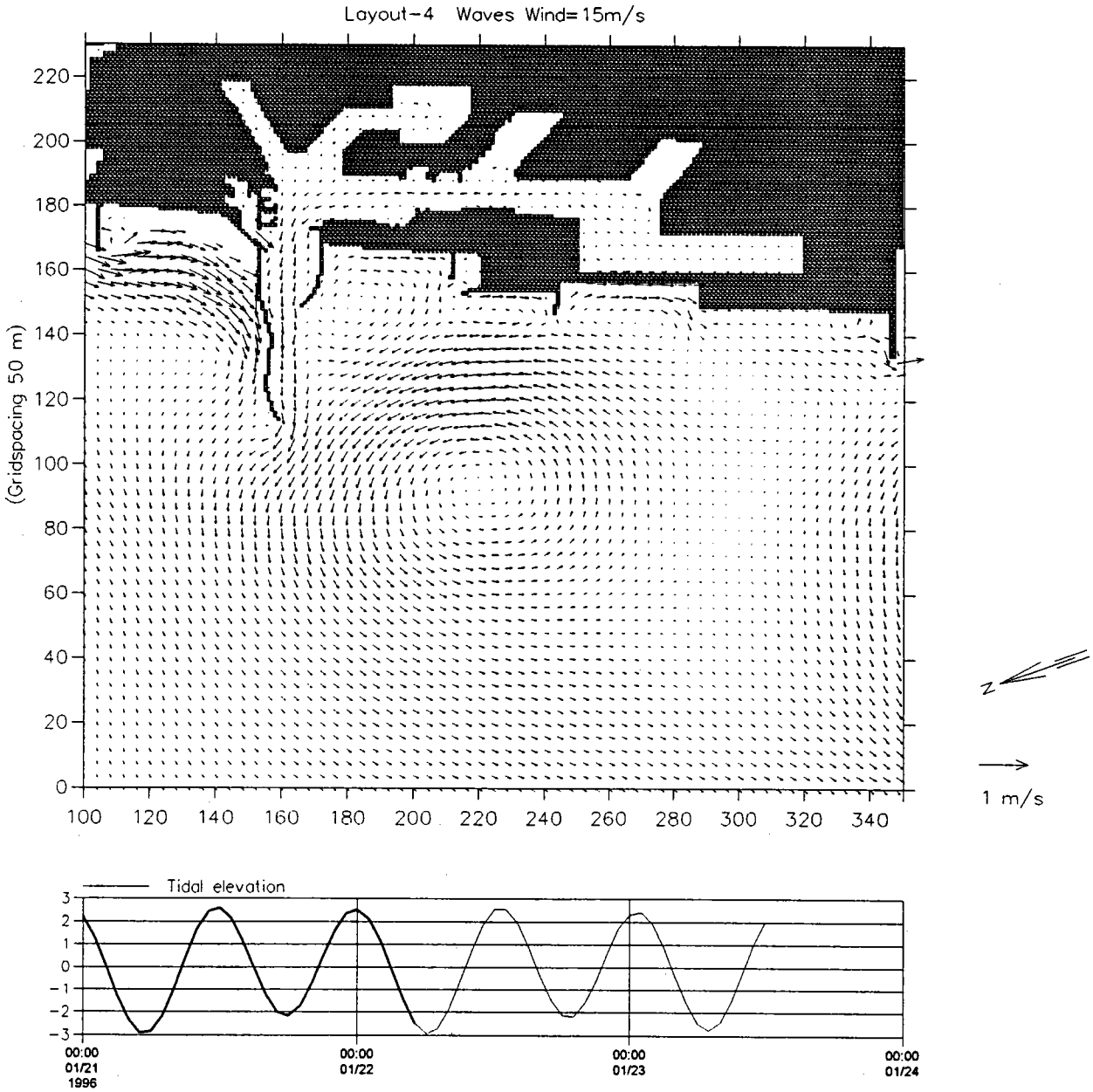

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

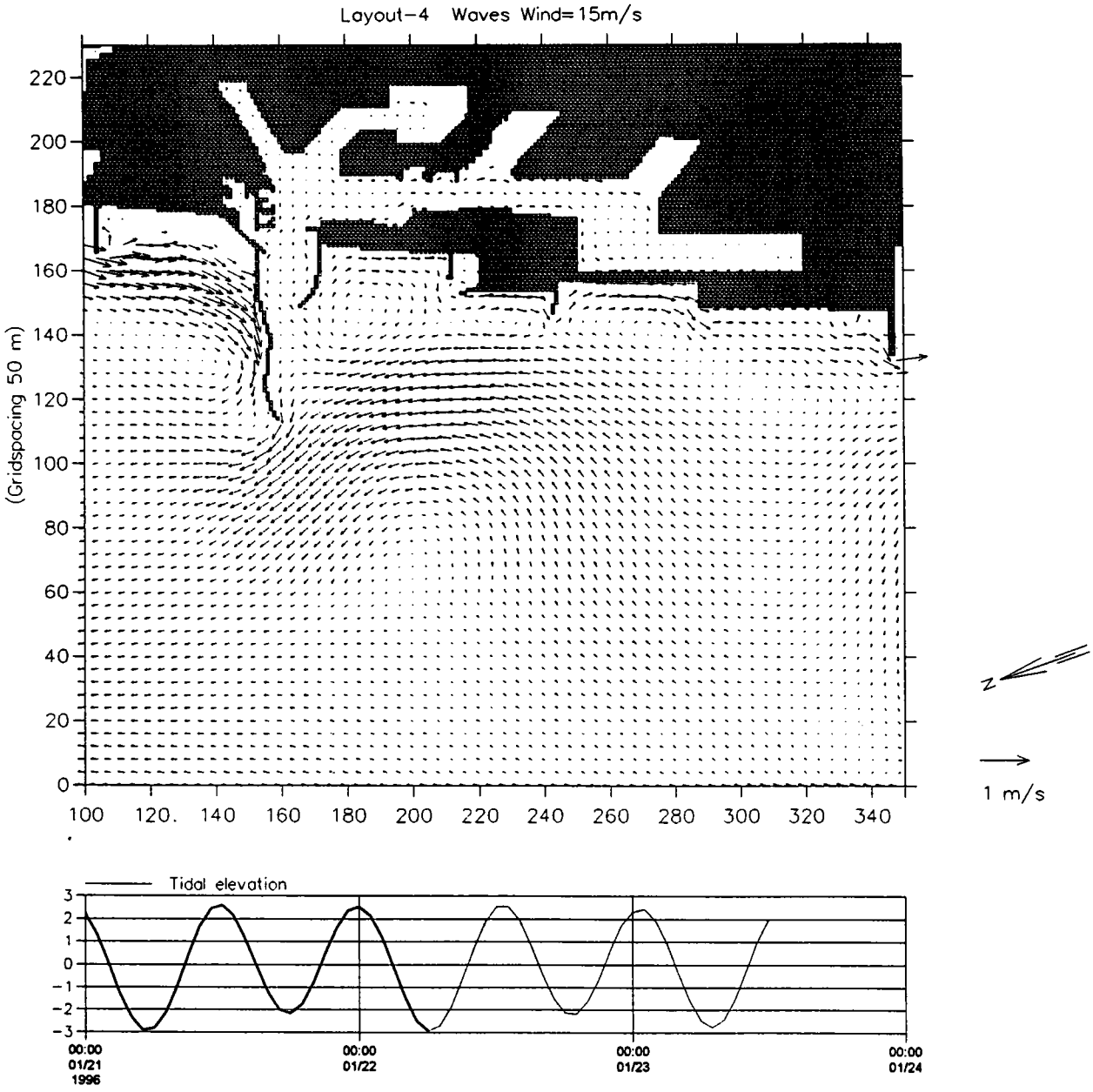

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

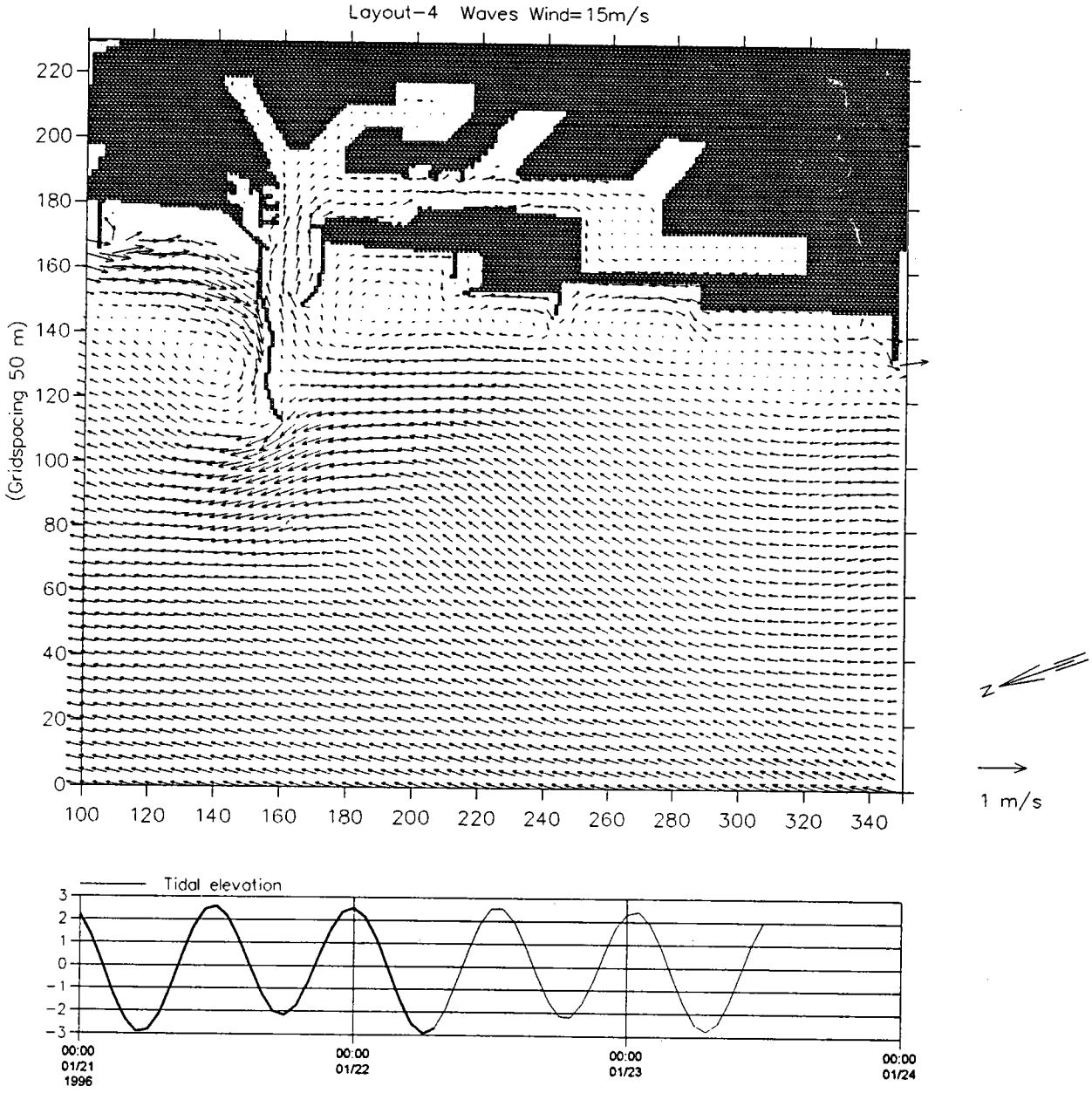

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

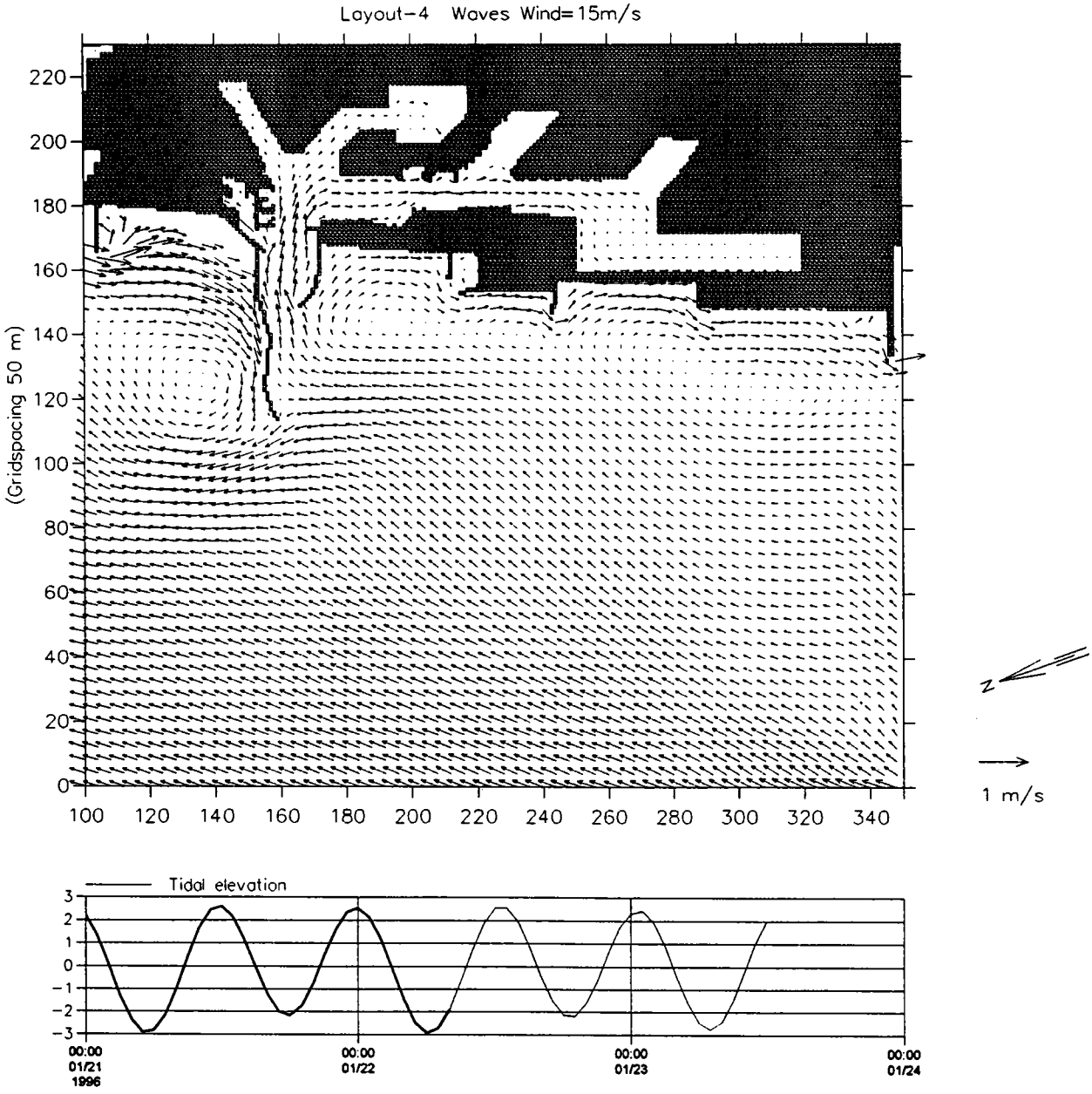

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

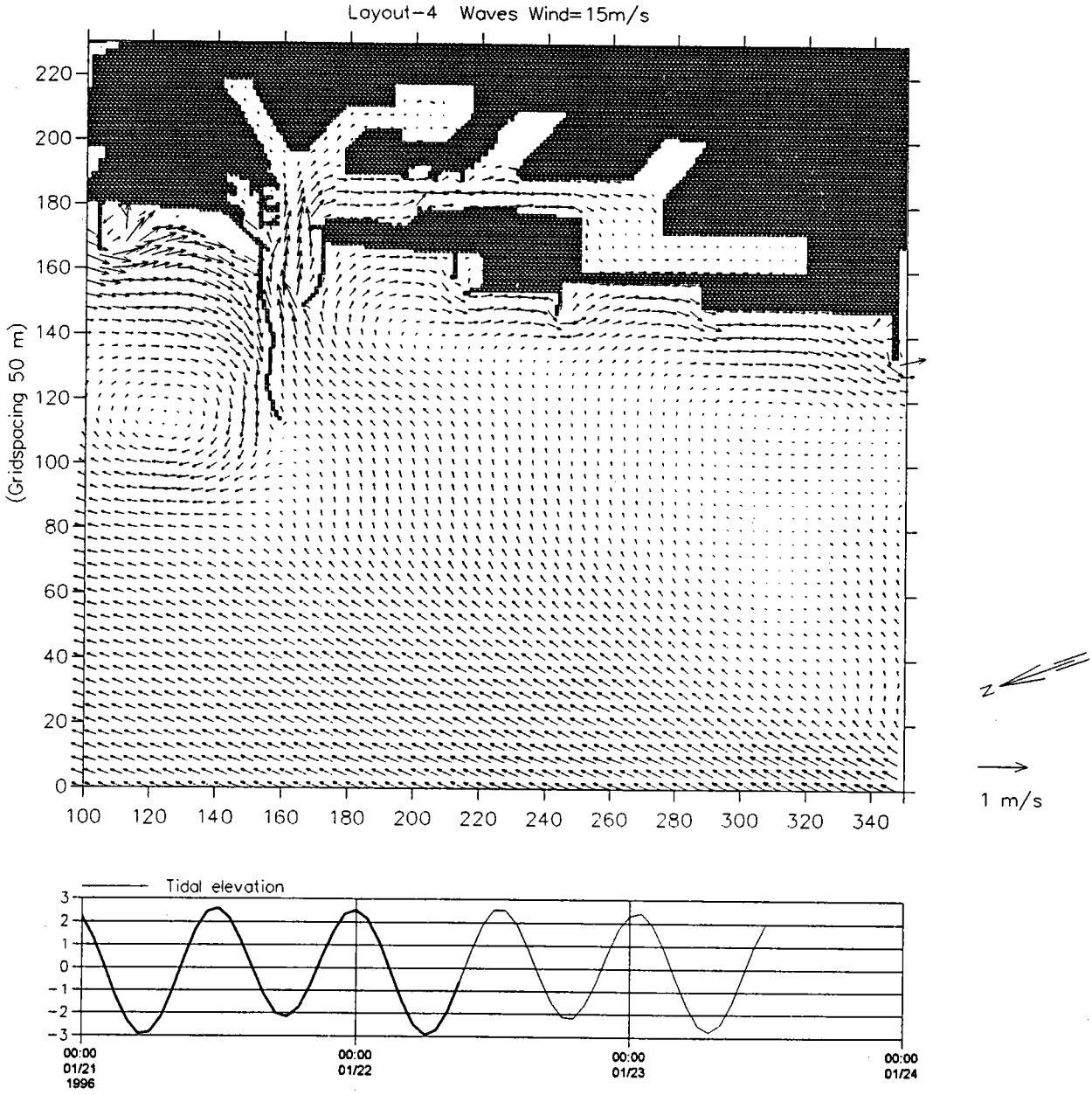

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

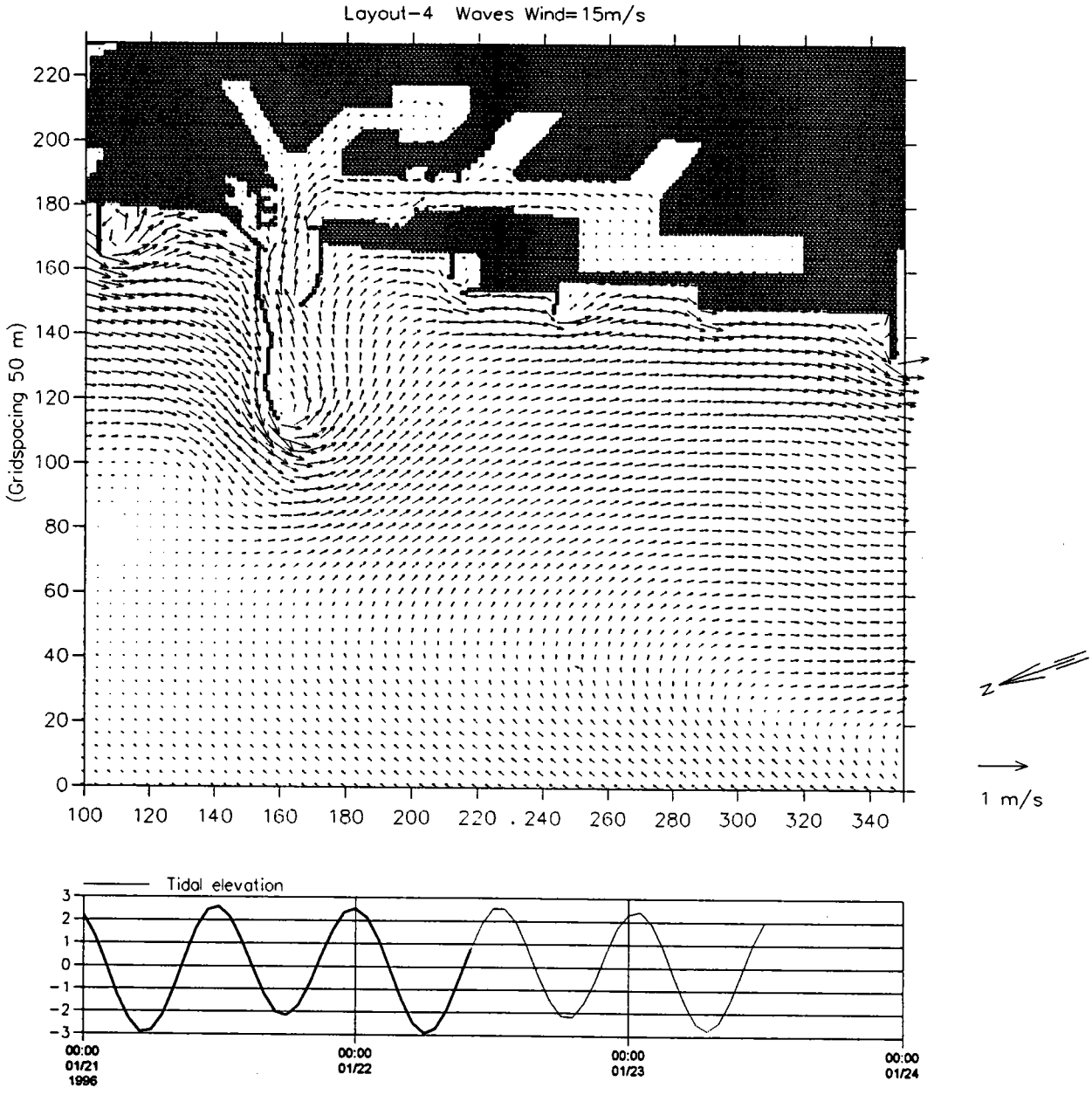

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

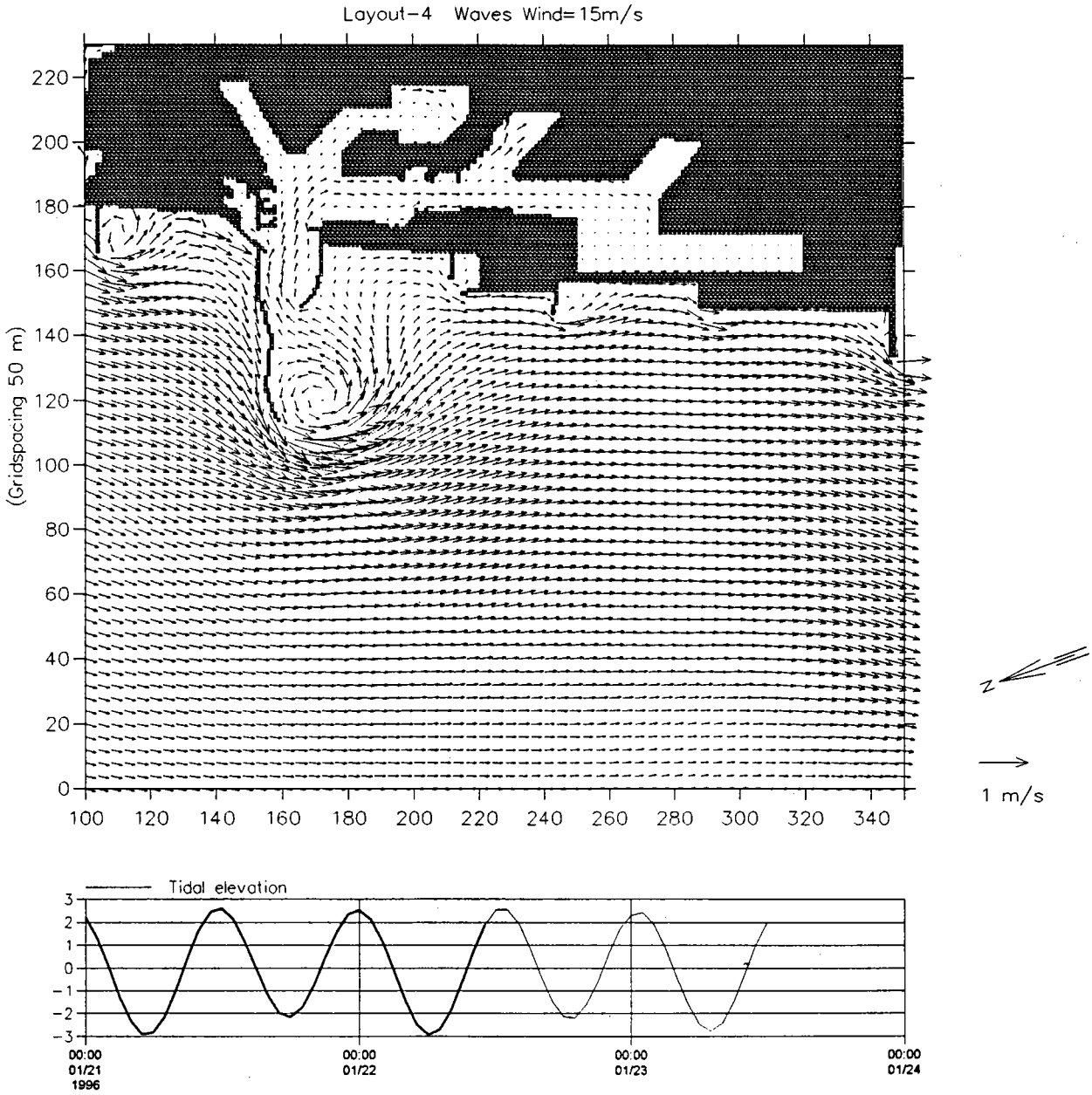

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

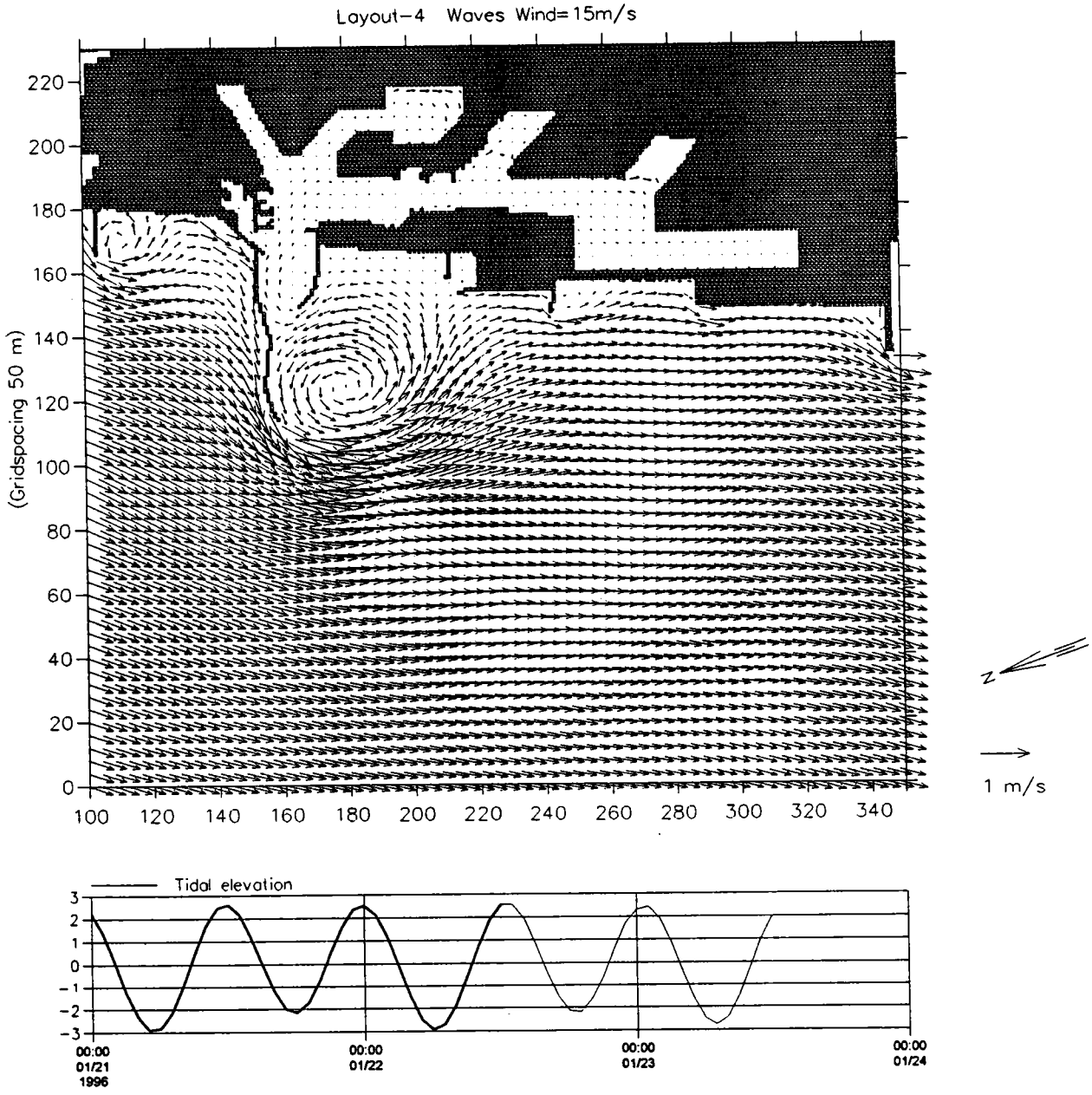

Layout-4 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-4b

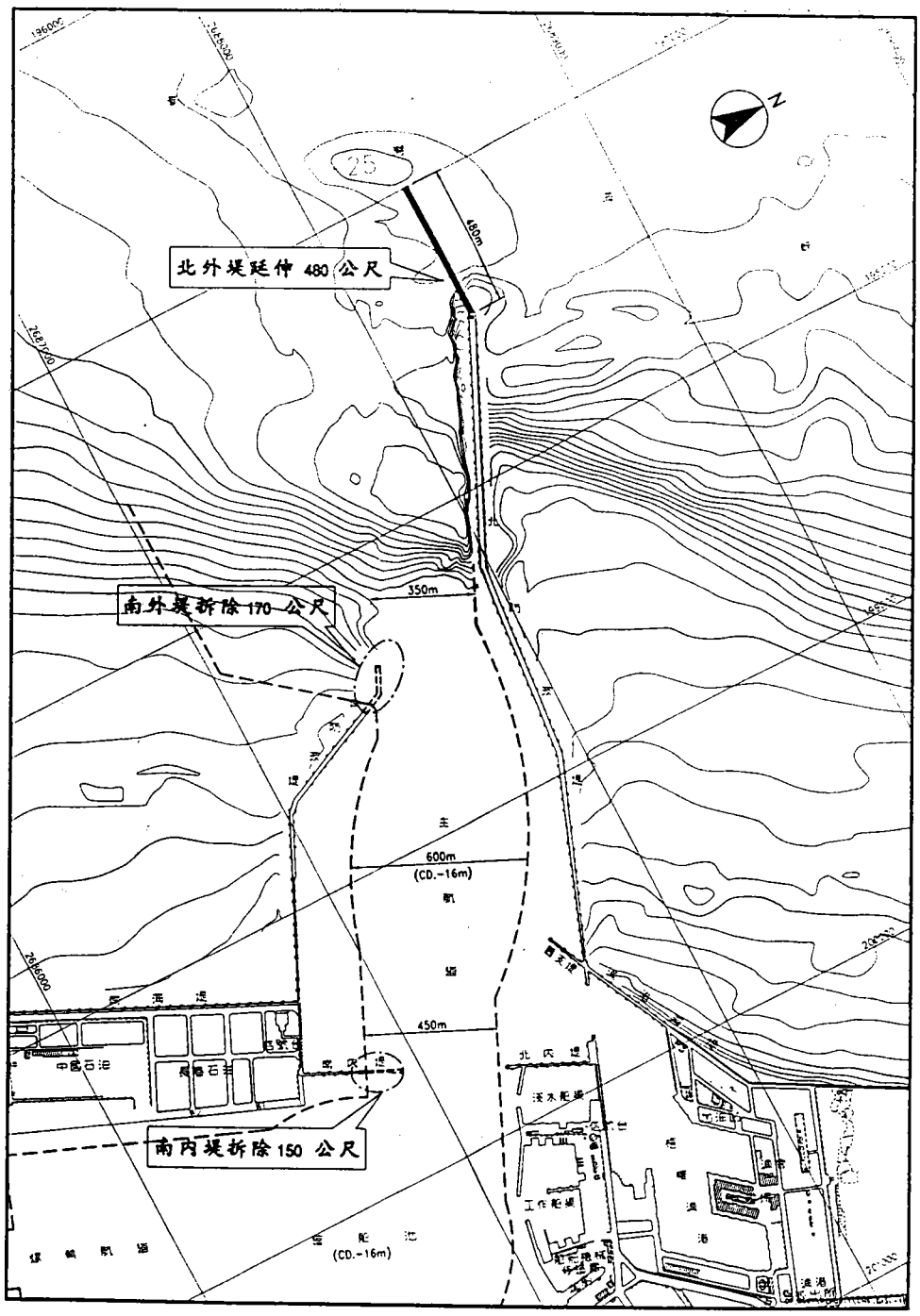
台中港港口二期擴建規劃---替選方案四

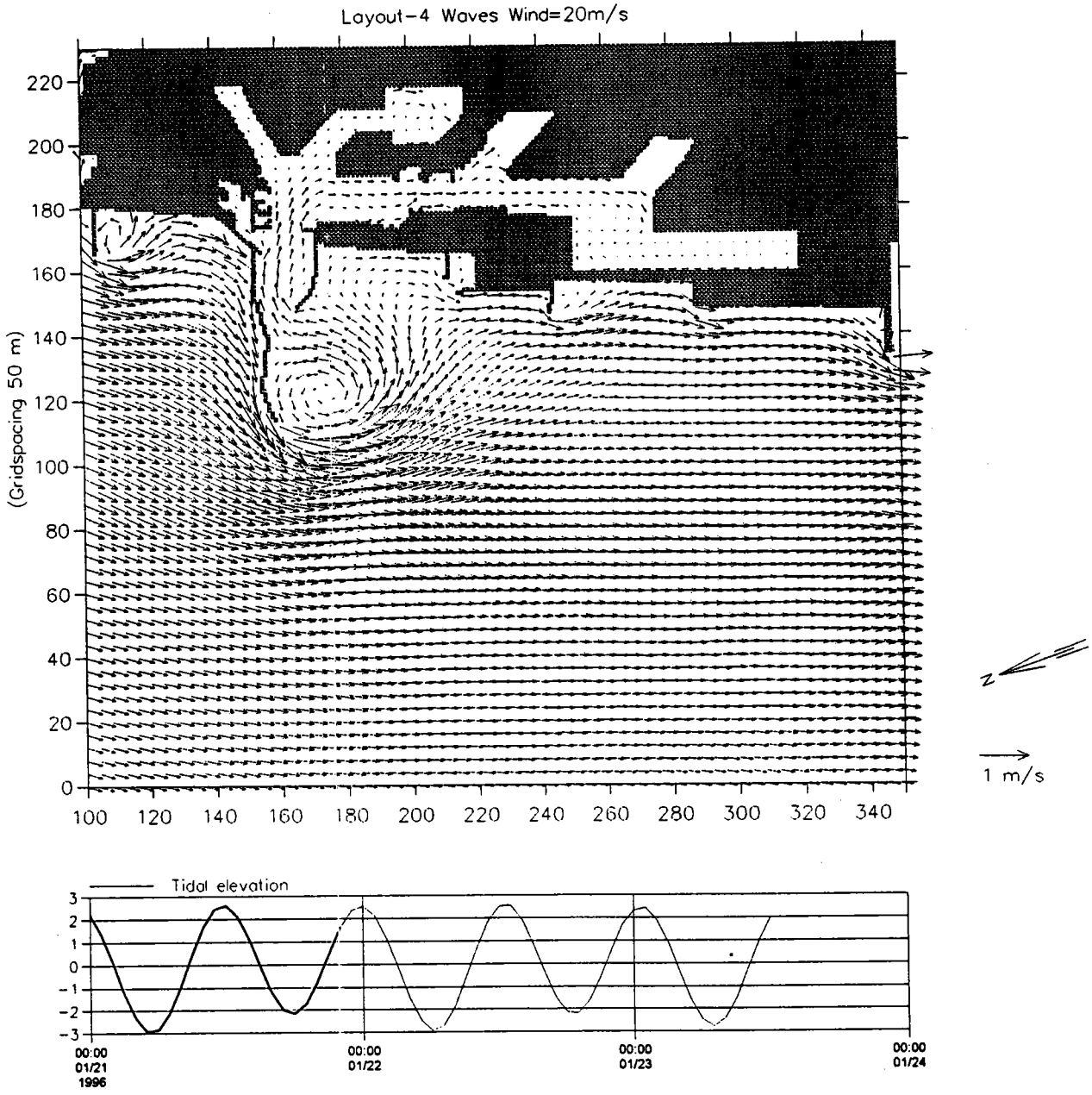
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

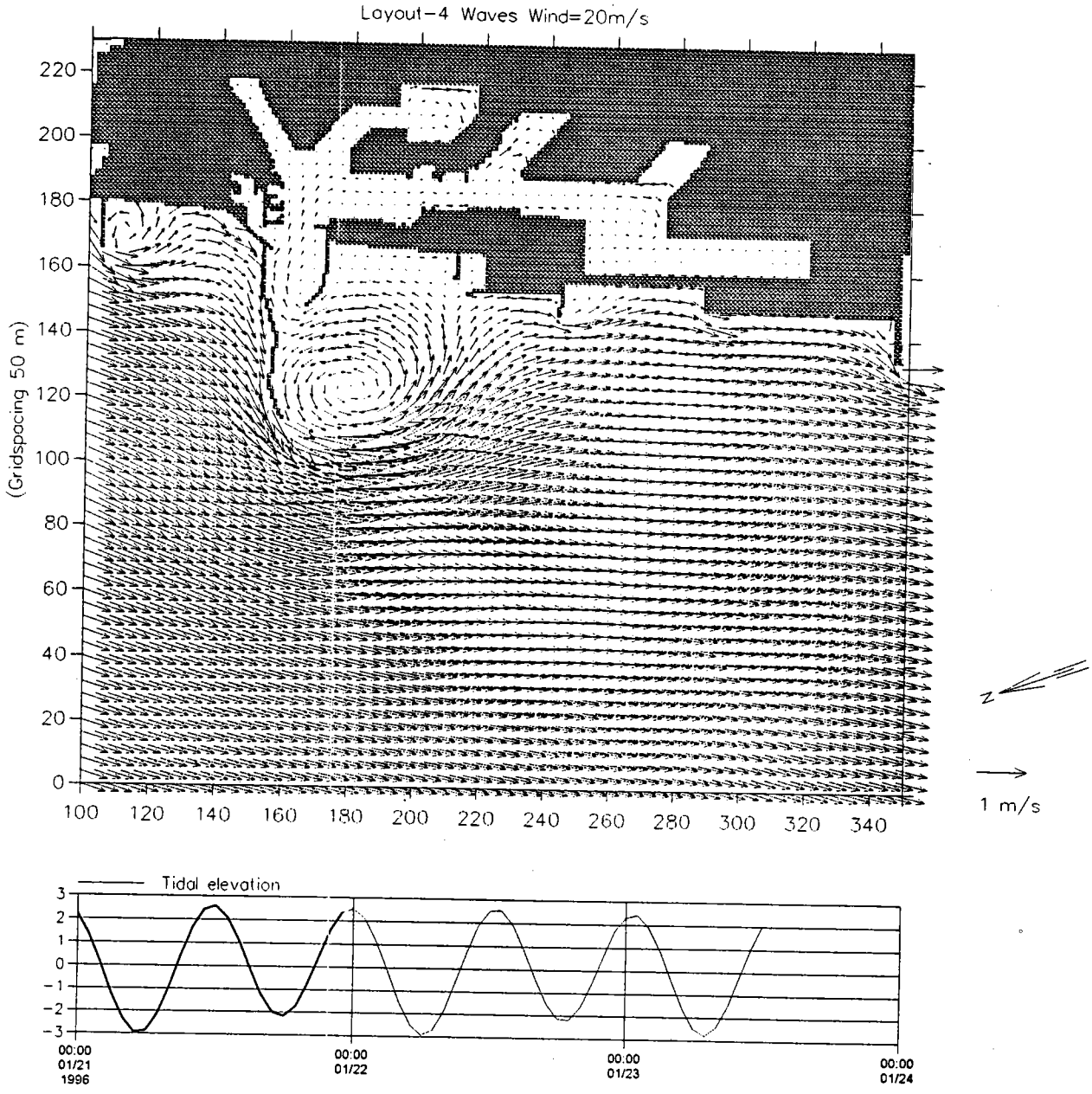
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

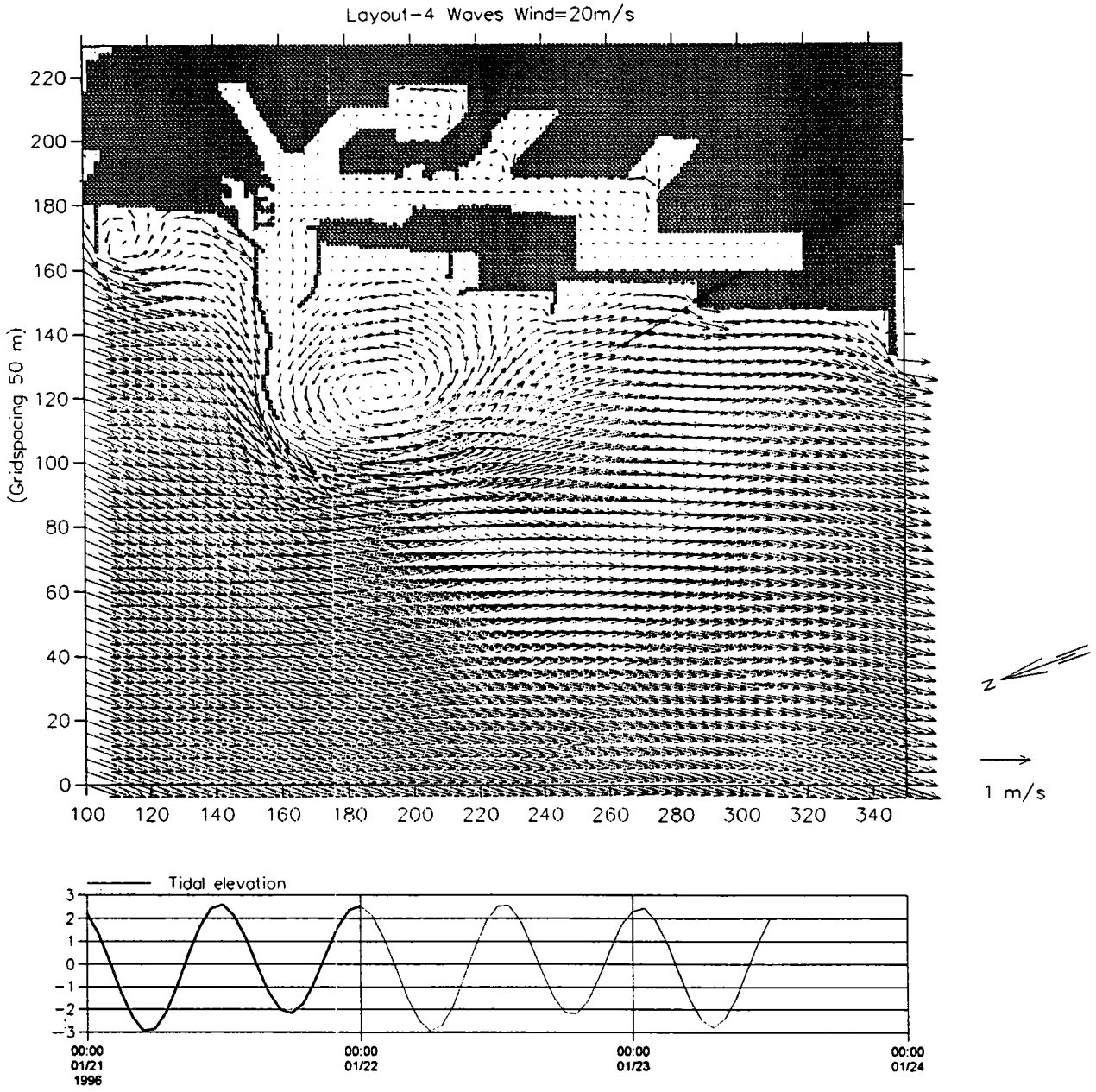
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

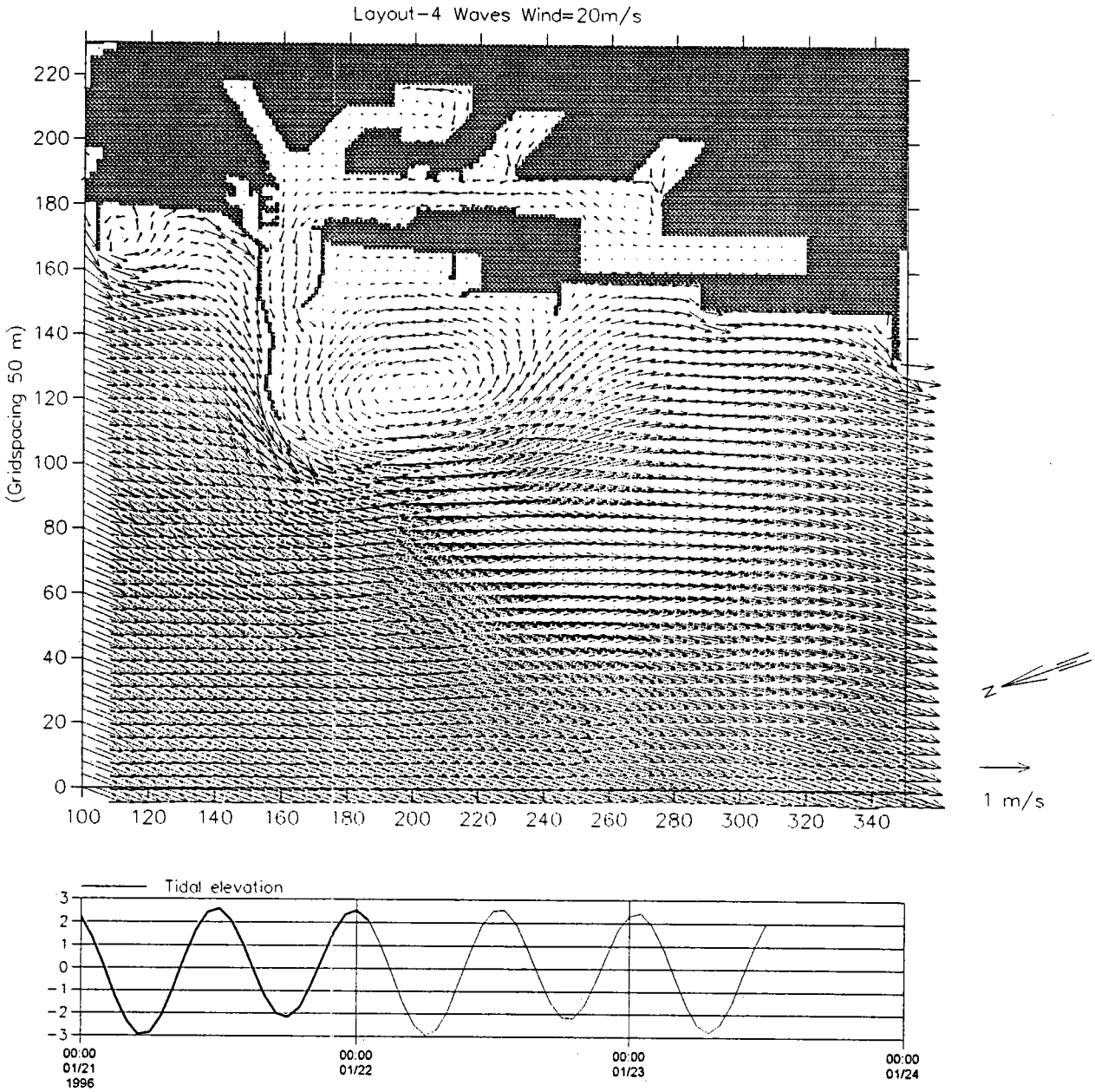


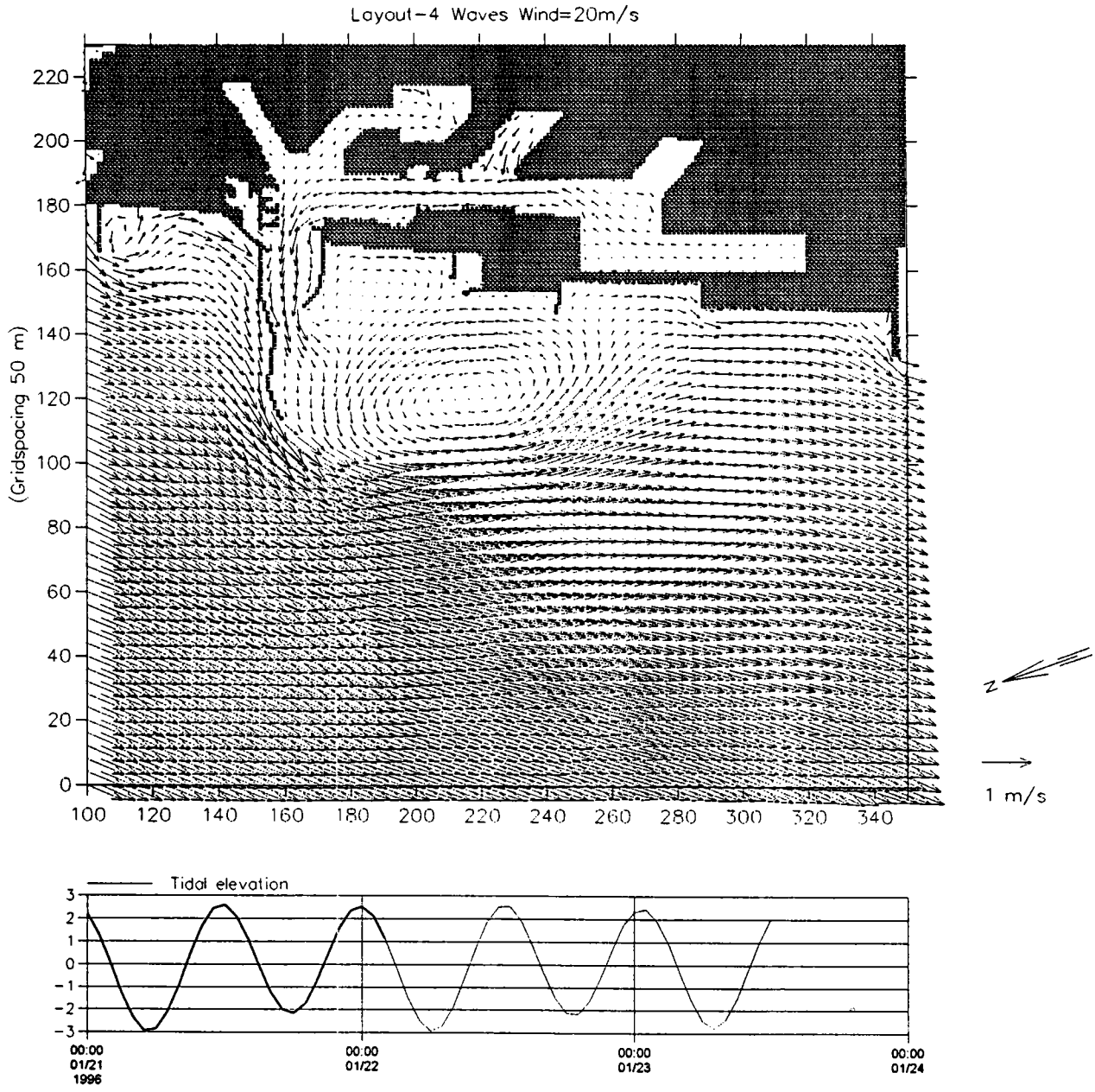

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

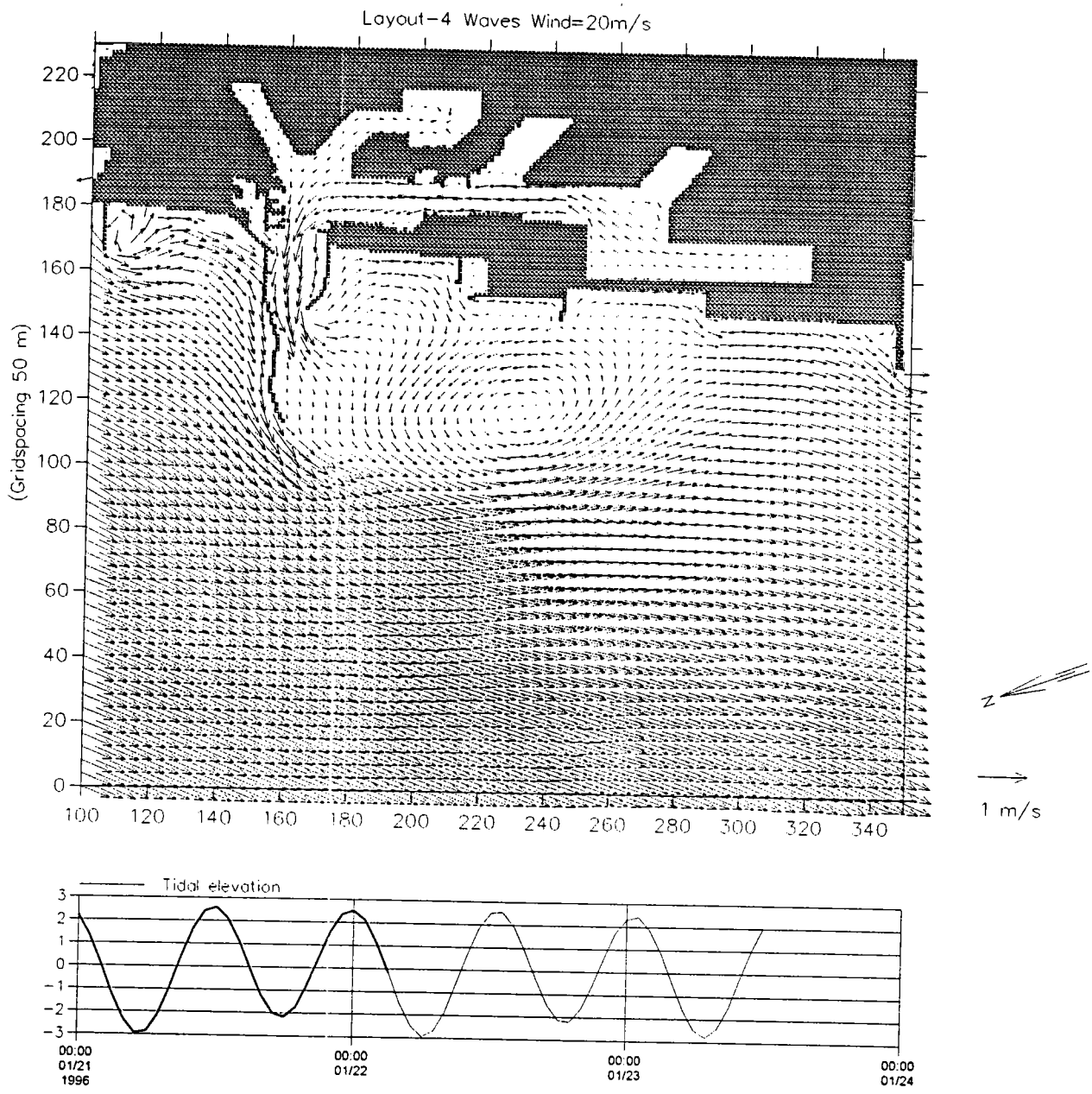

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

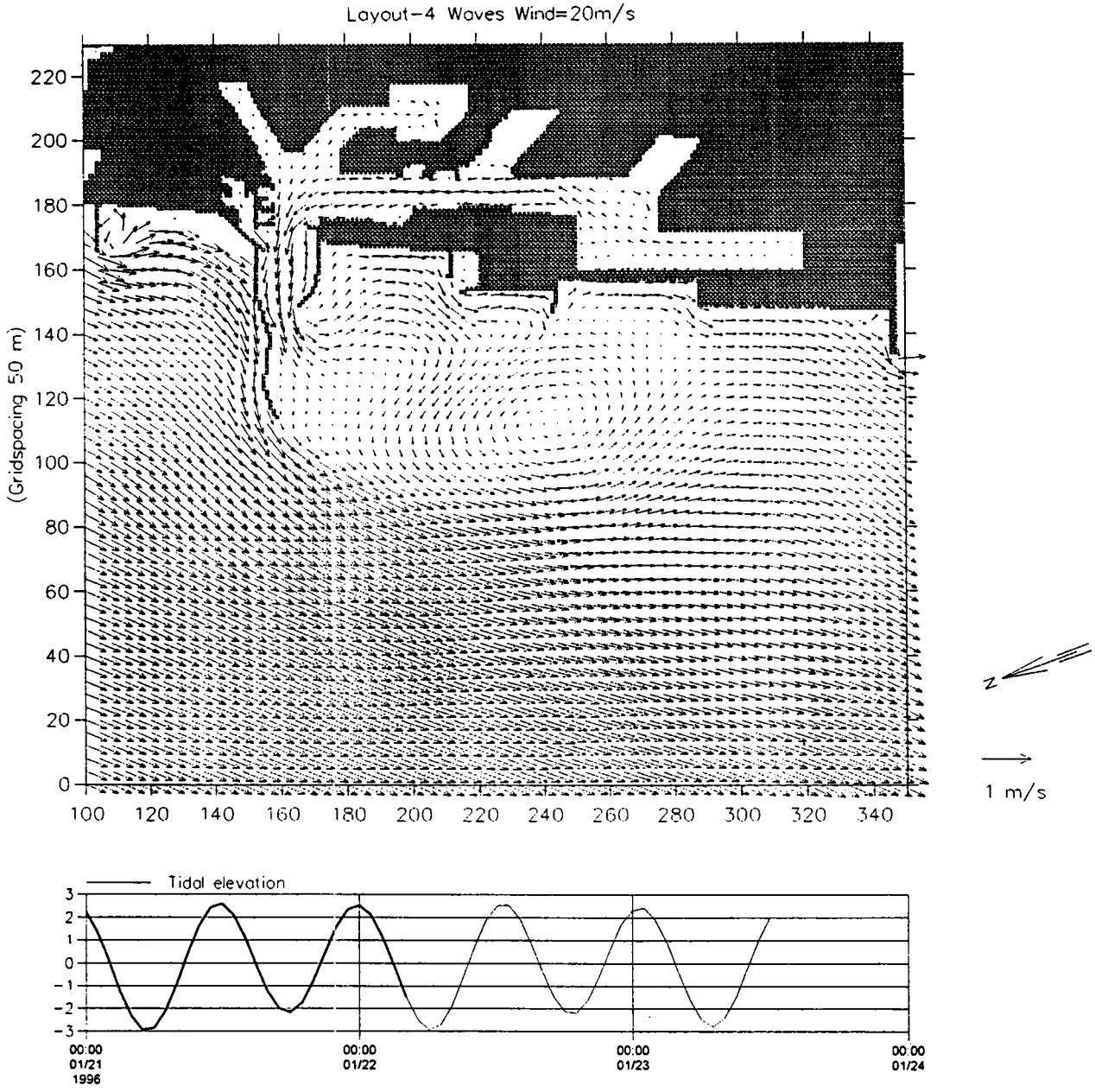
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

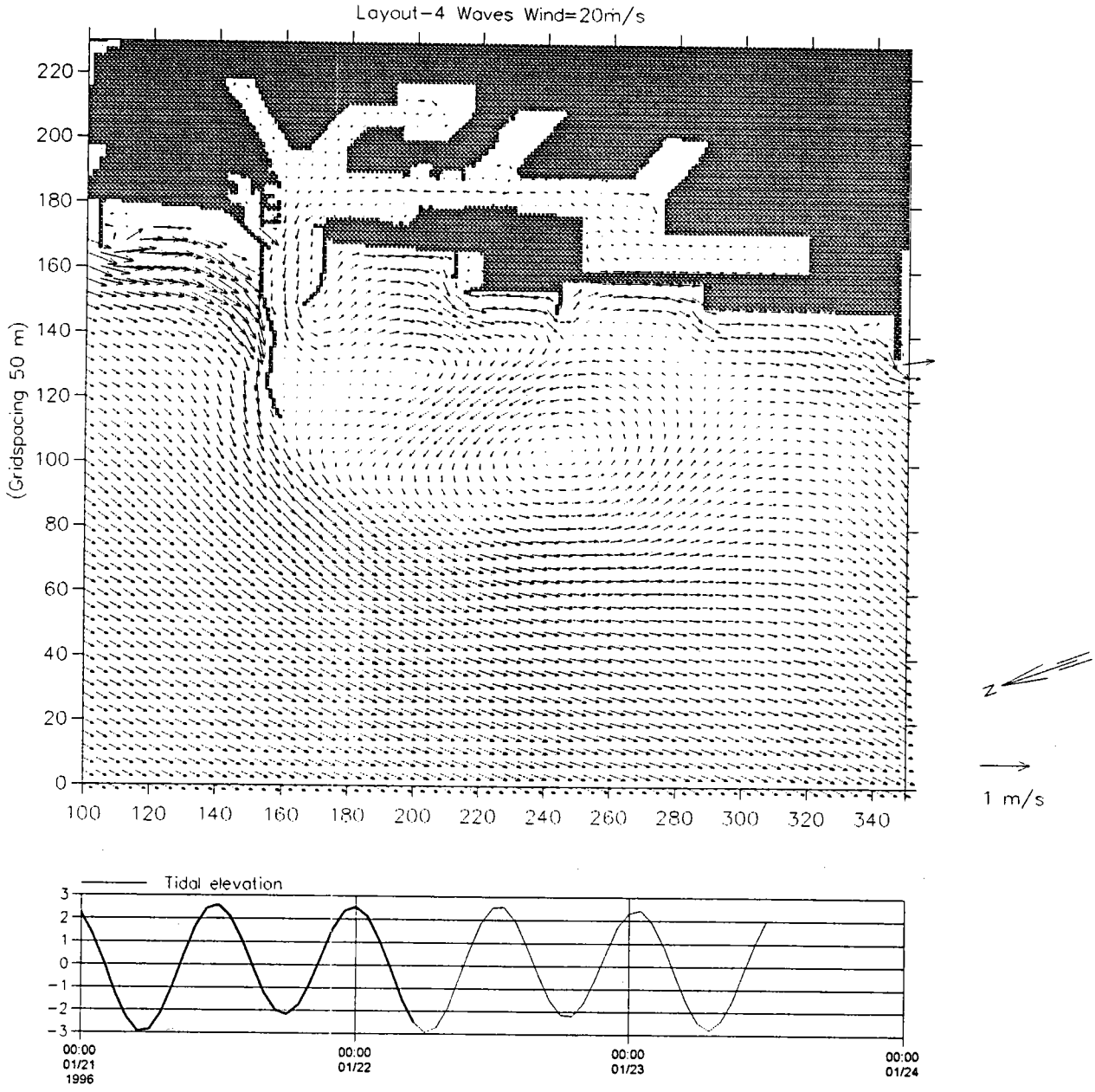

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

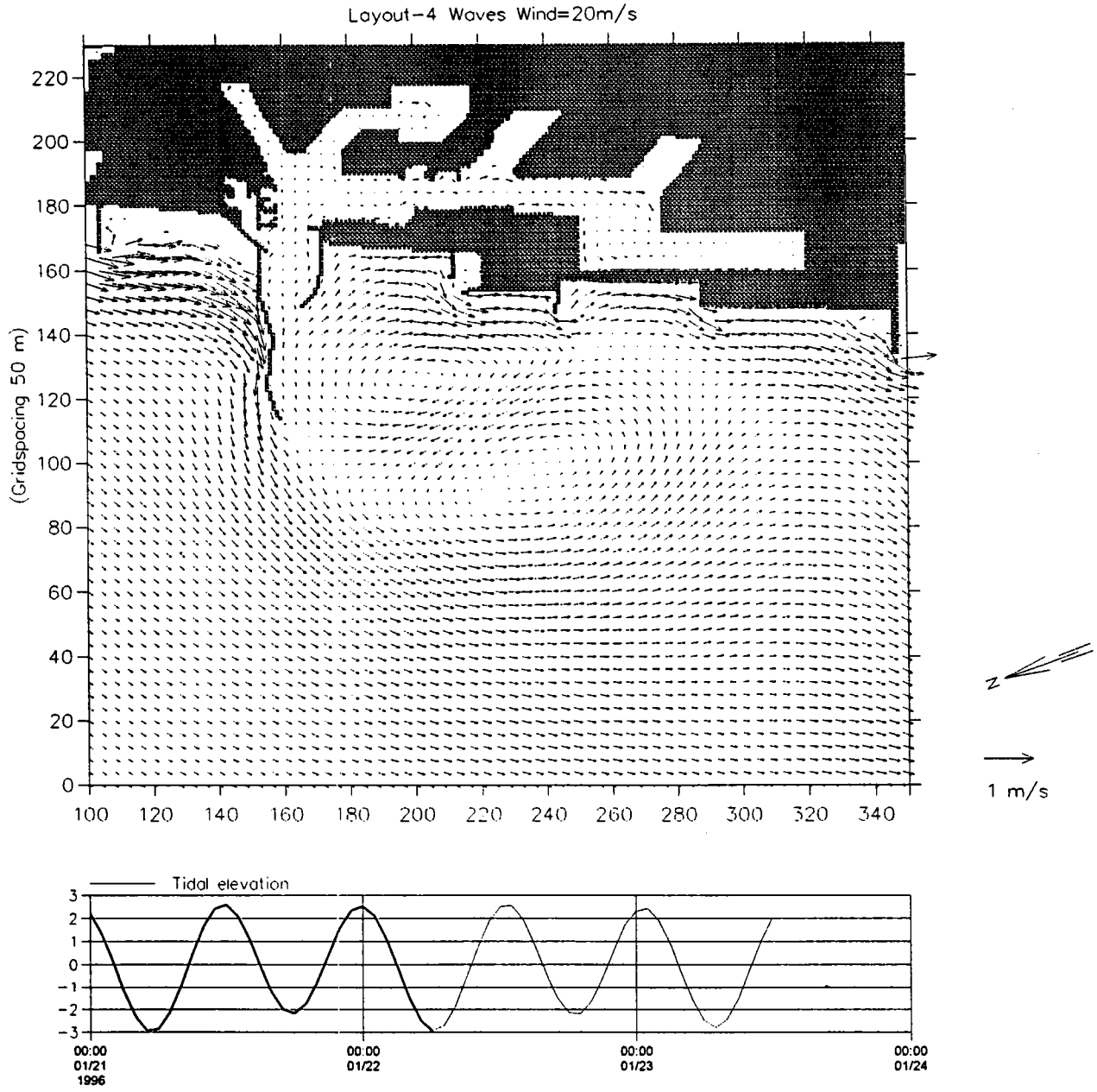

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

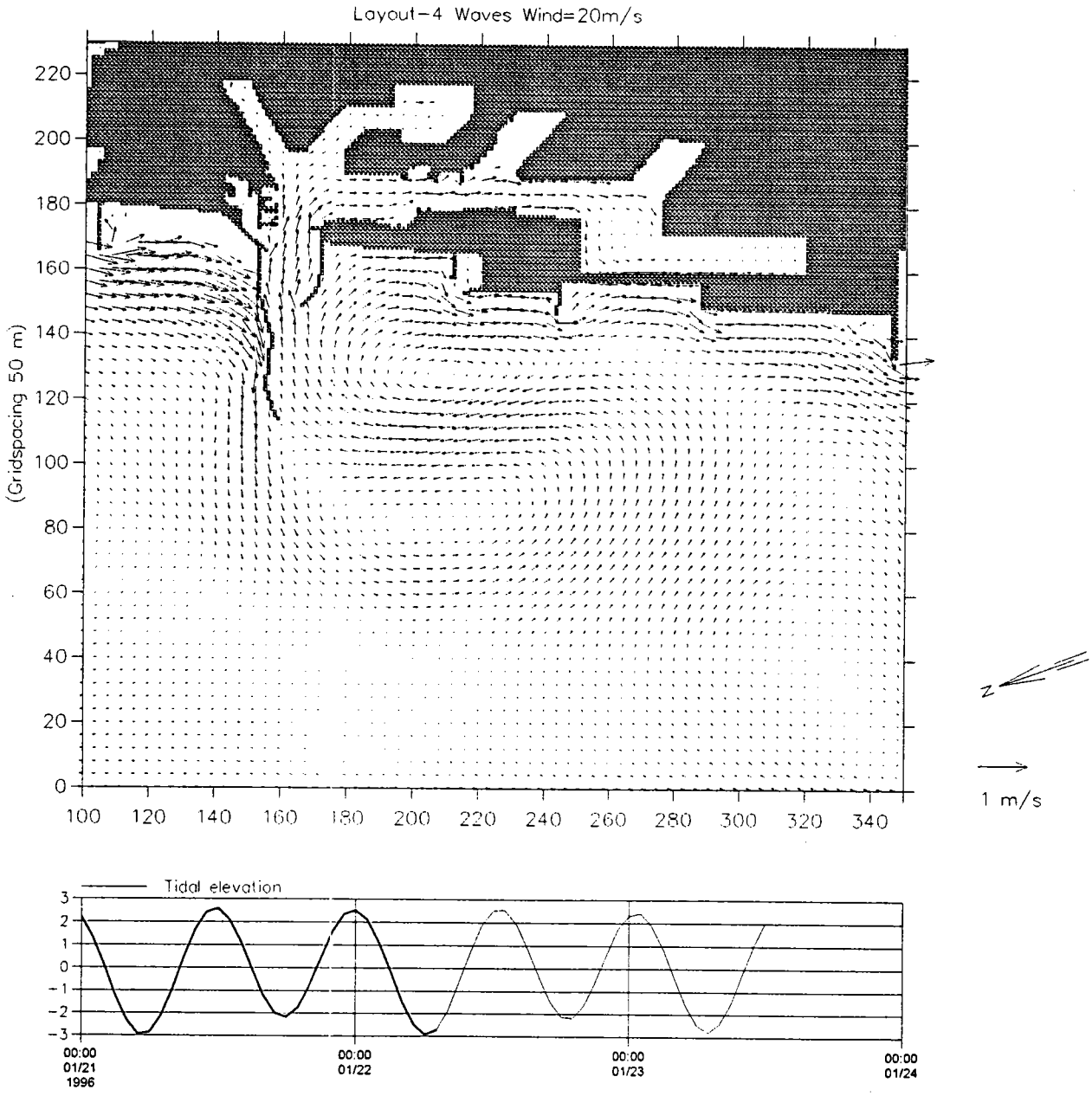
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

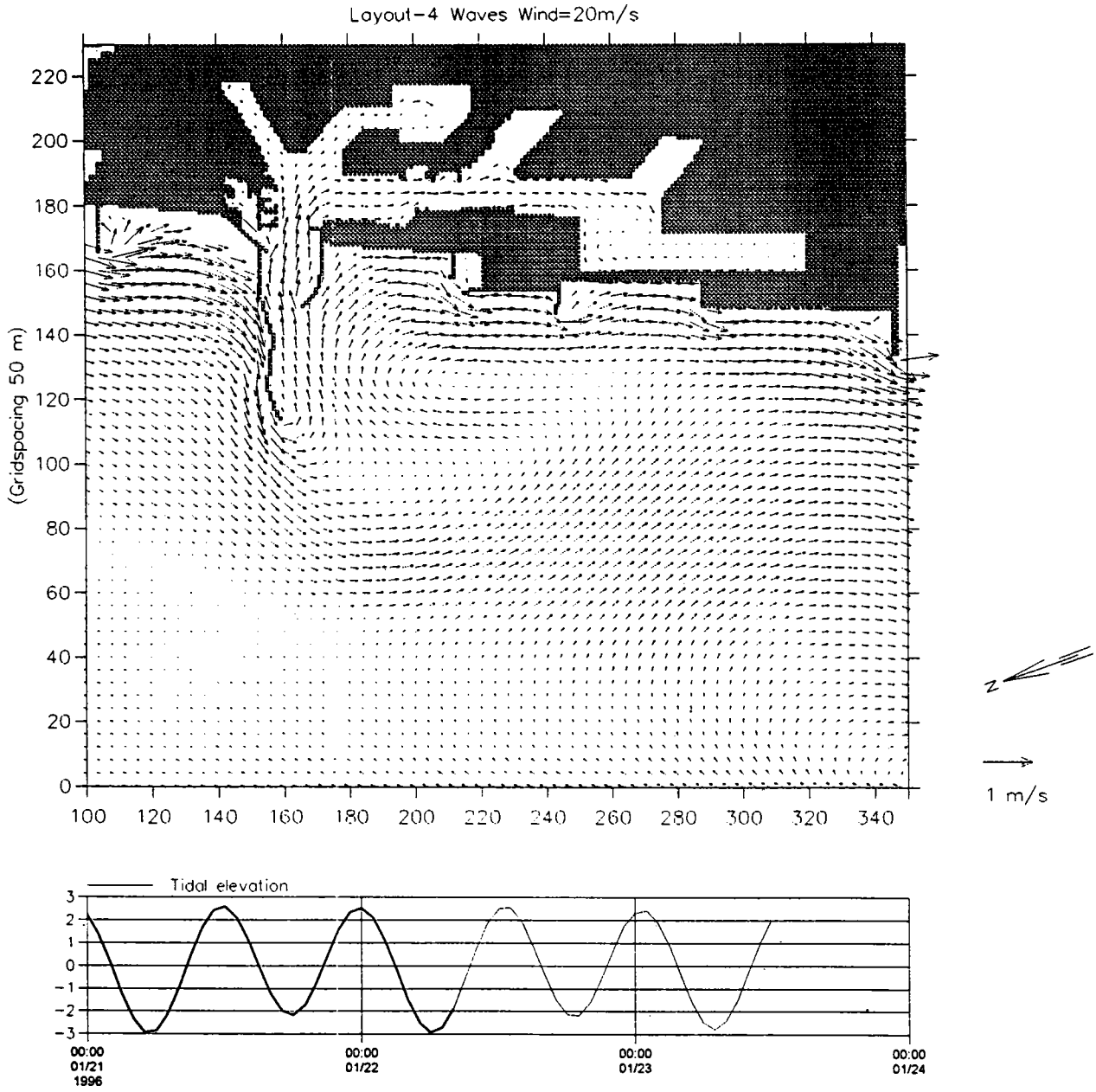

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

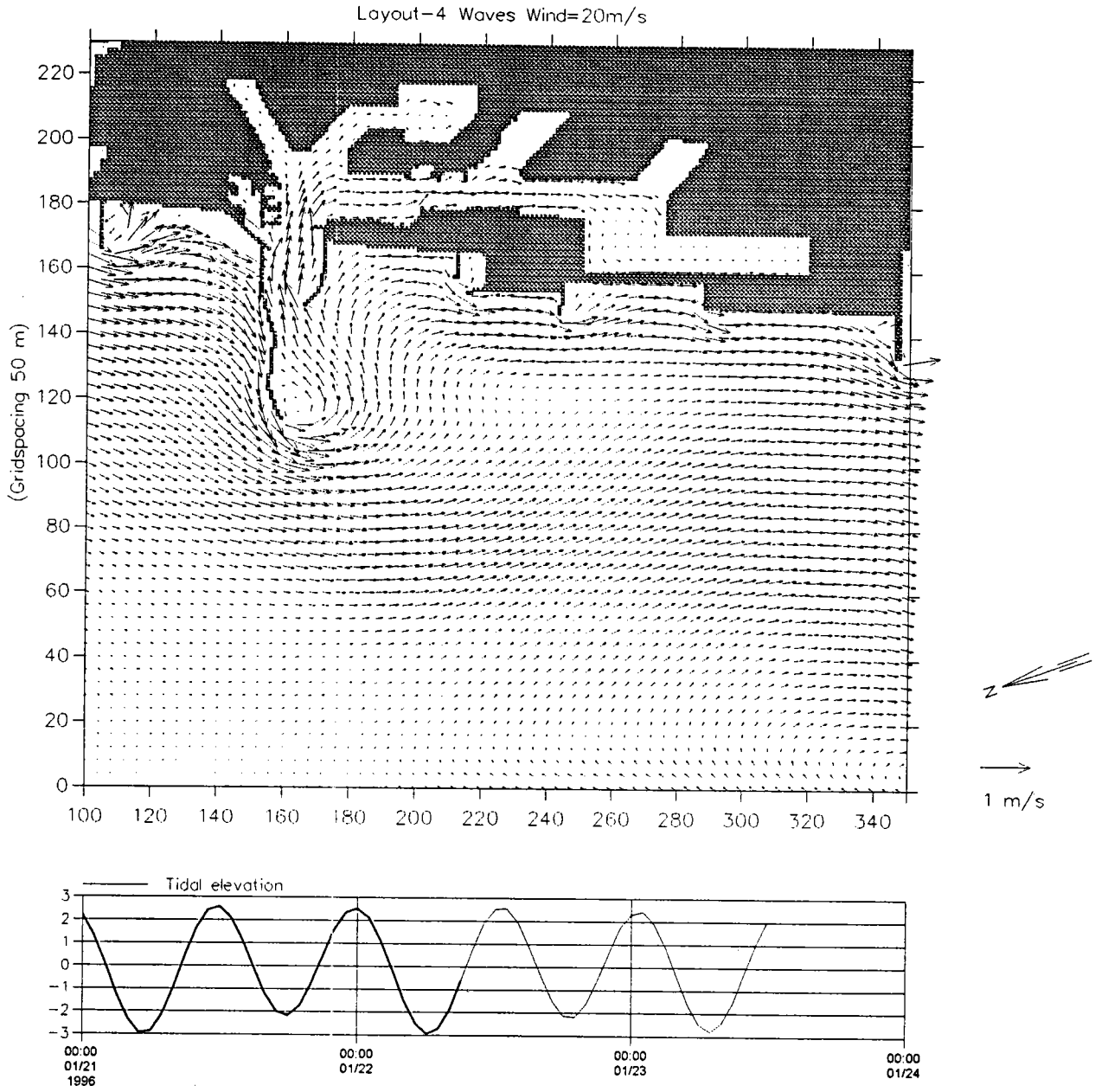

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

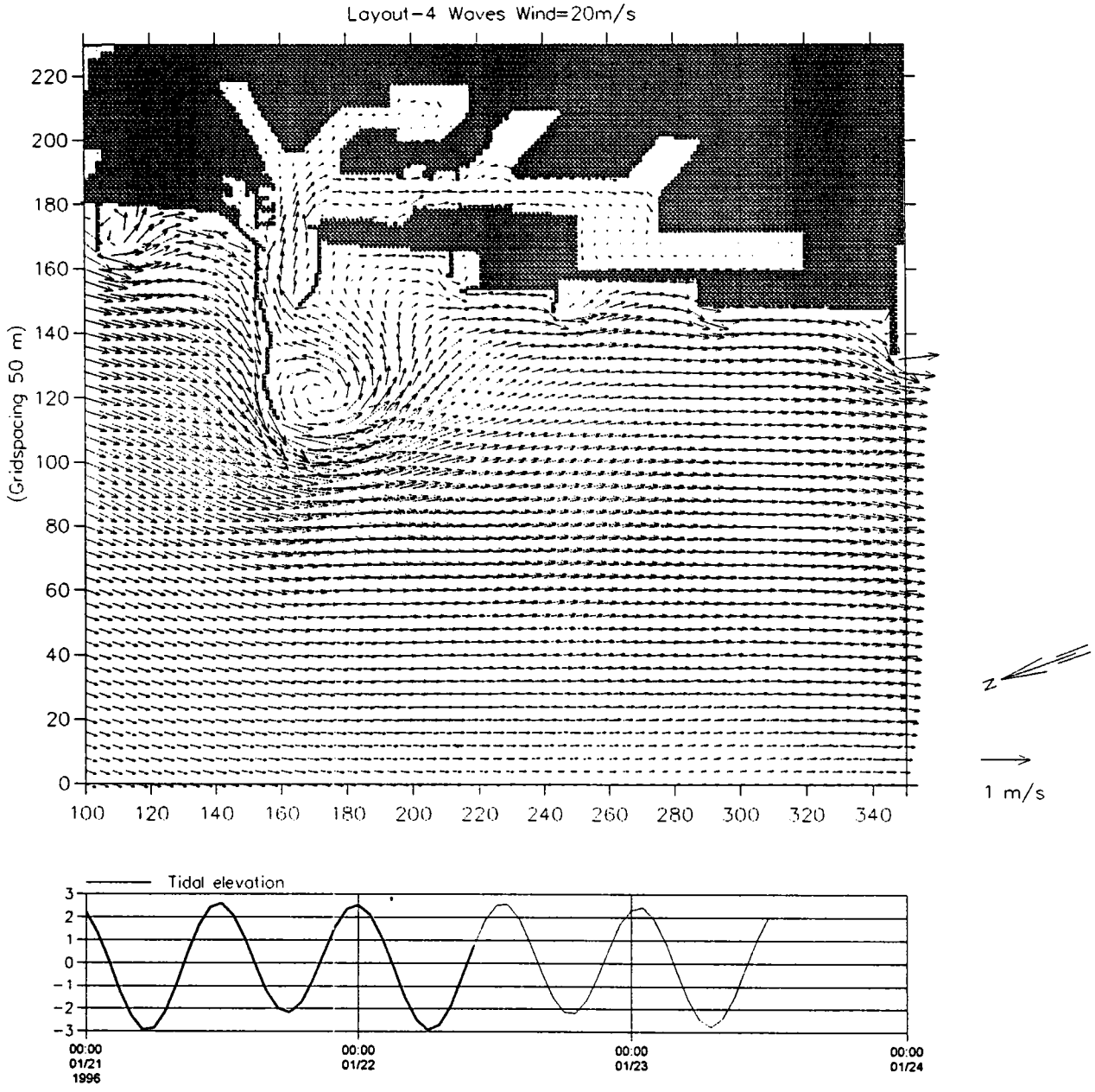

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

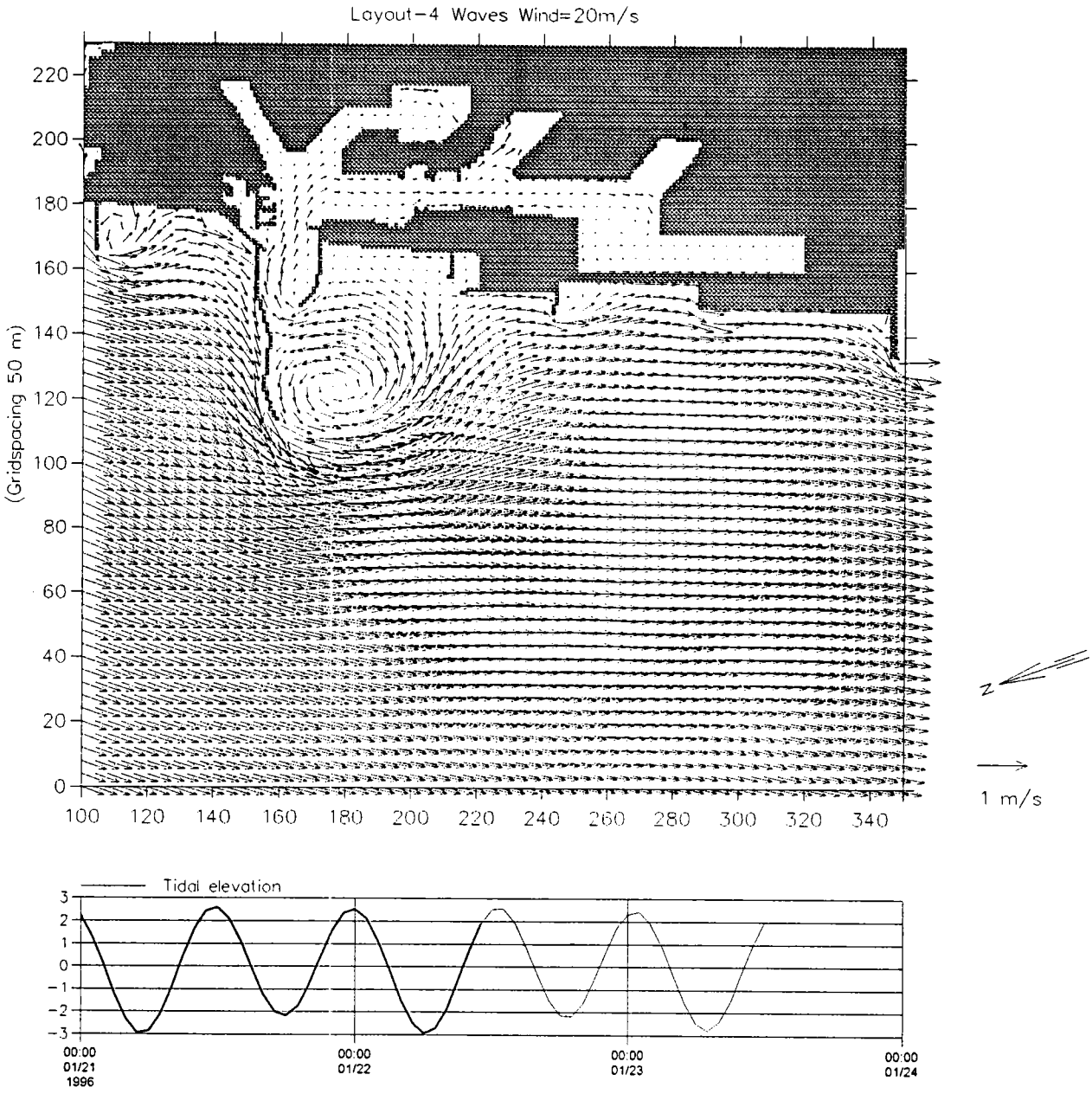

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

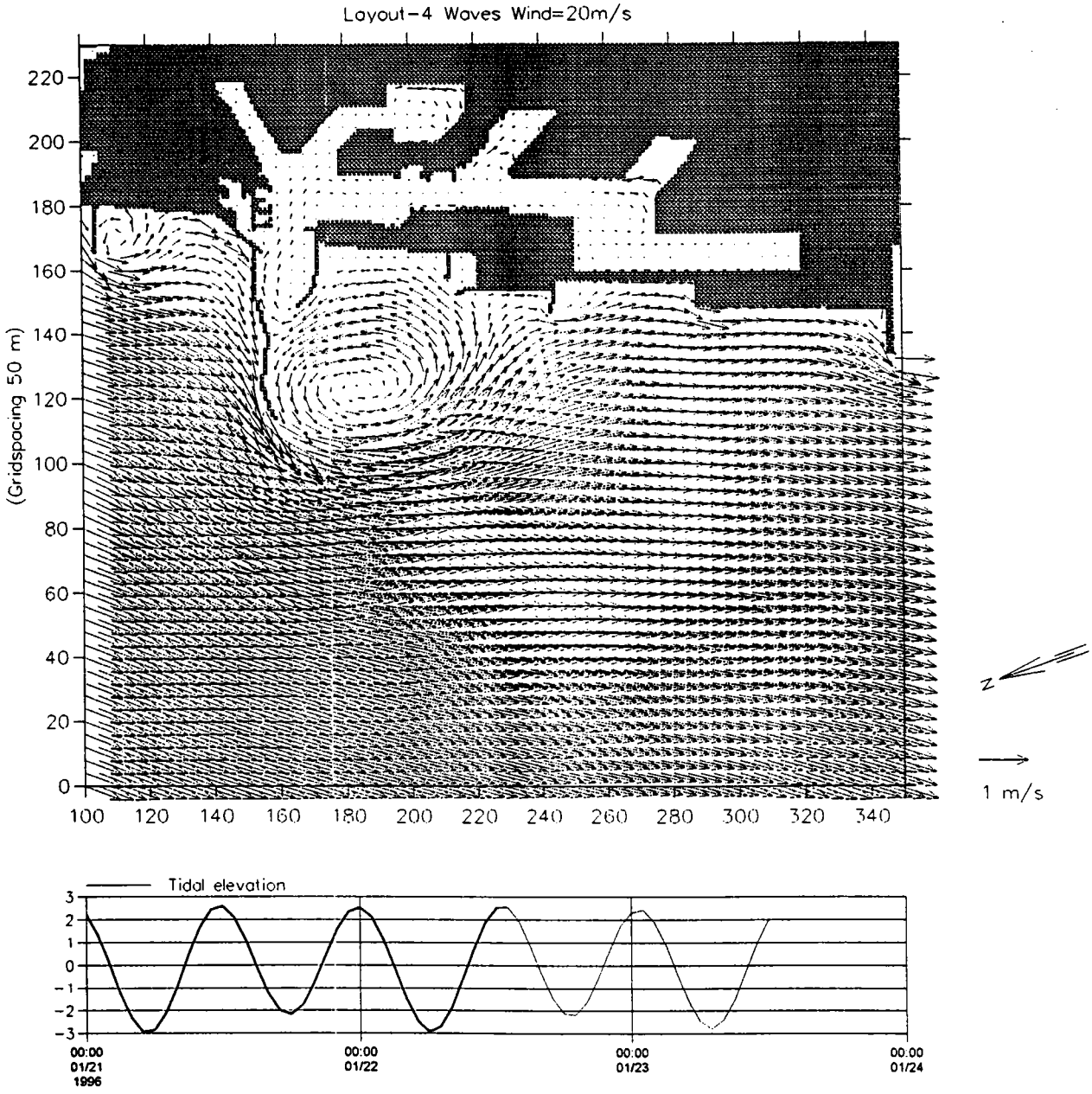

Layout-4 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

圖 4-2-5a

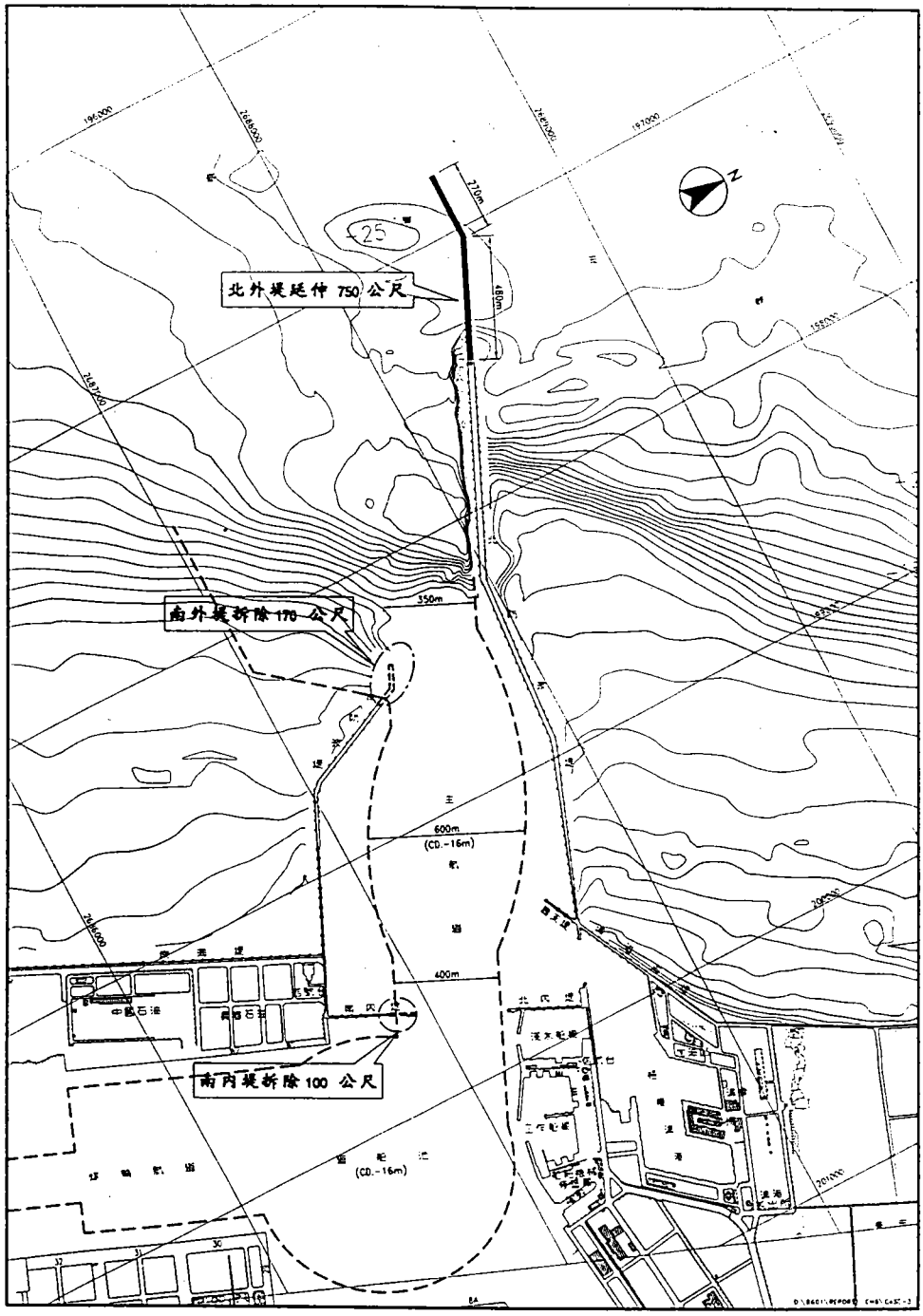
台中港港口二期擴建規劃---替選方案五

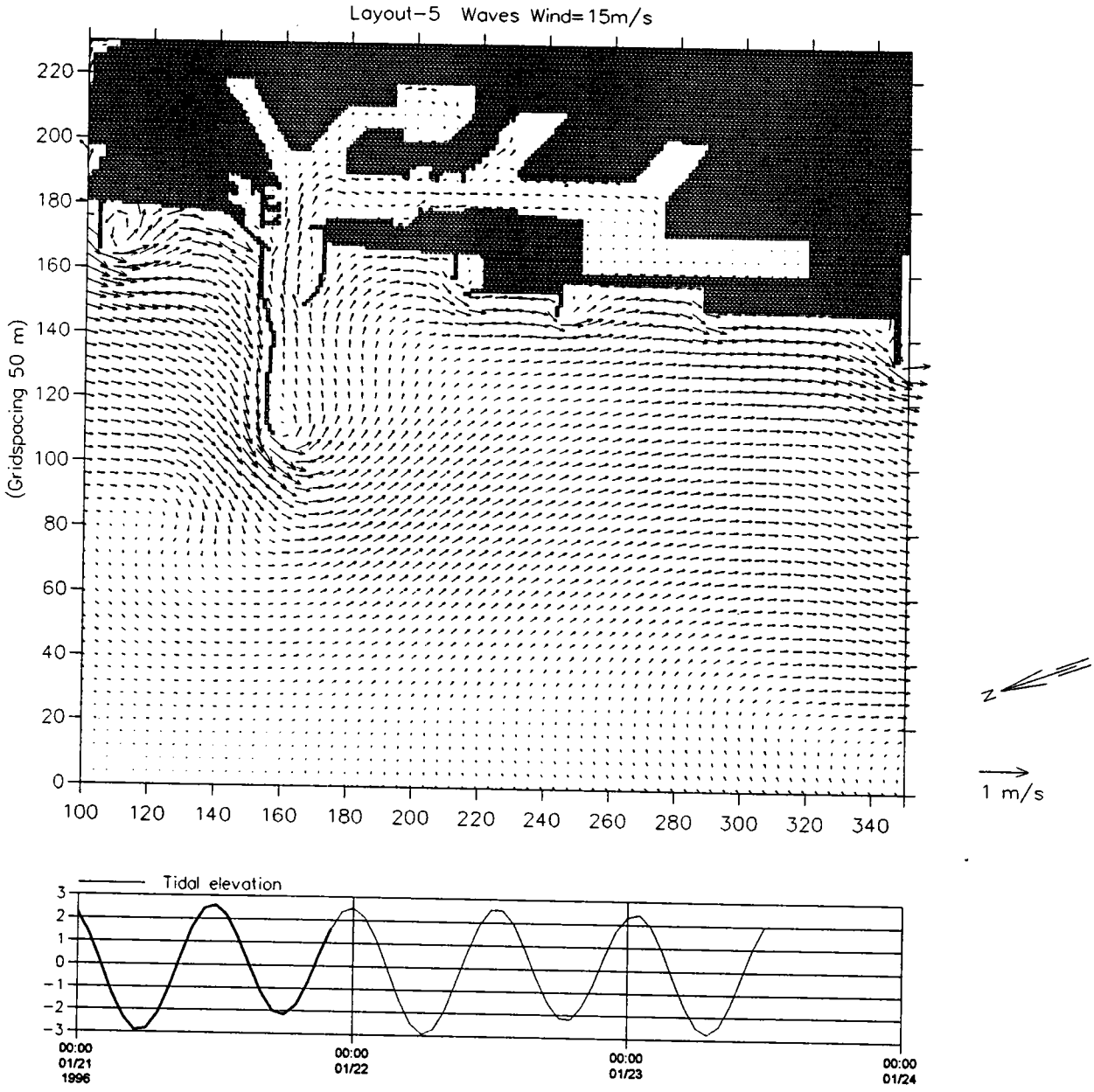
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

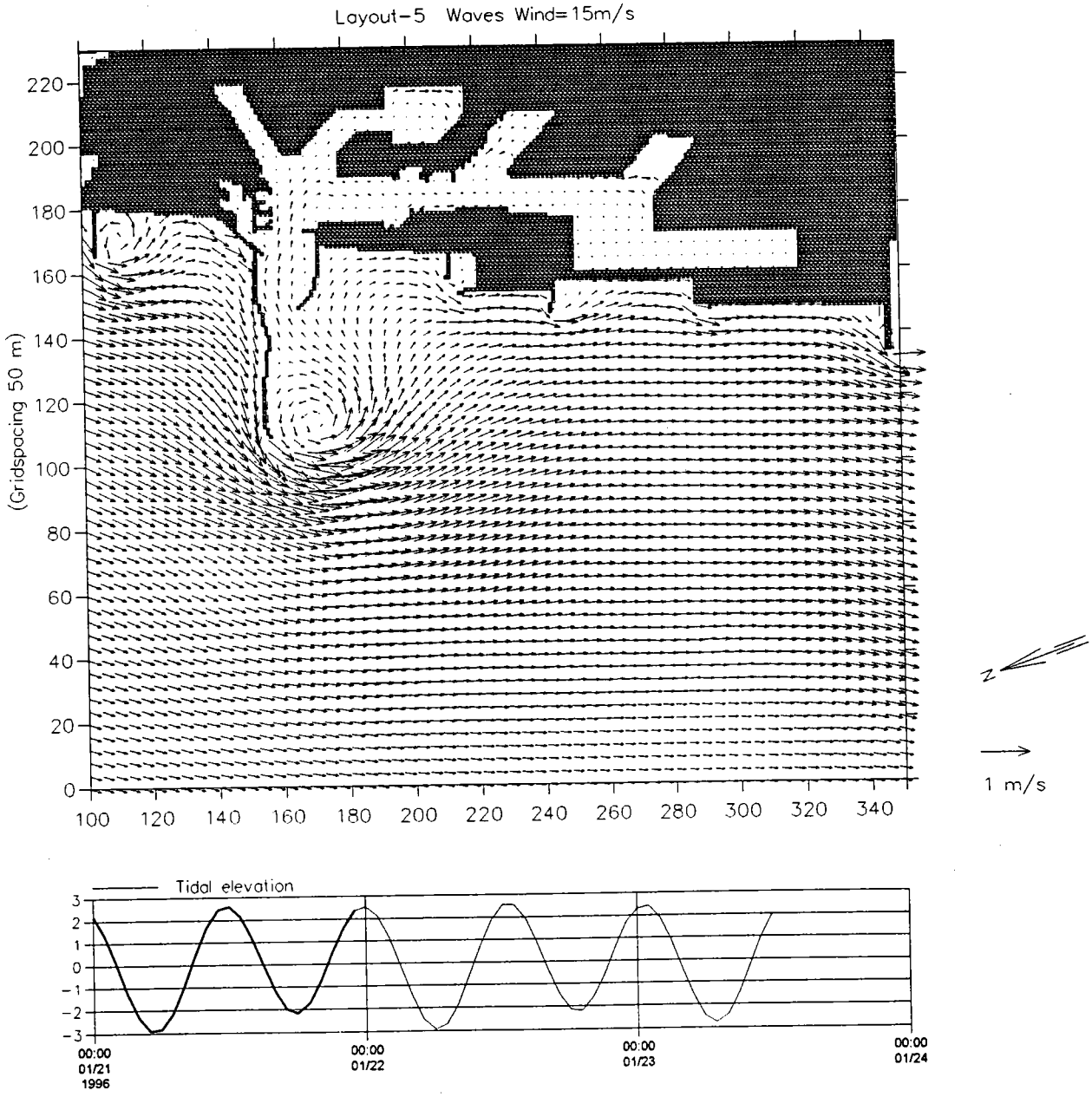
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

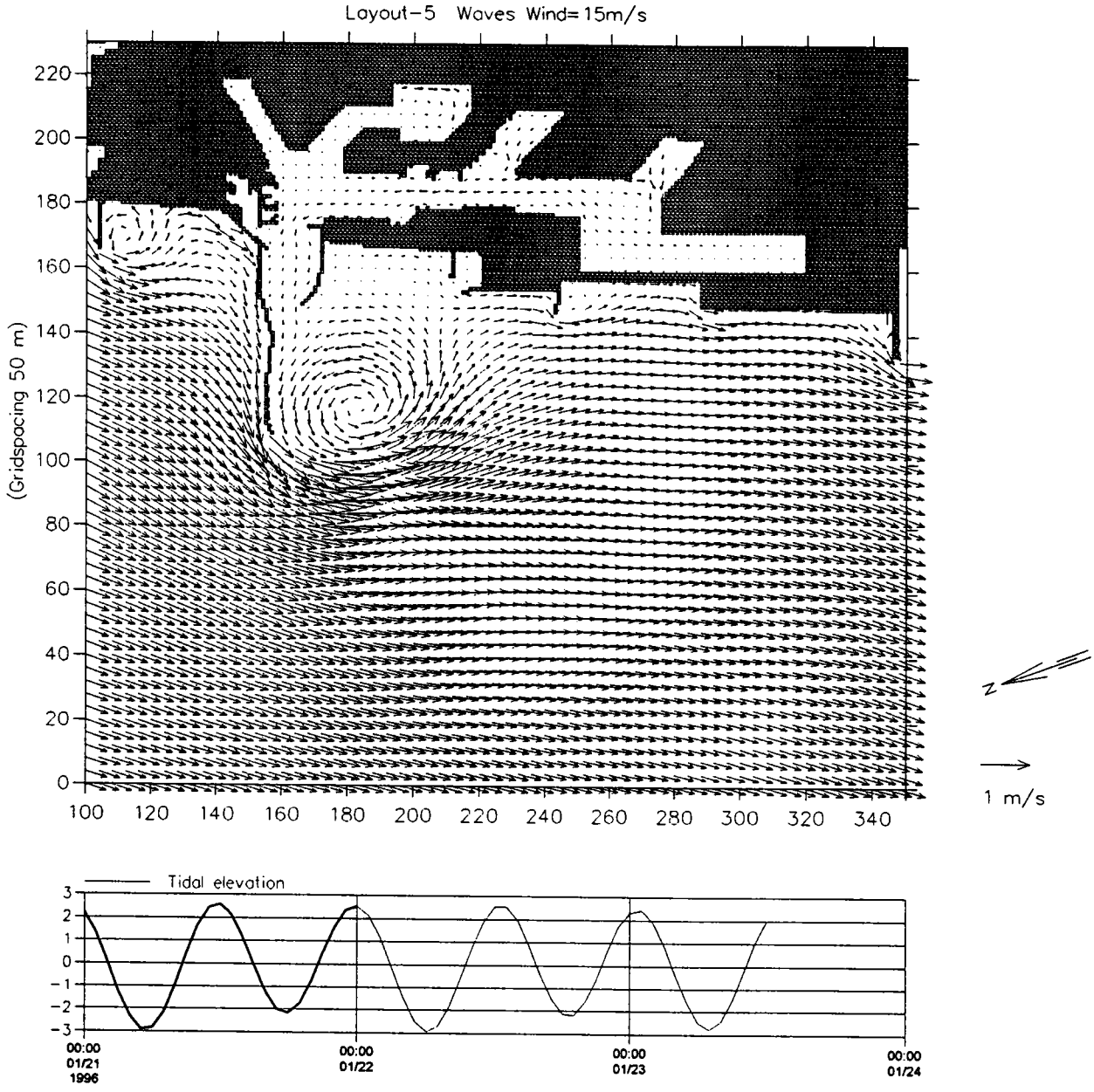
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

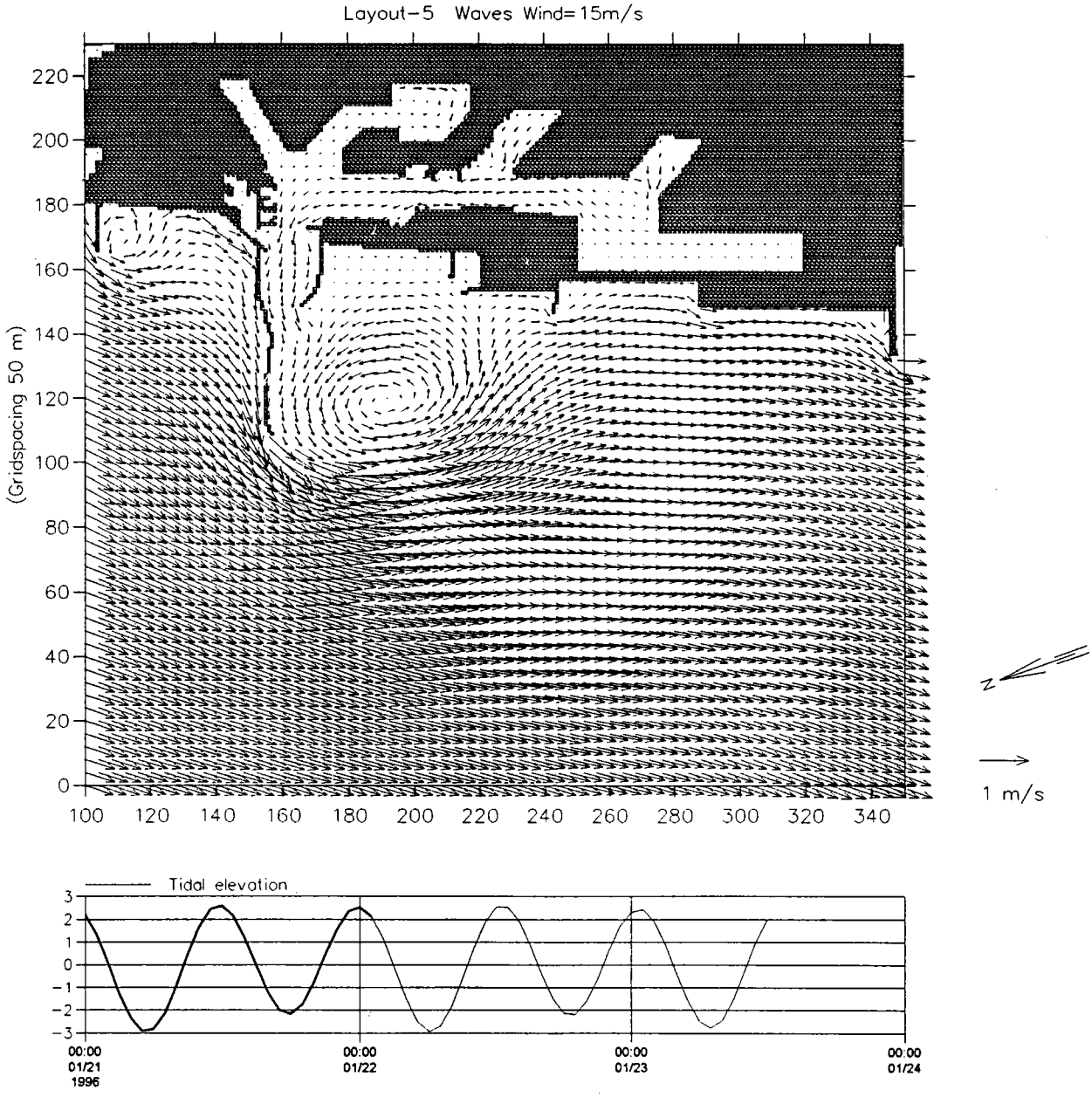
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

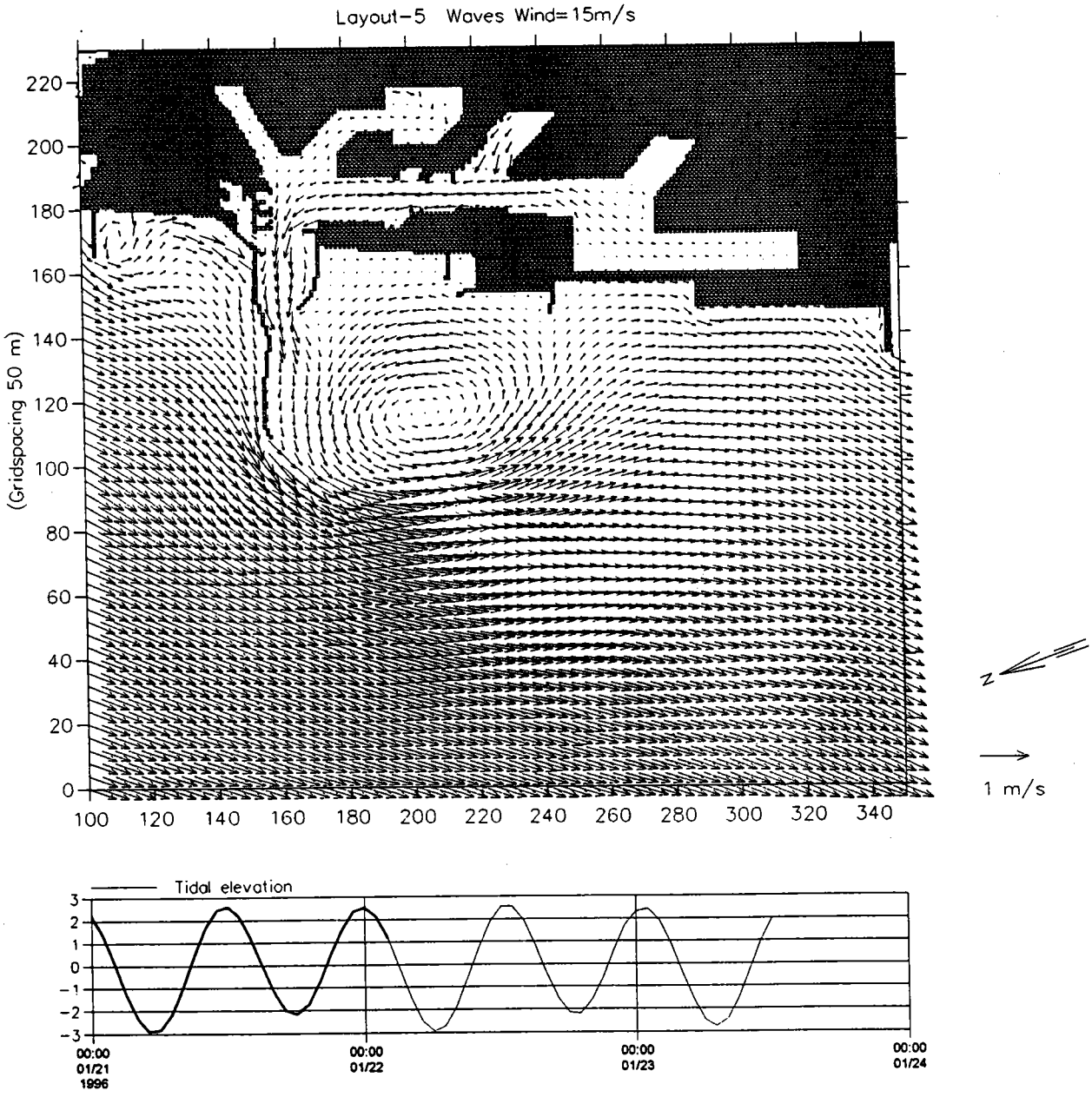


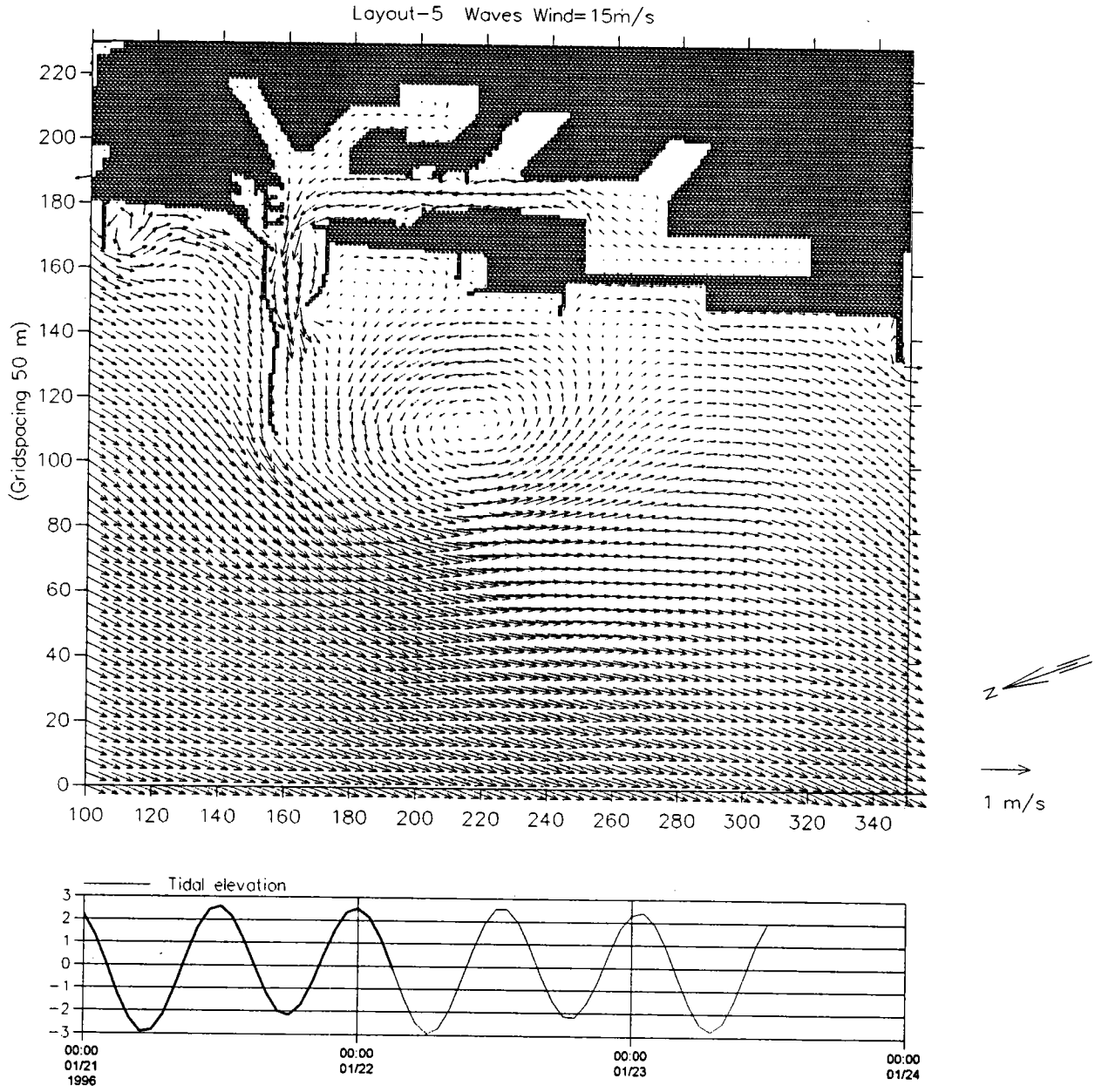

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

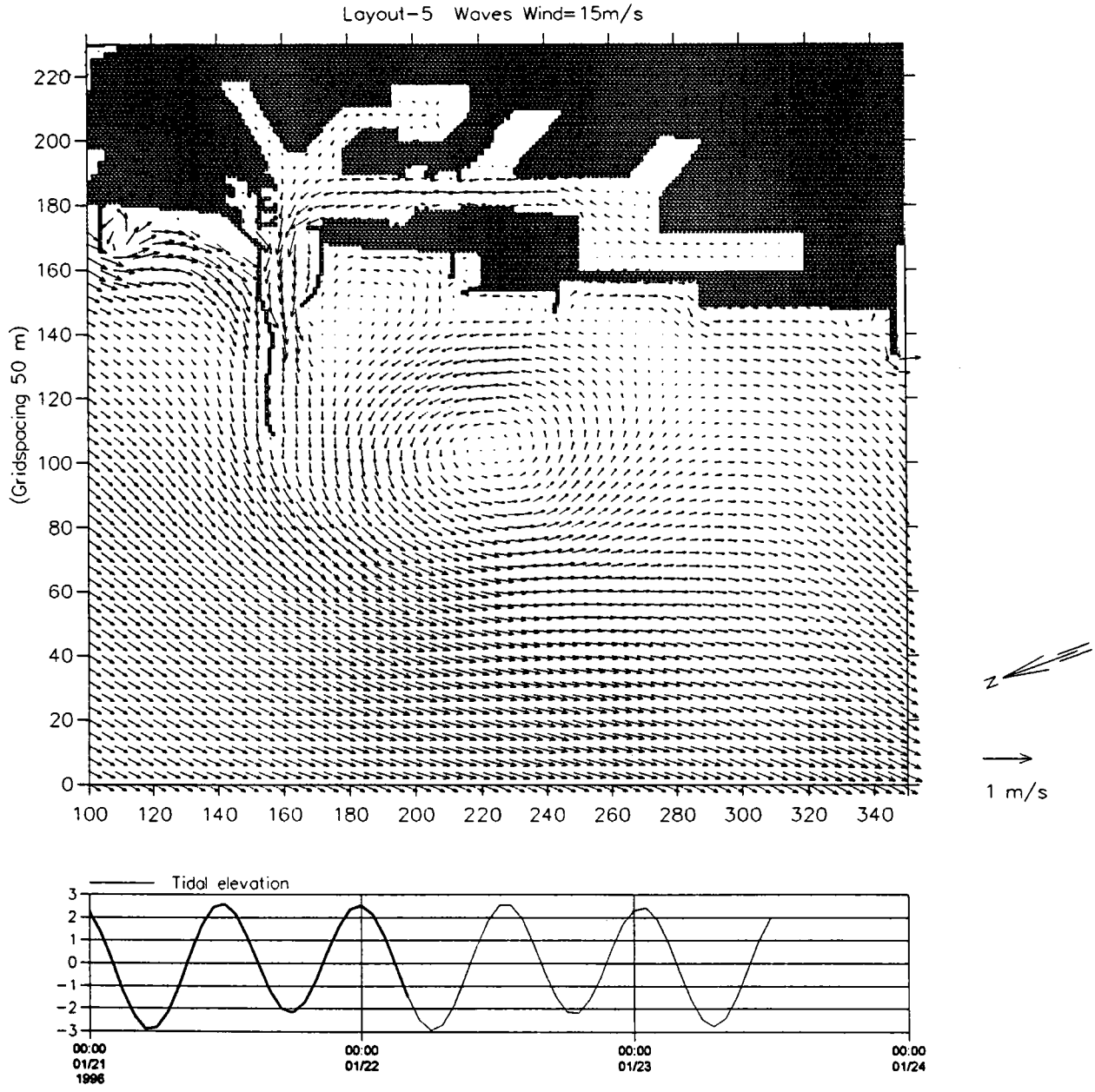

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

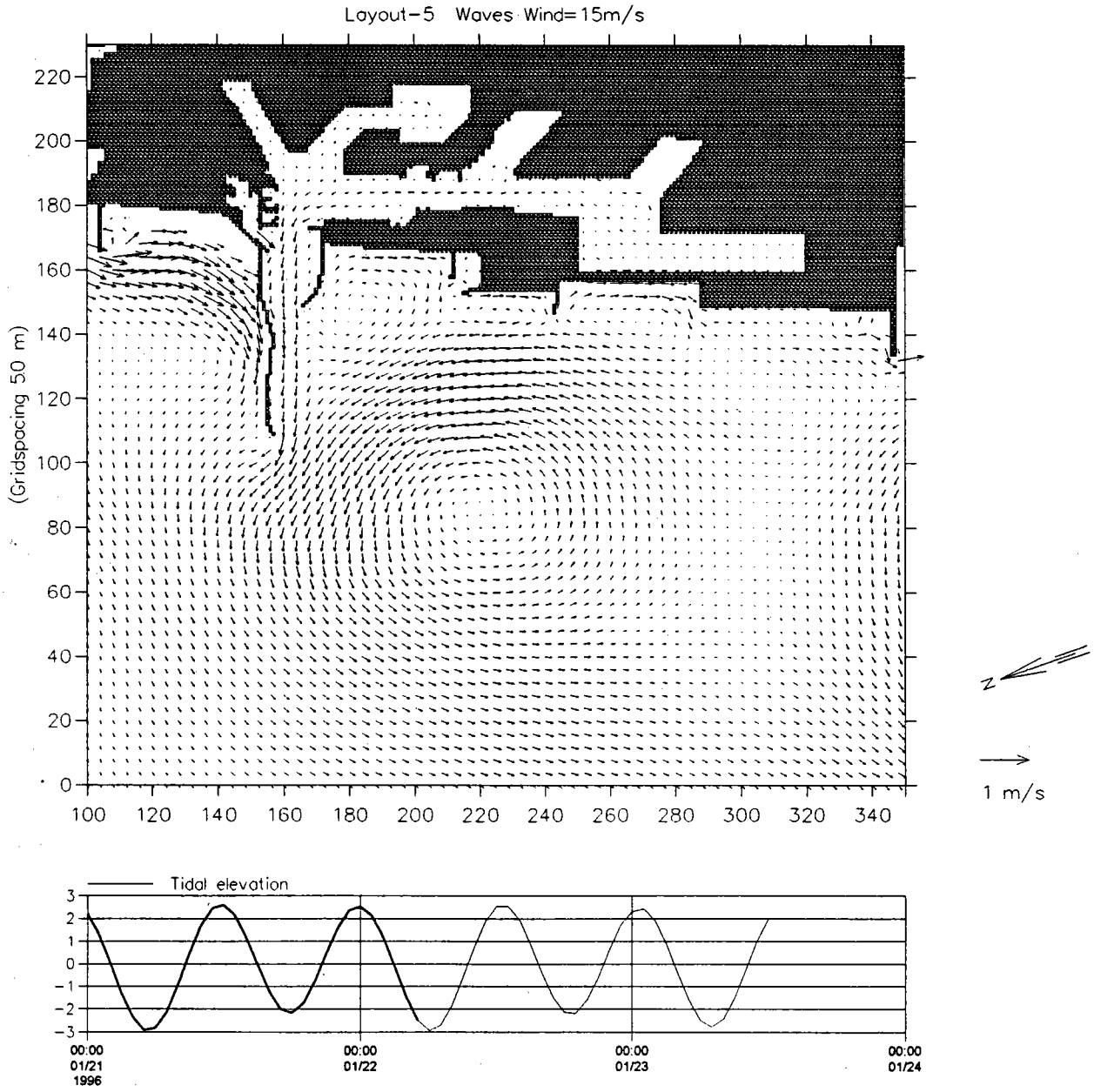

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

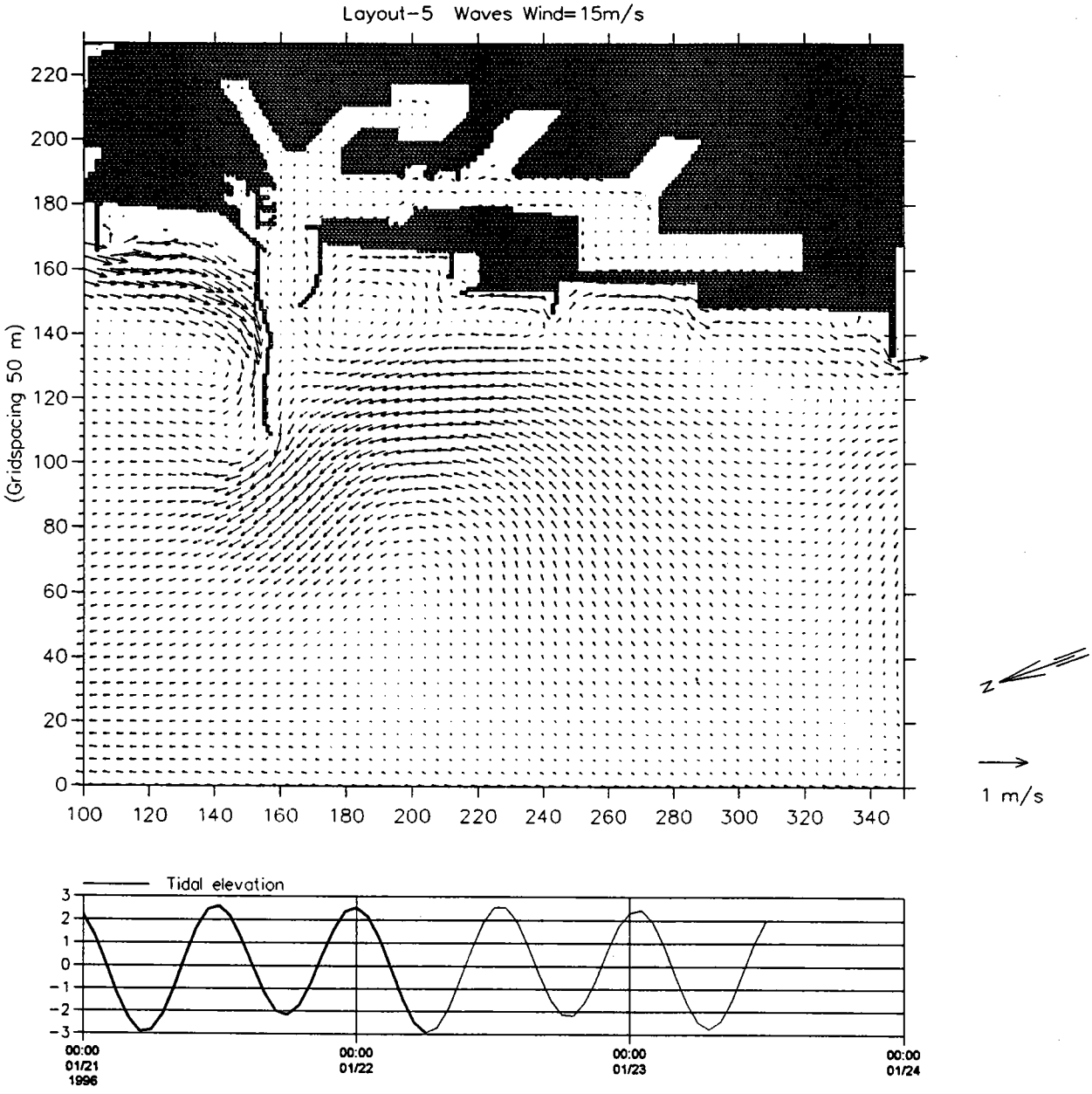

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

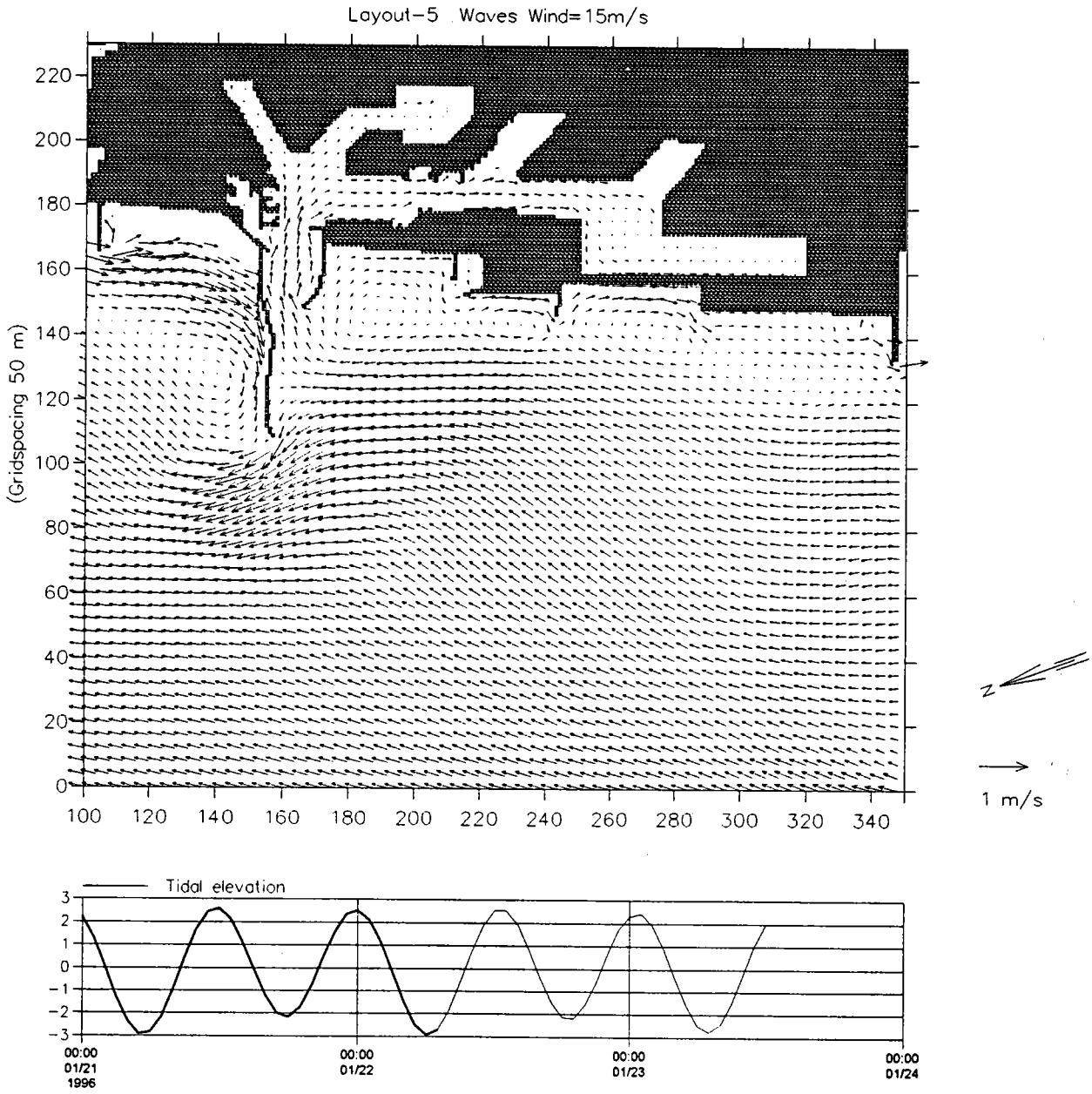

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

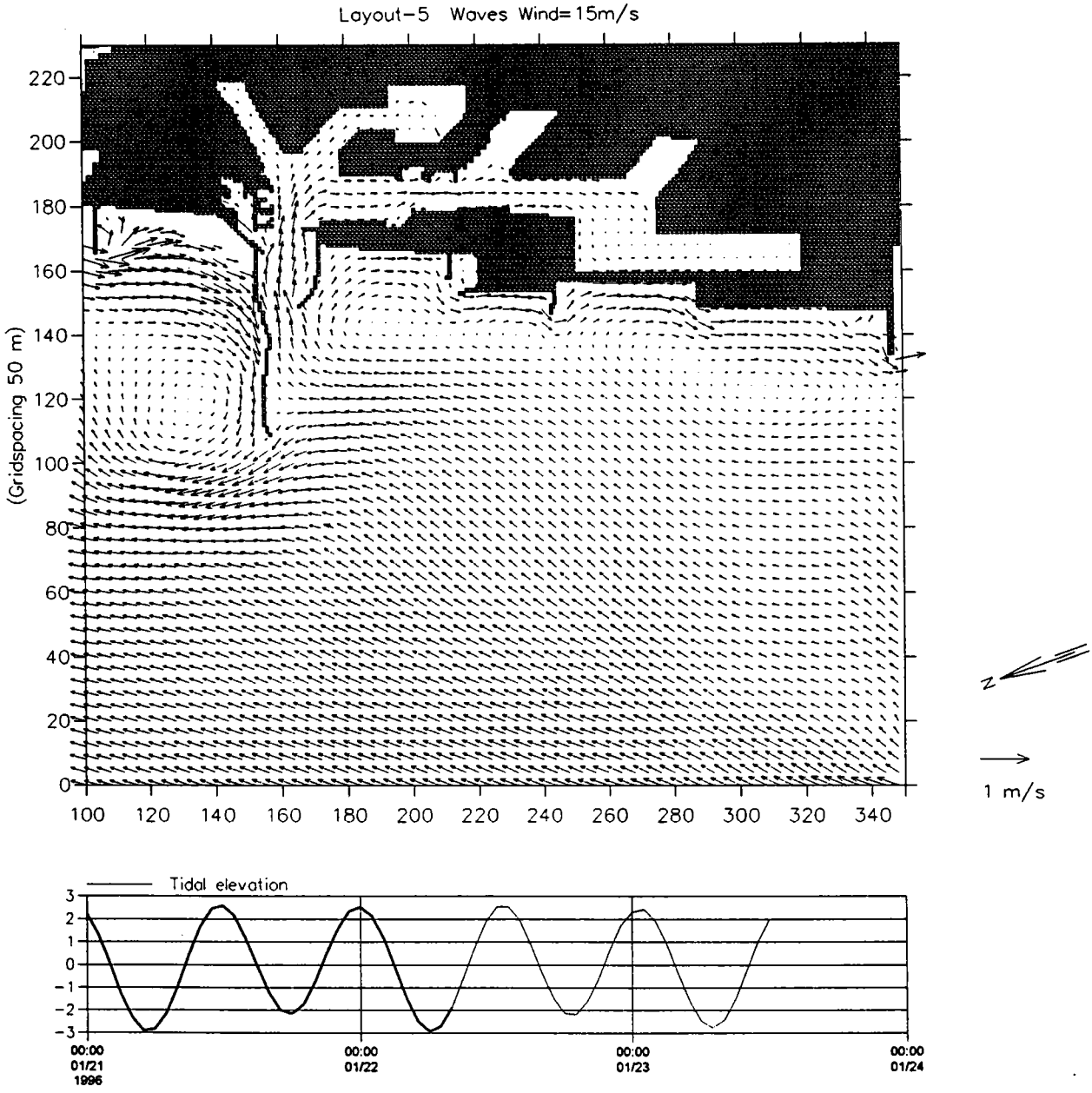

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

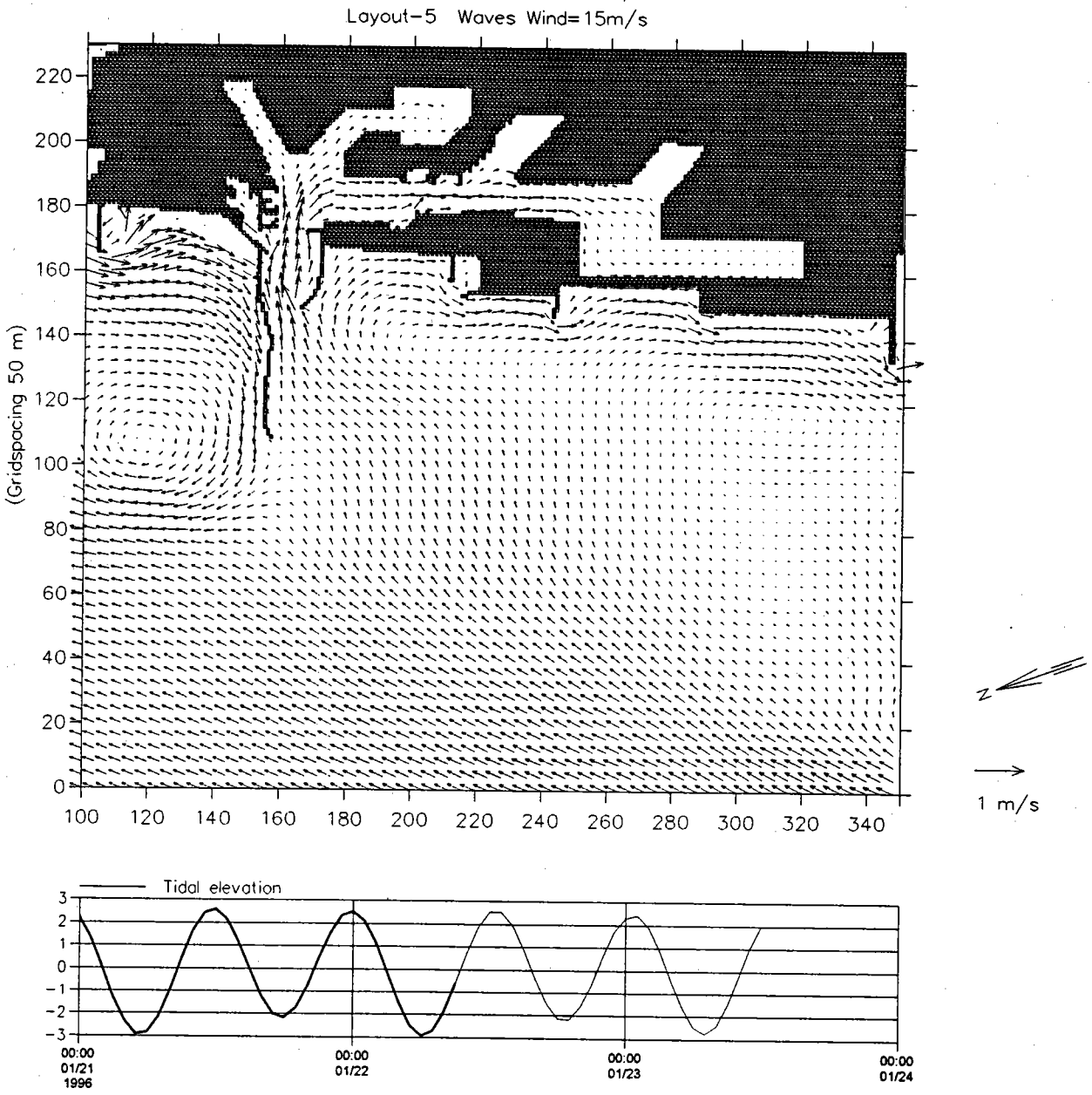

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

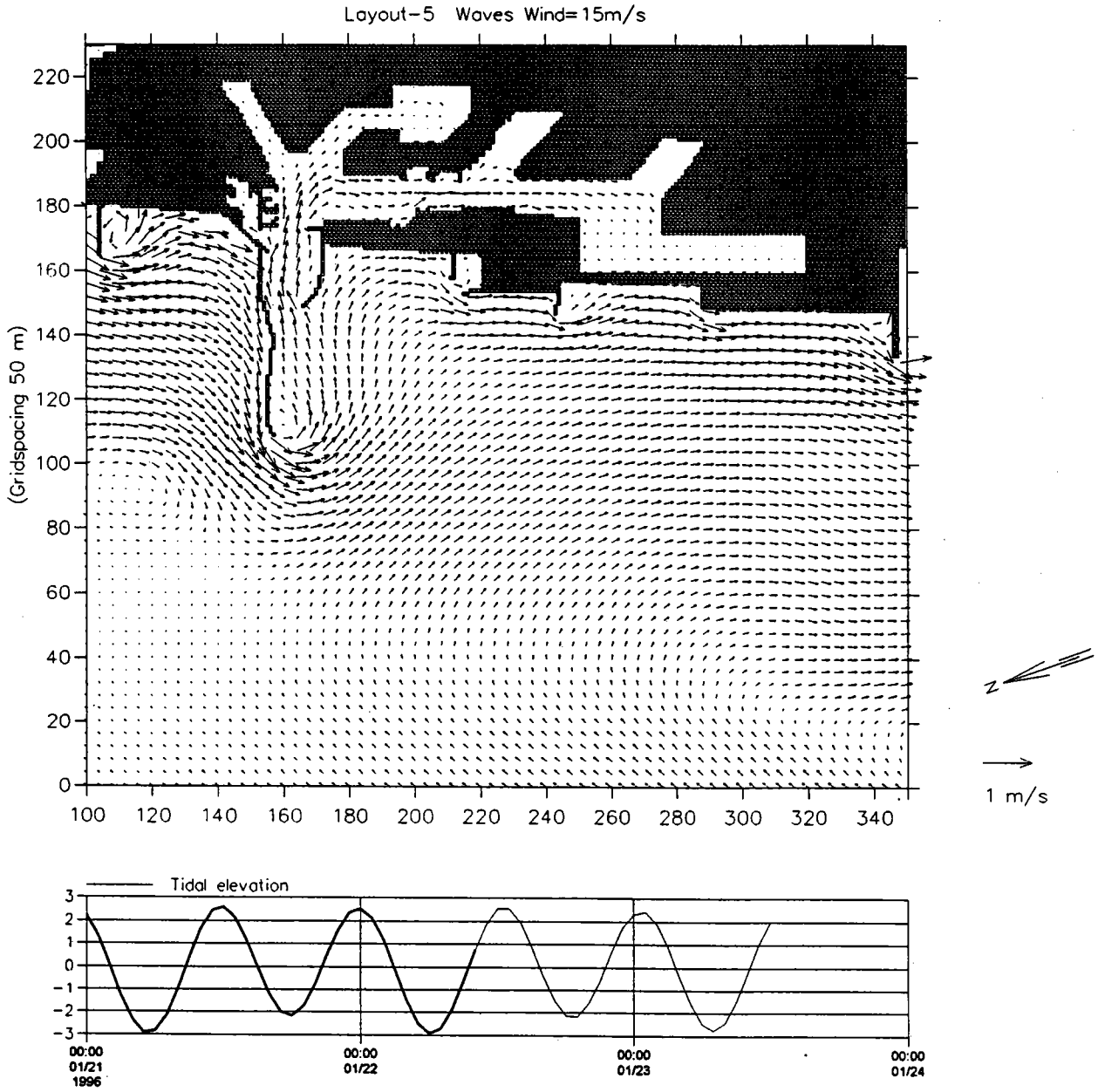

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

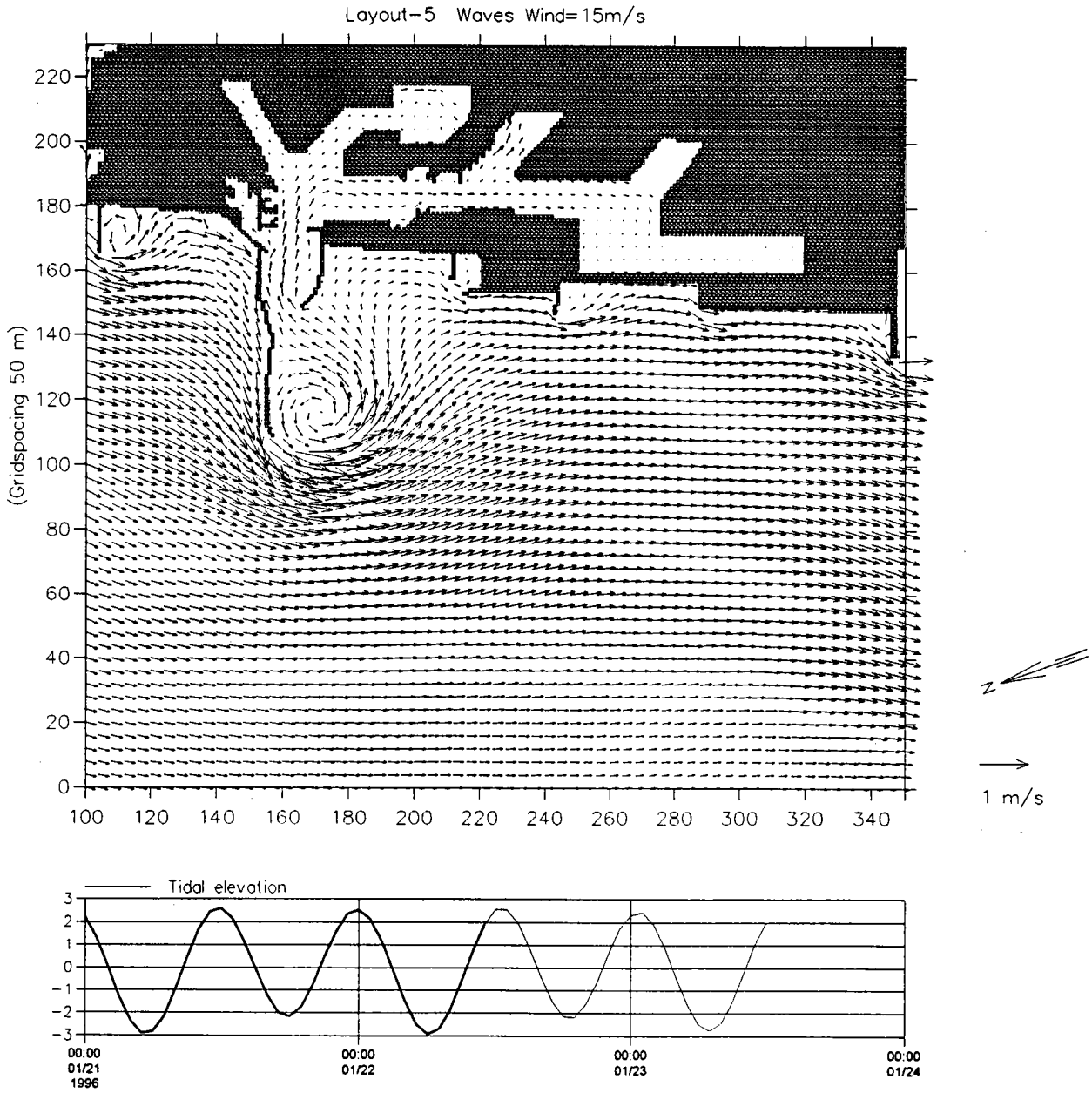

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

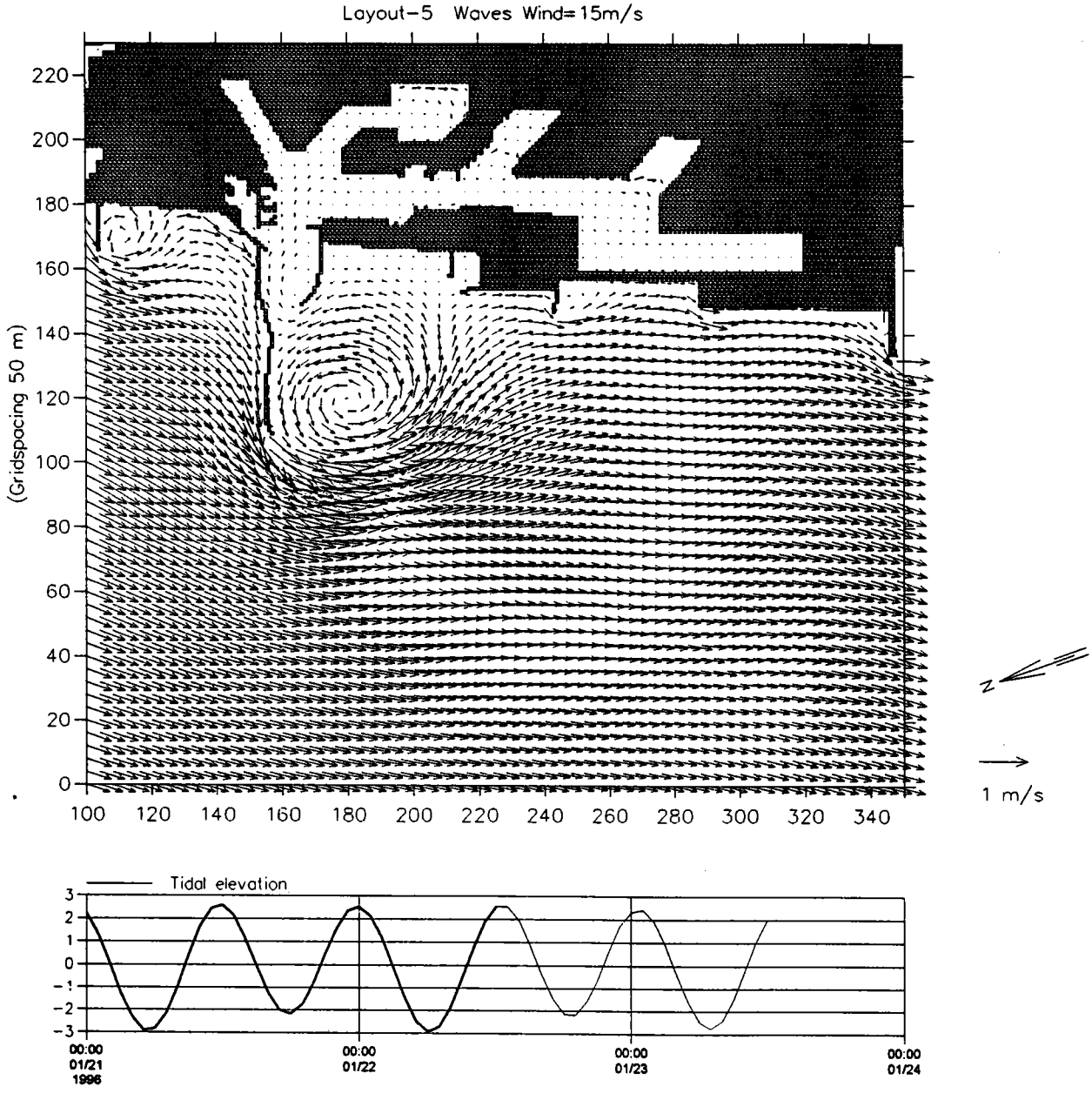

Layout-5 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-5b

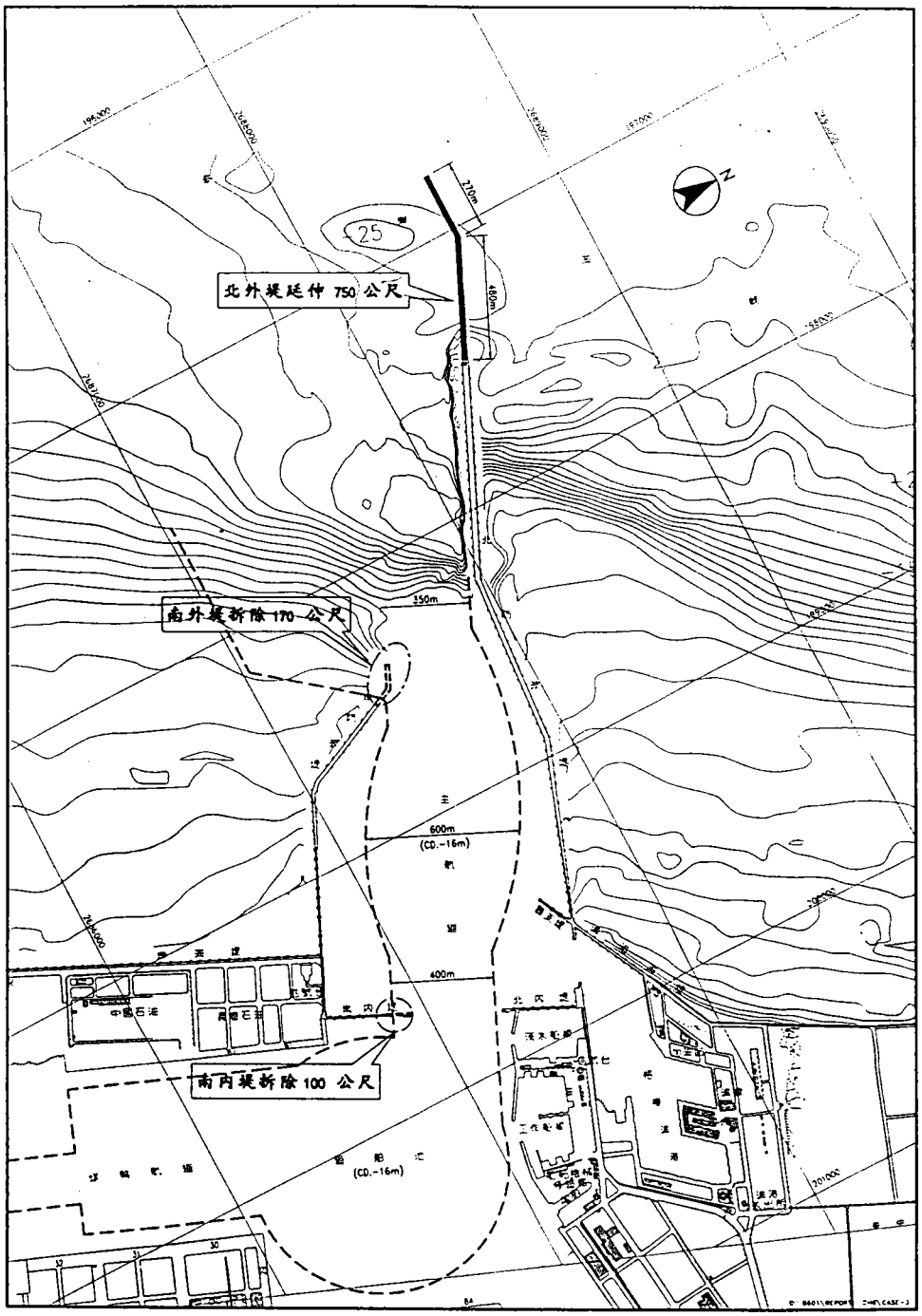
台中港港口二期擴建規劃---替選方案五

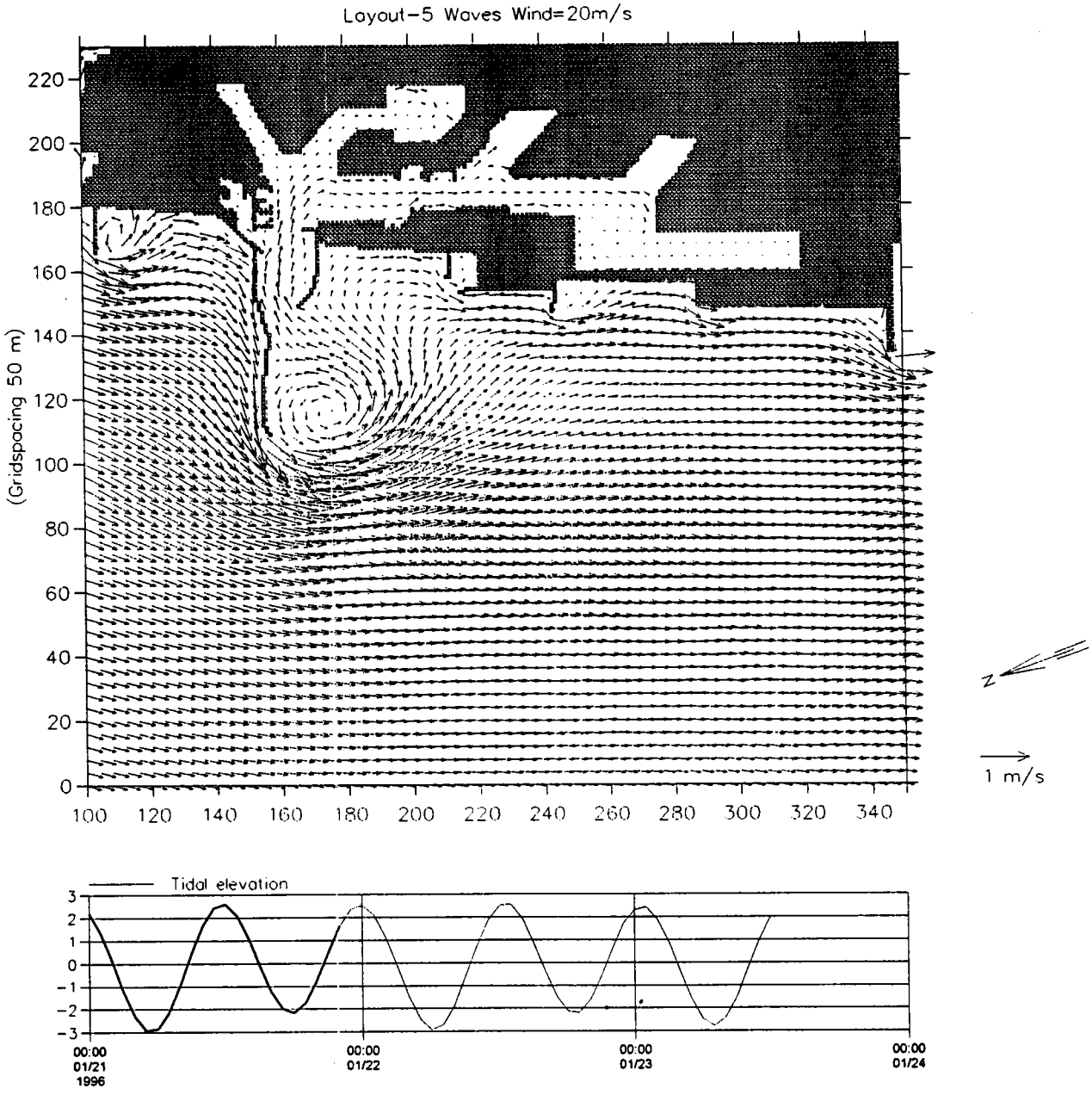
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

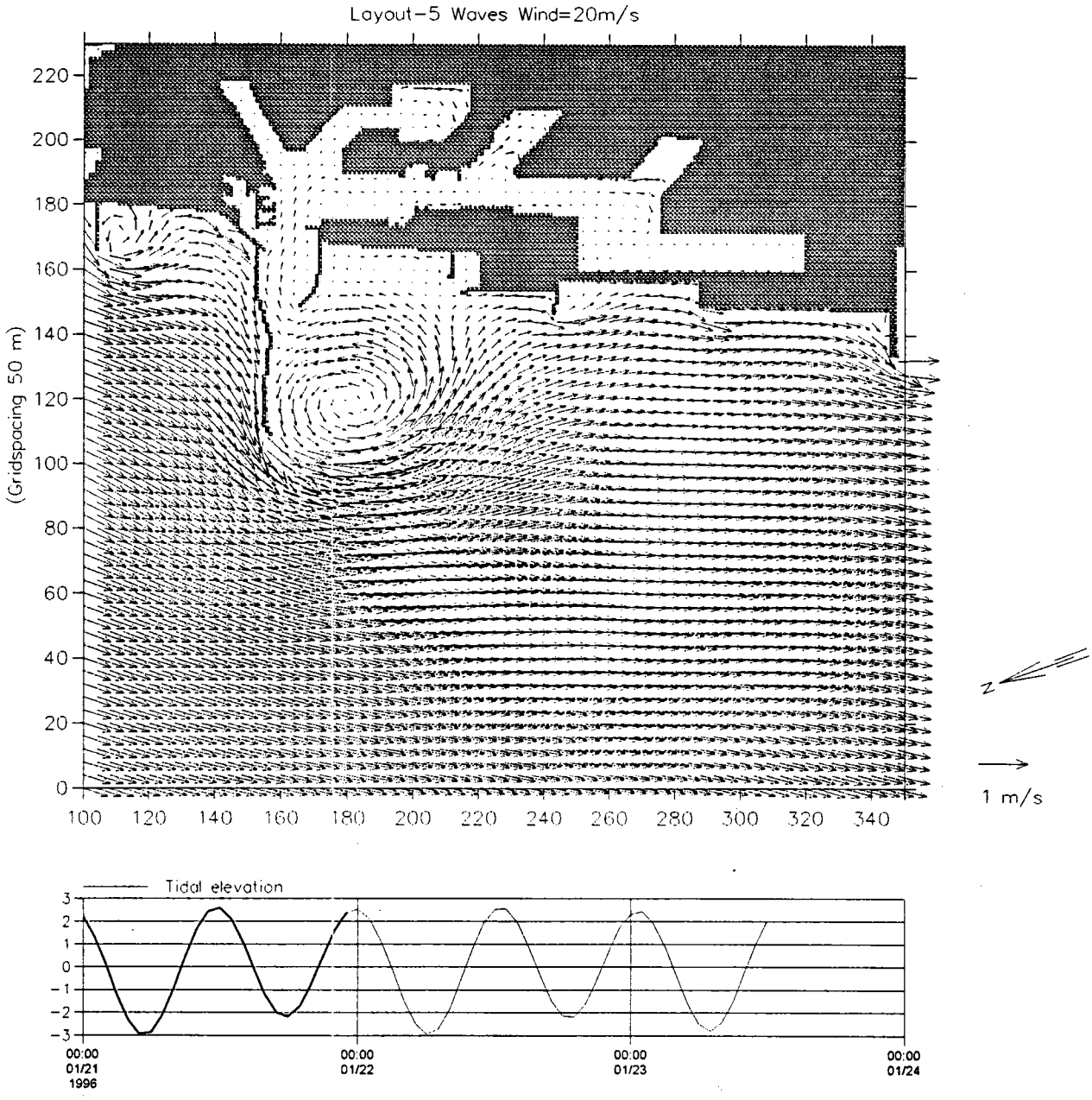
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

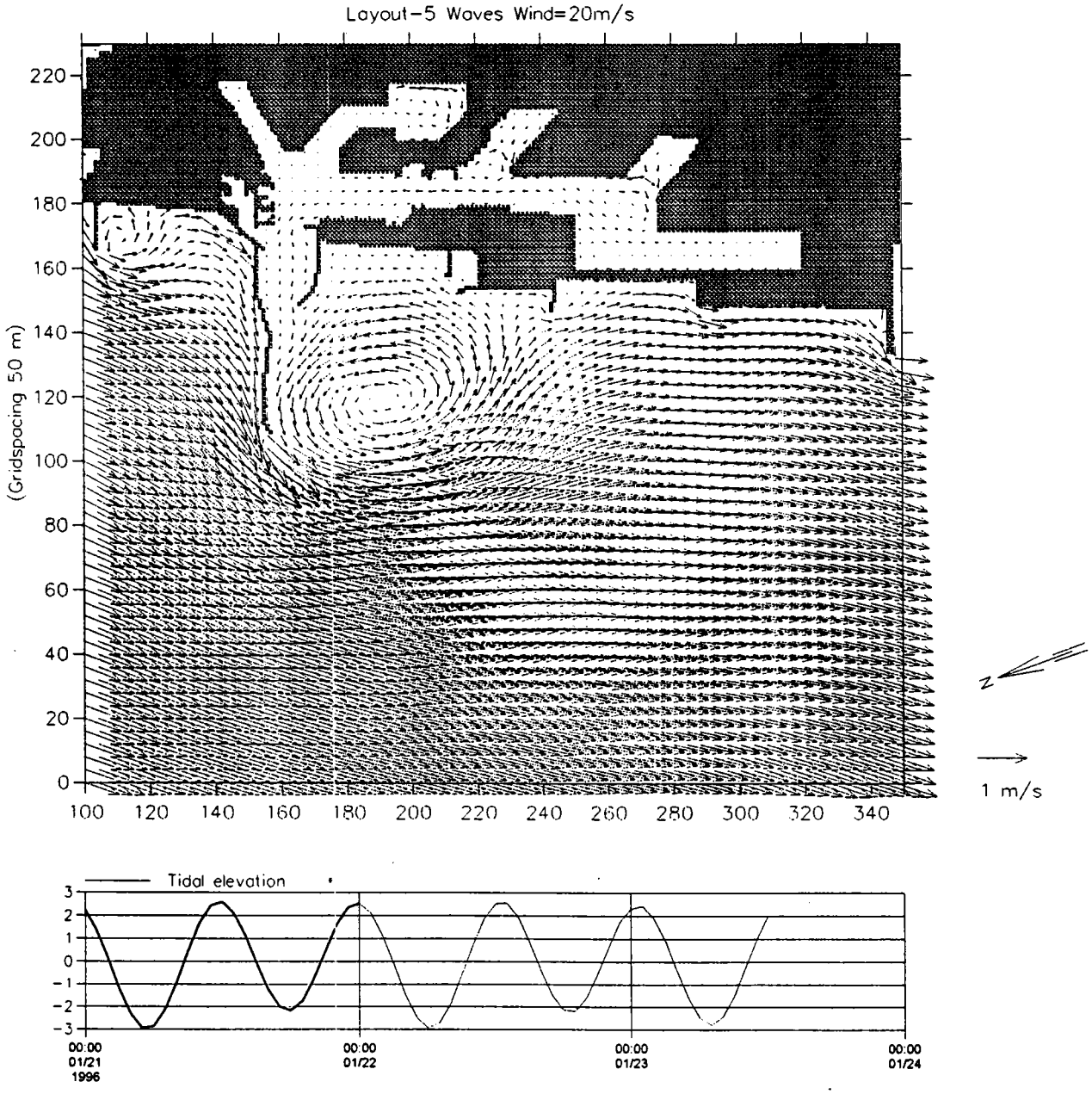
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

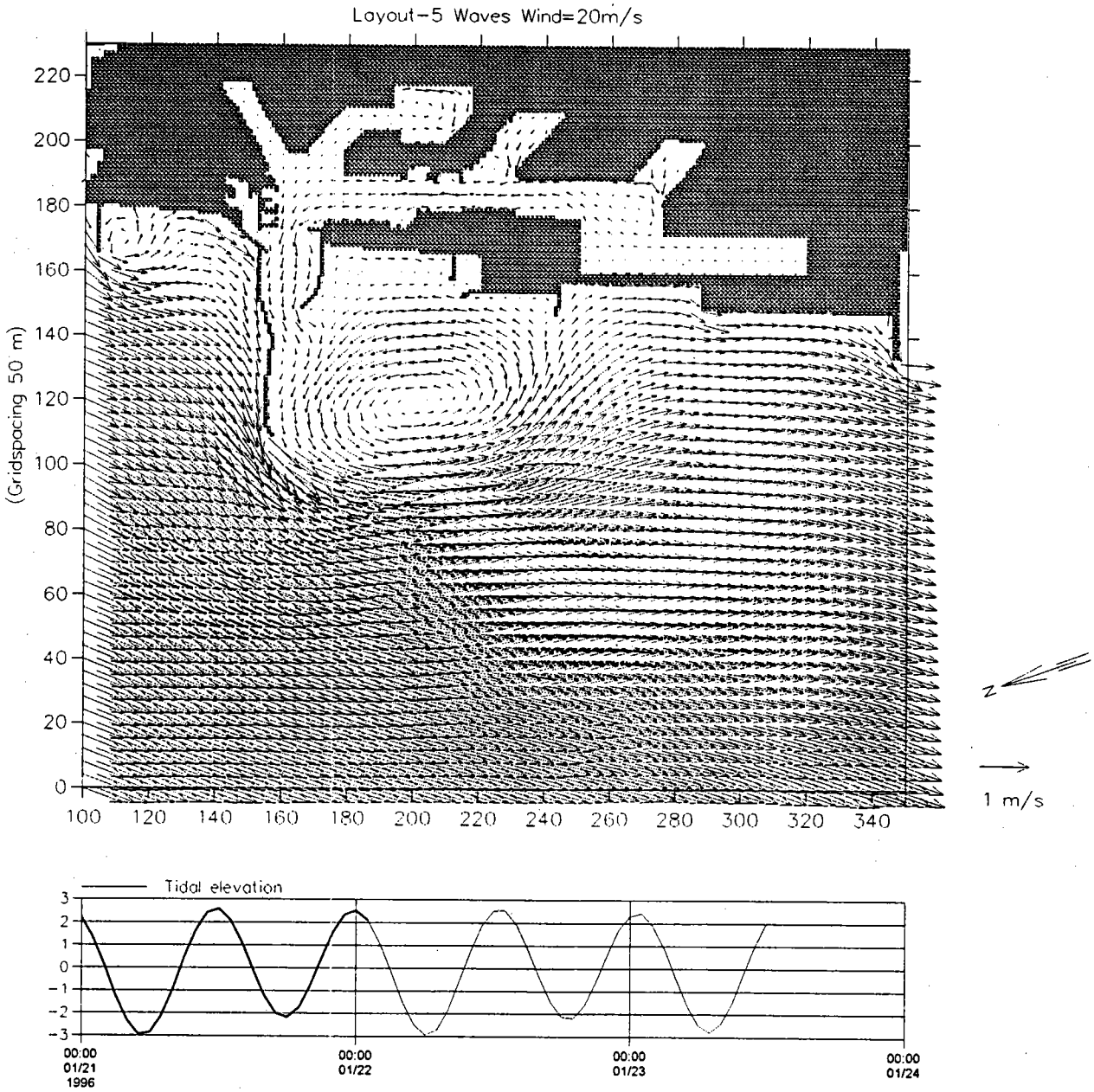
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

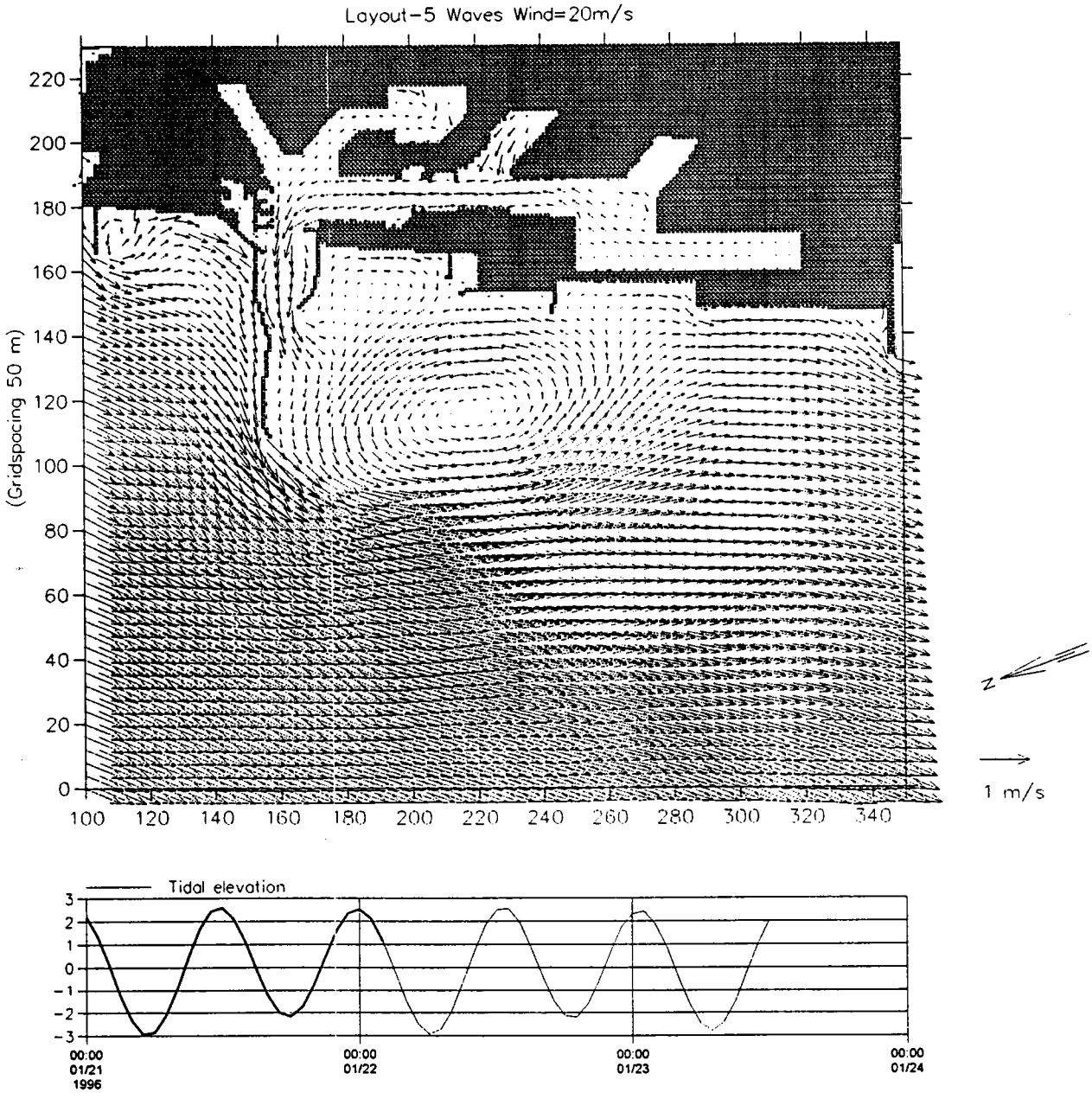



Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

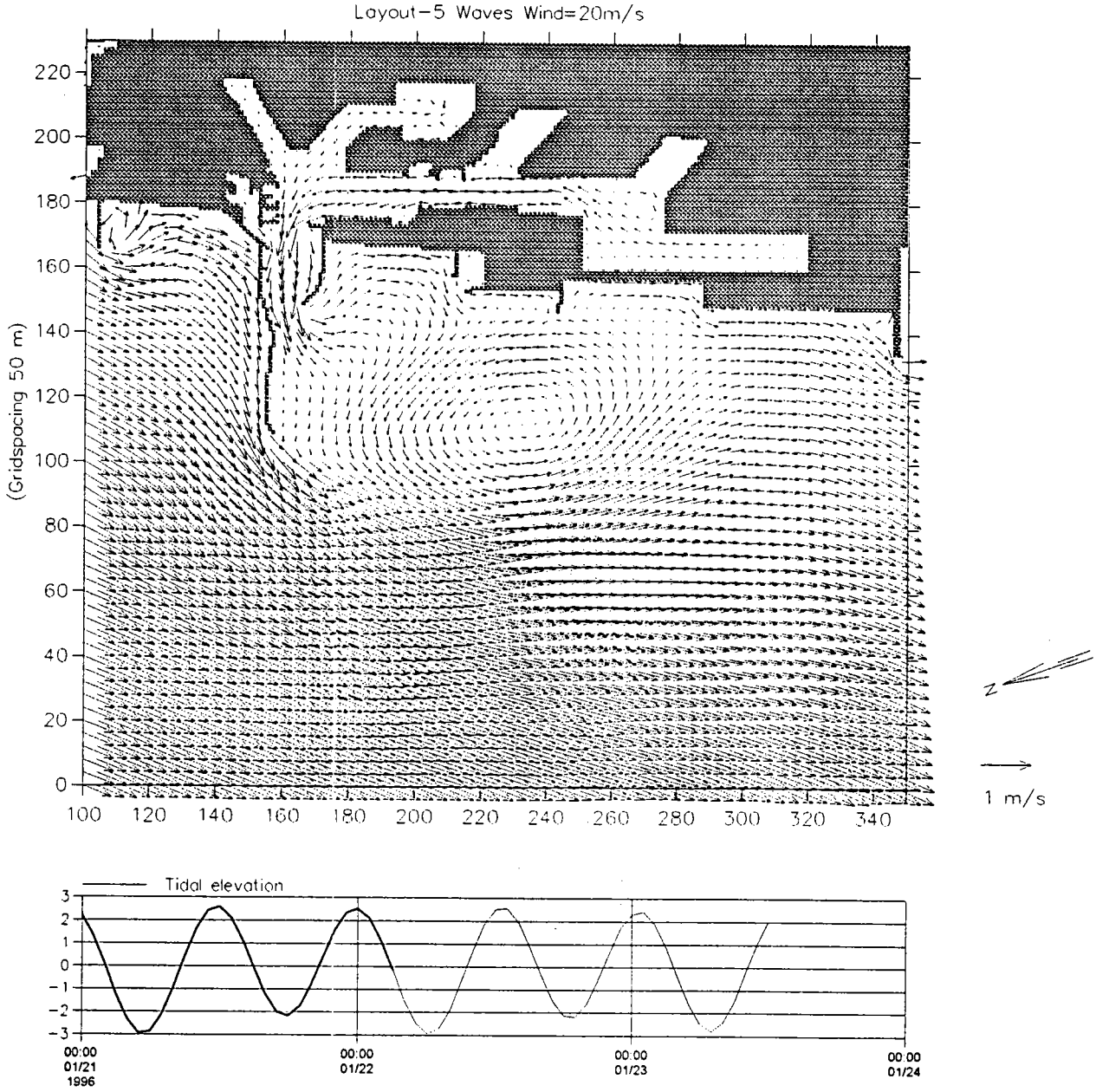

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

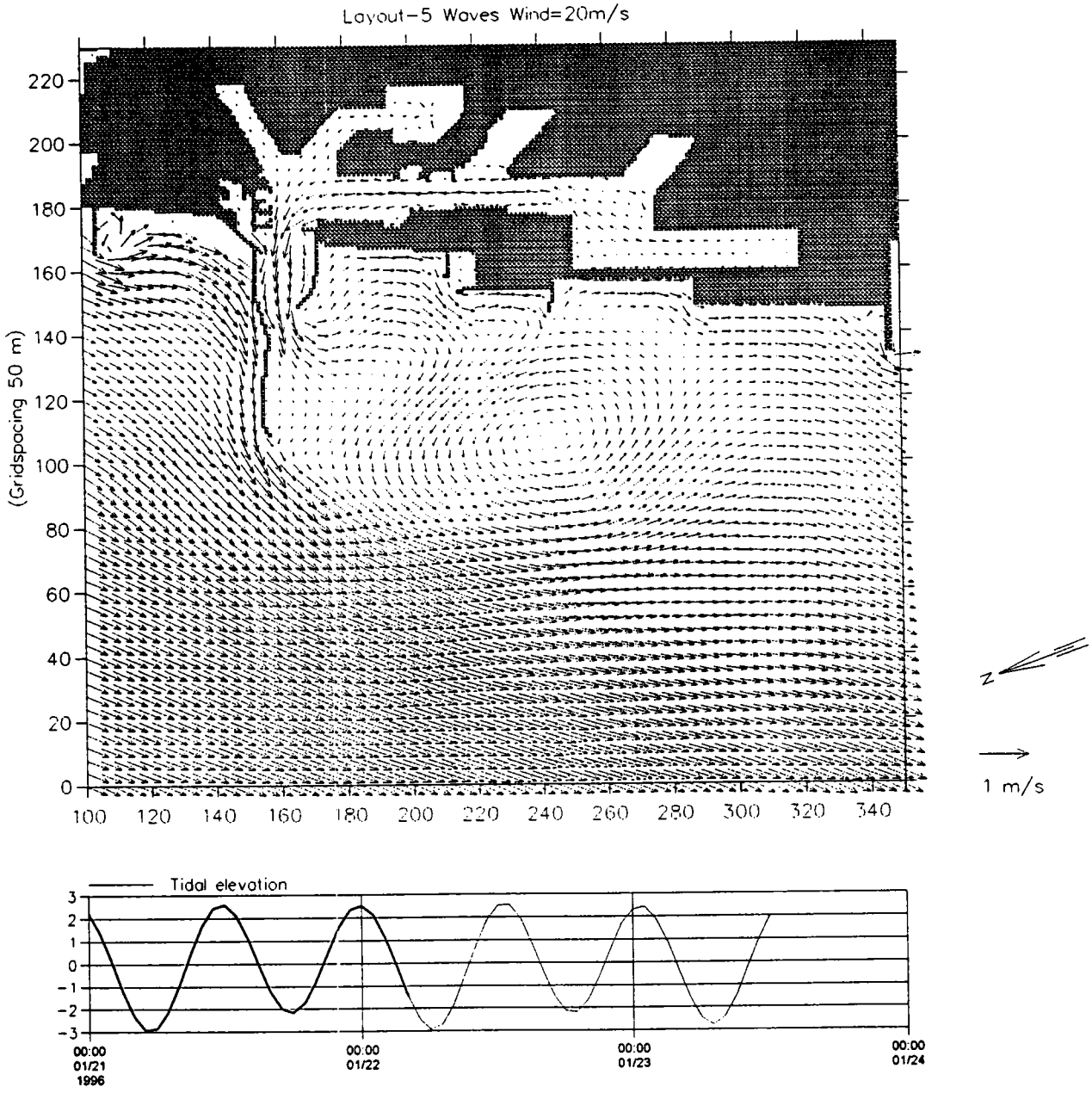

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

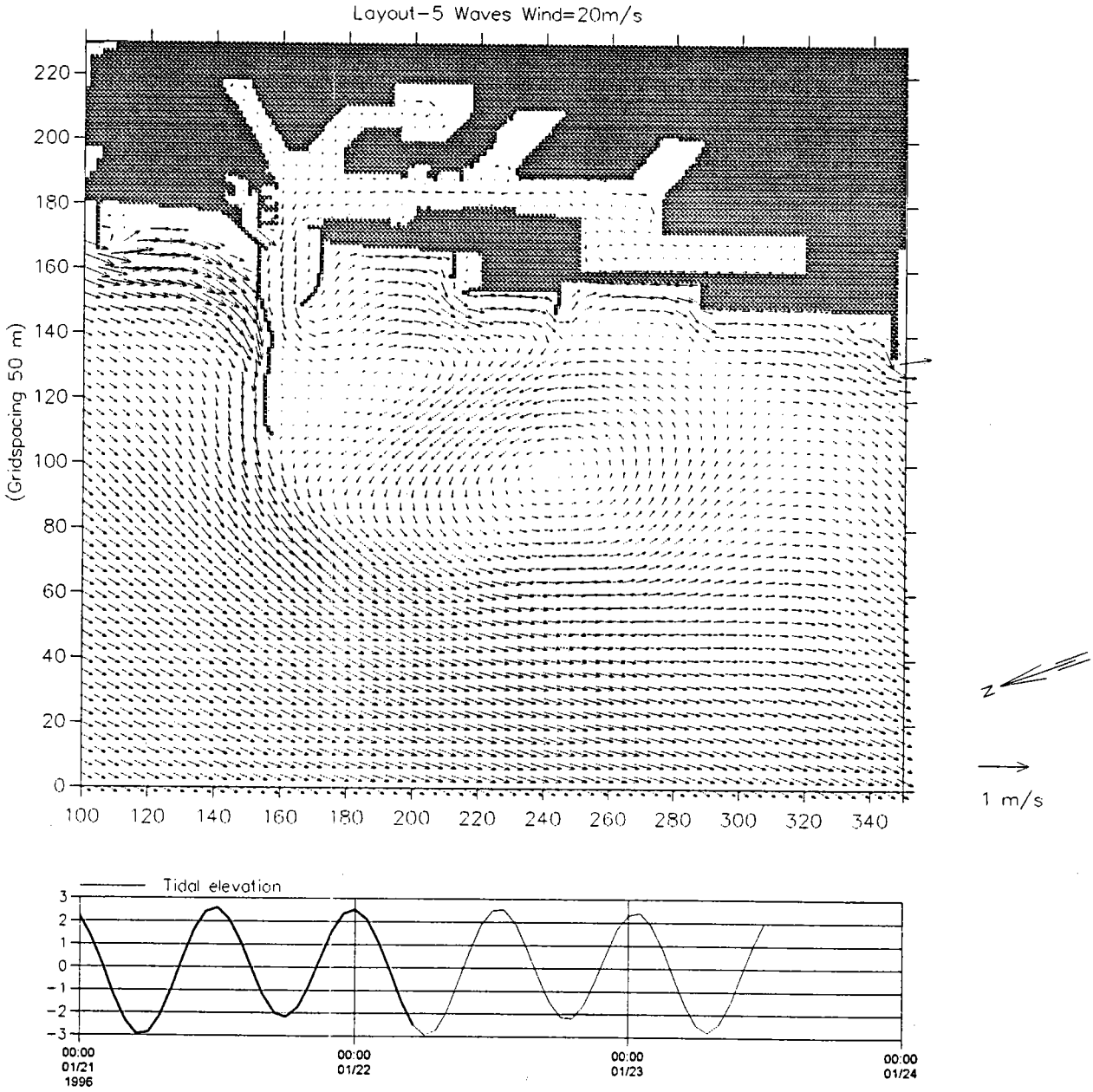

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

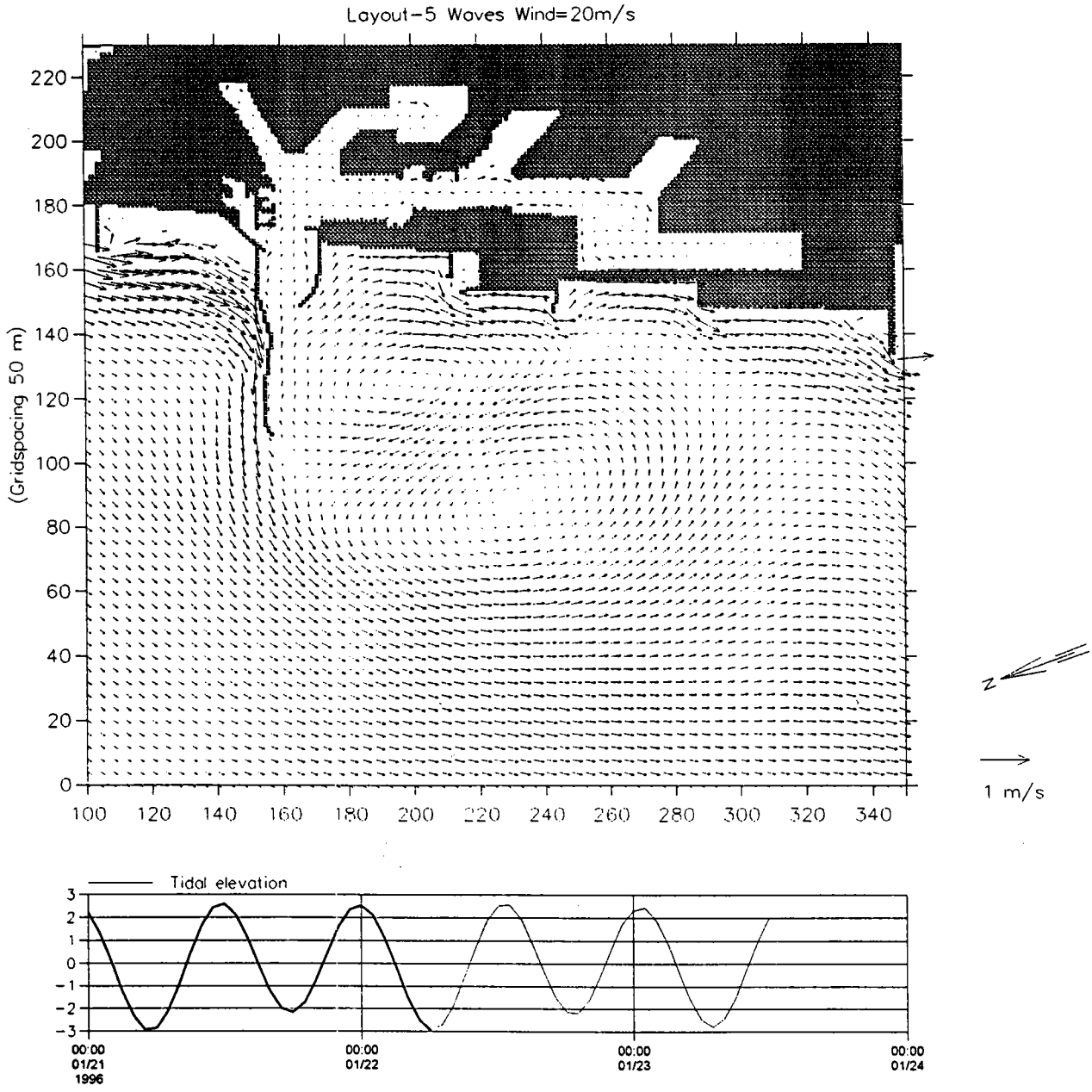
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

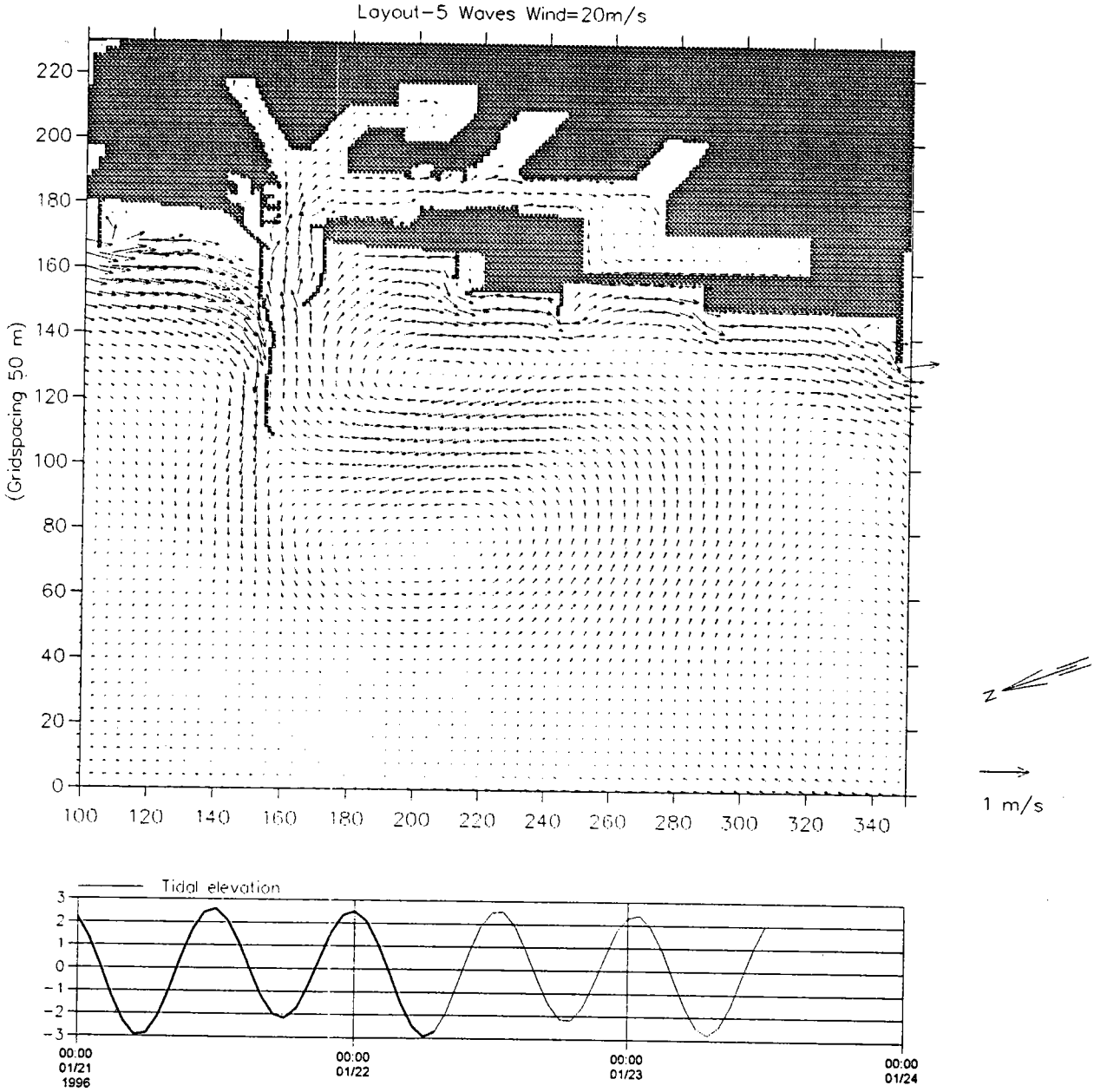

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

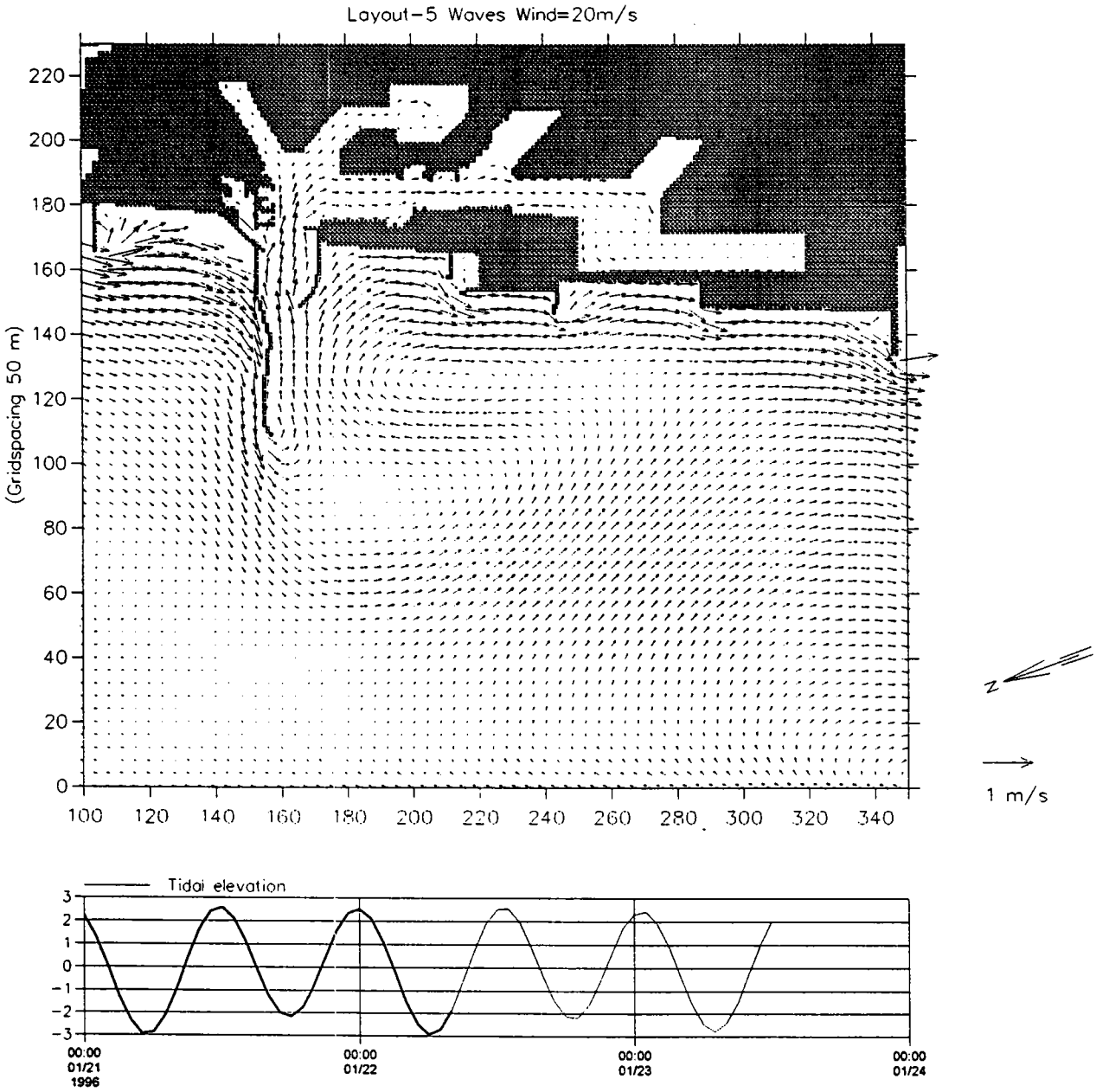
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

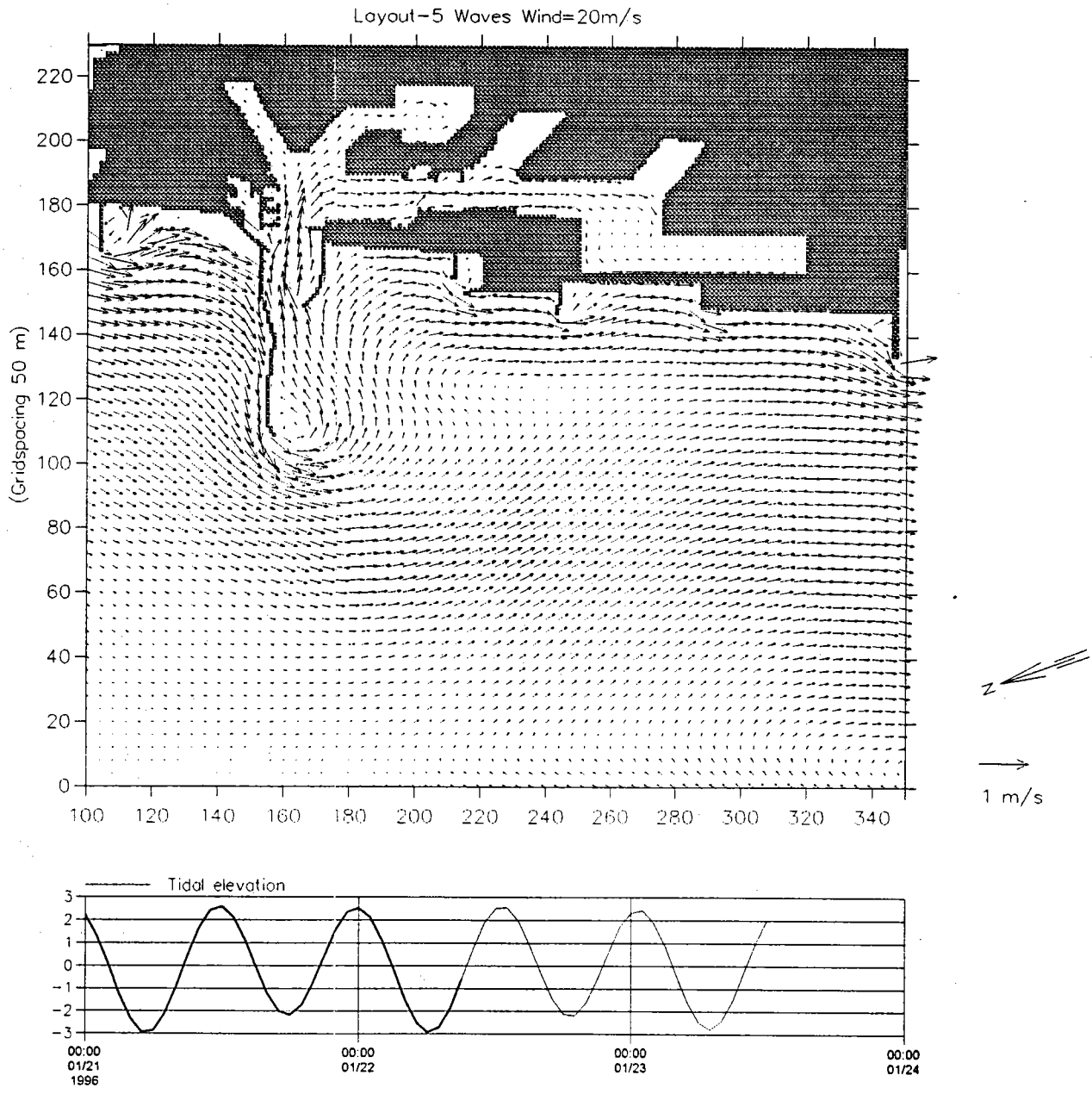

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

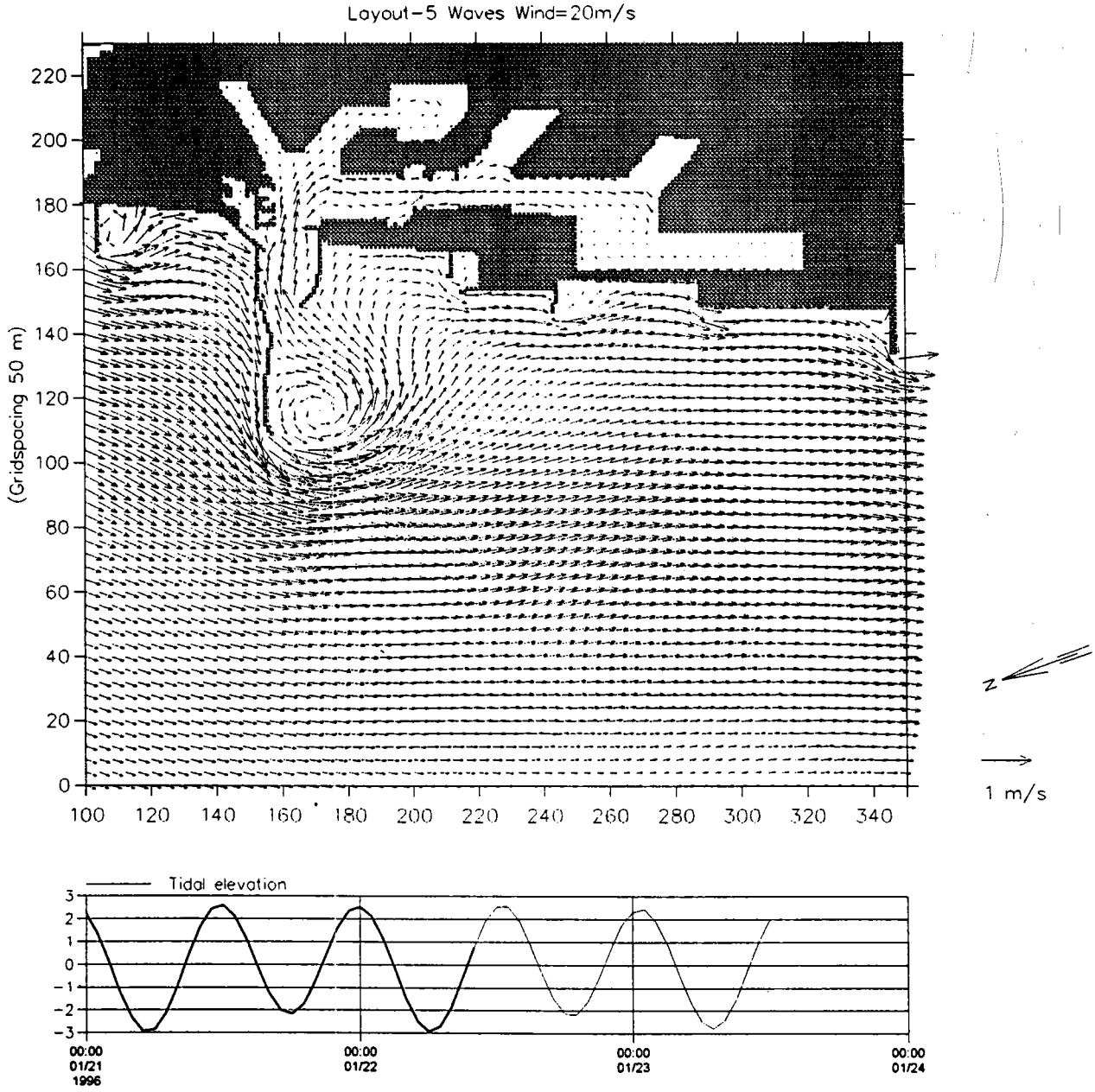

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

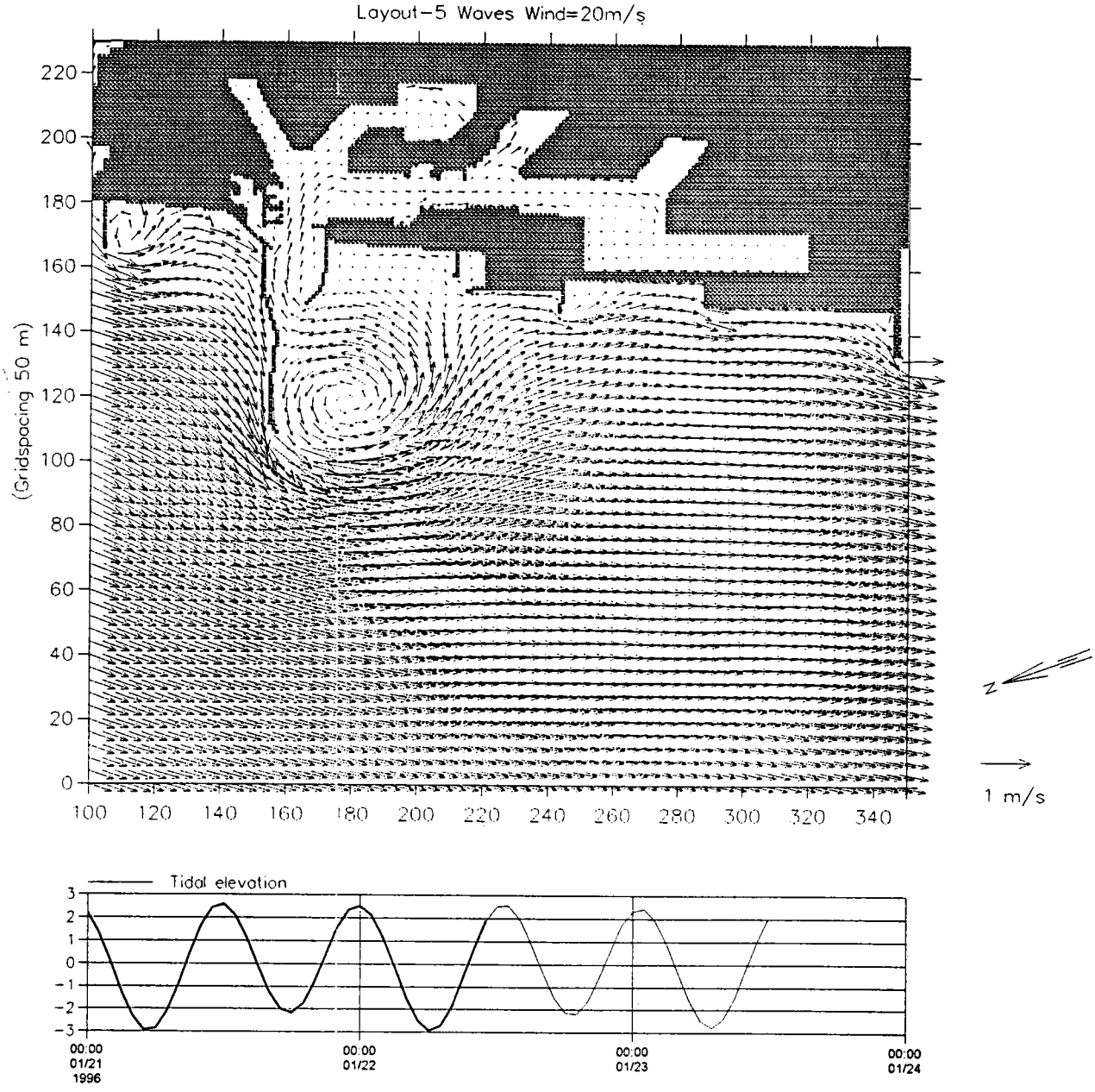

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

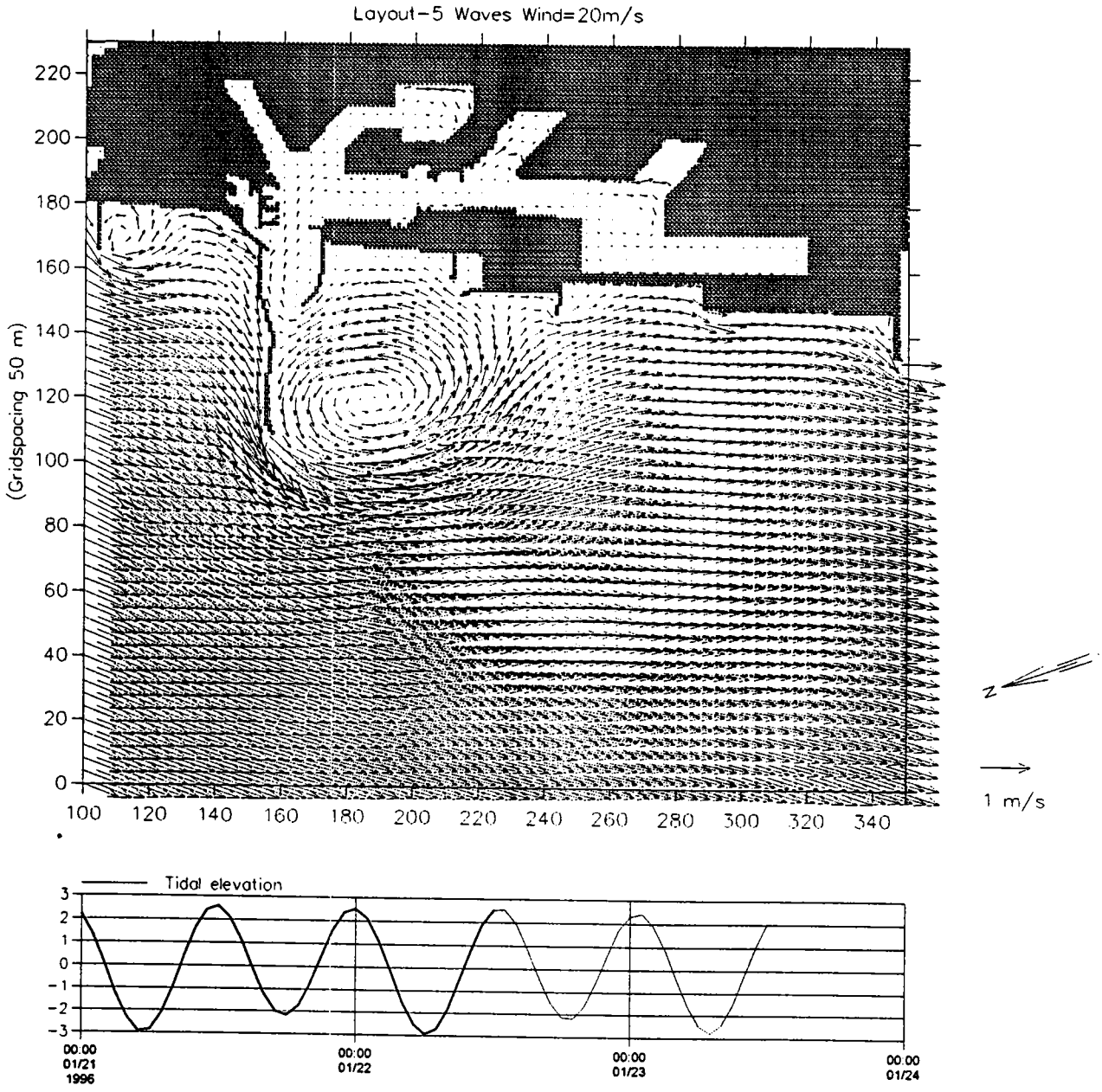

Layout-5 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-6a

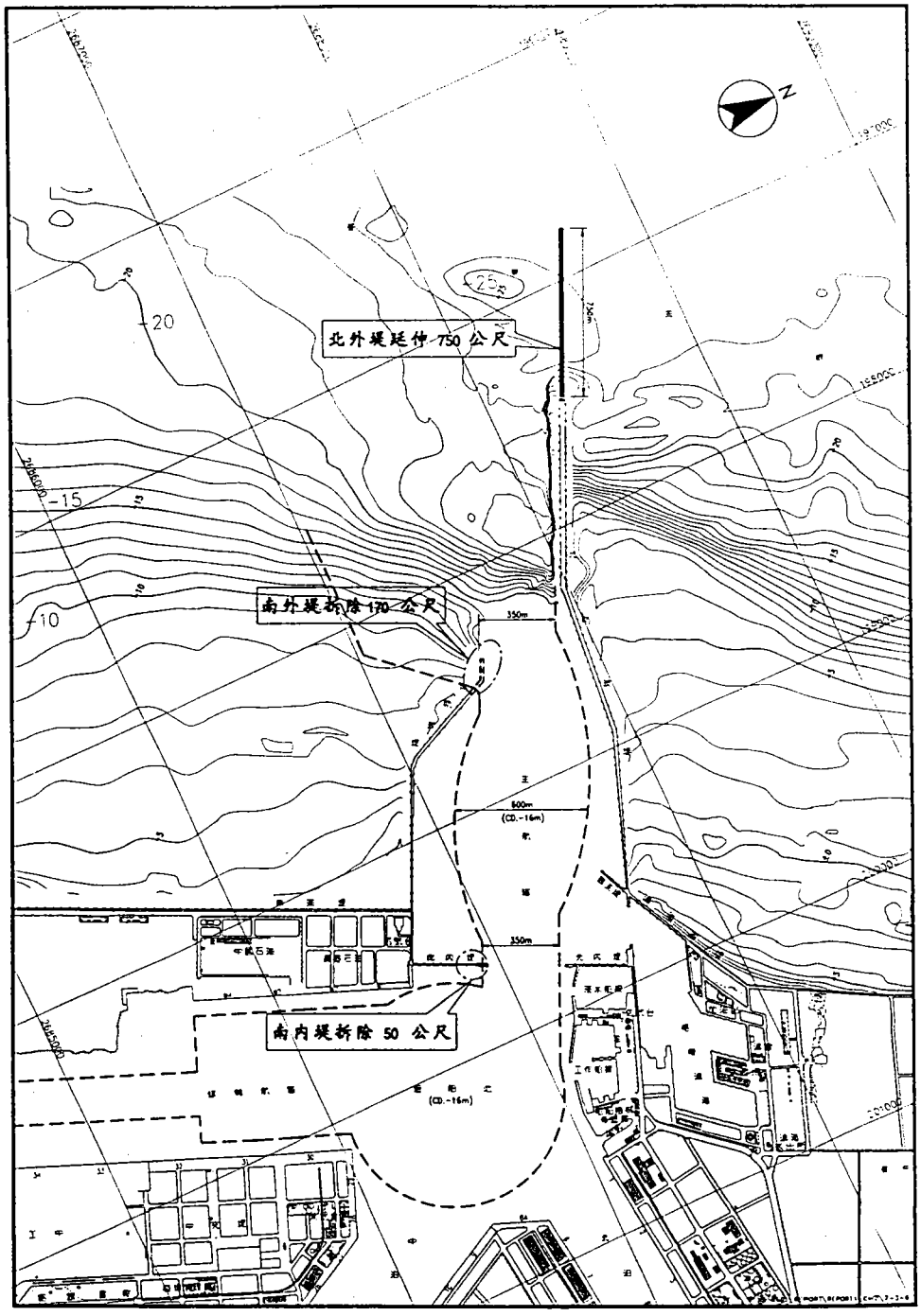
台中港港口二期擴建規劃---替選方案六

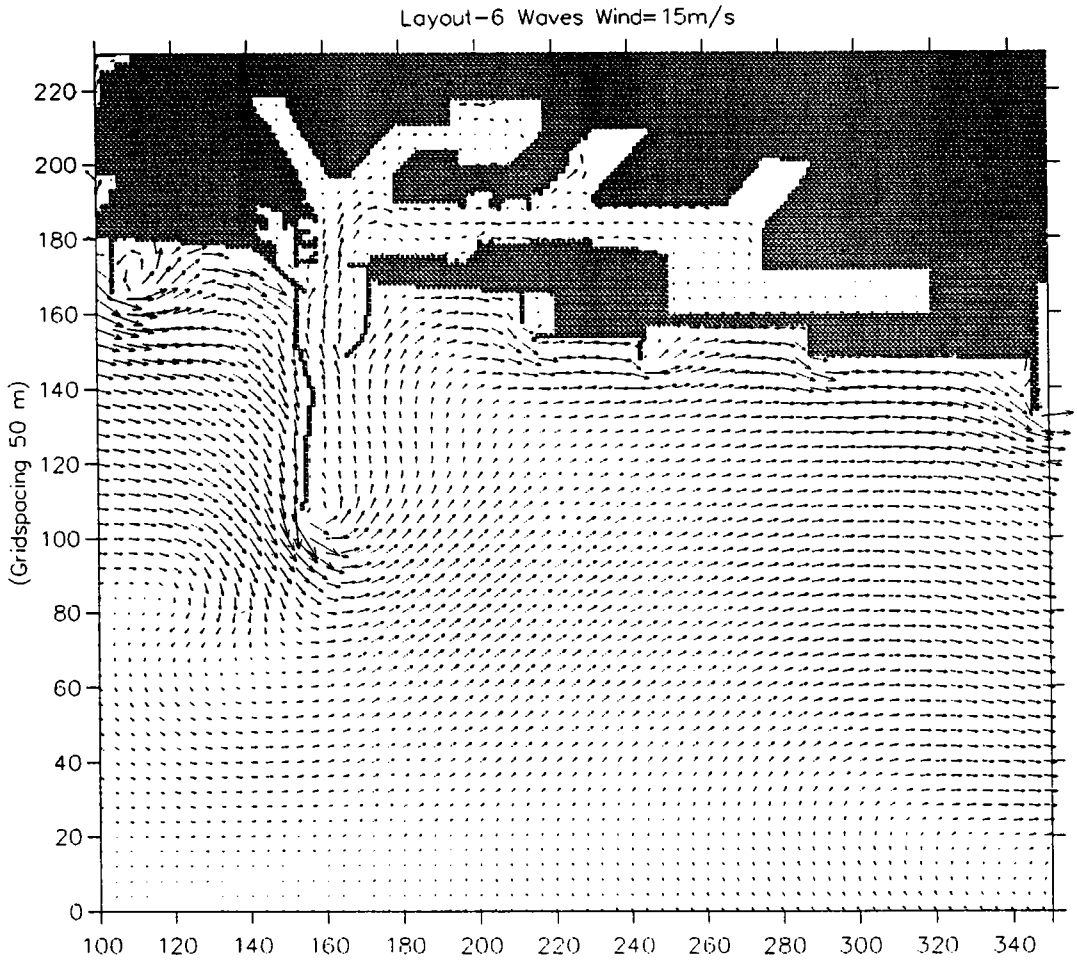
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

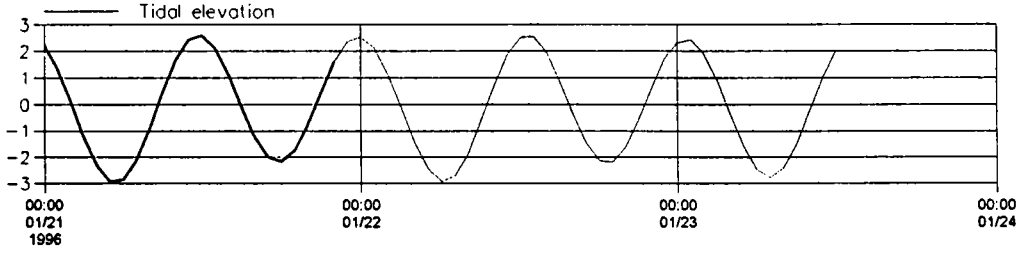
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

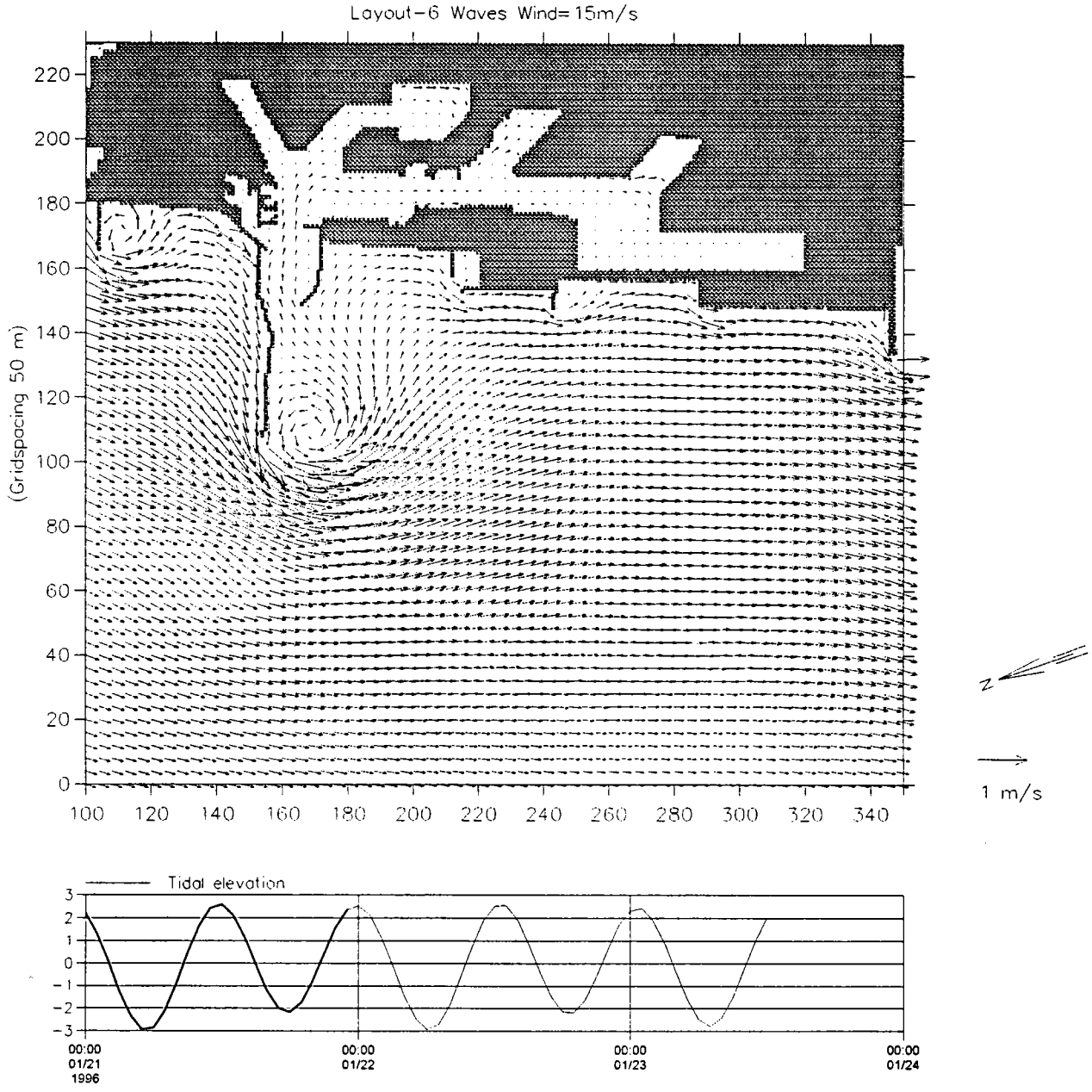
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

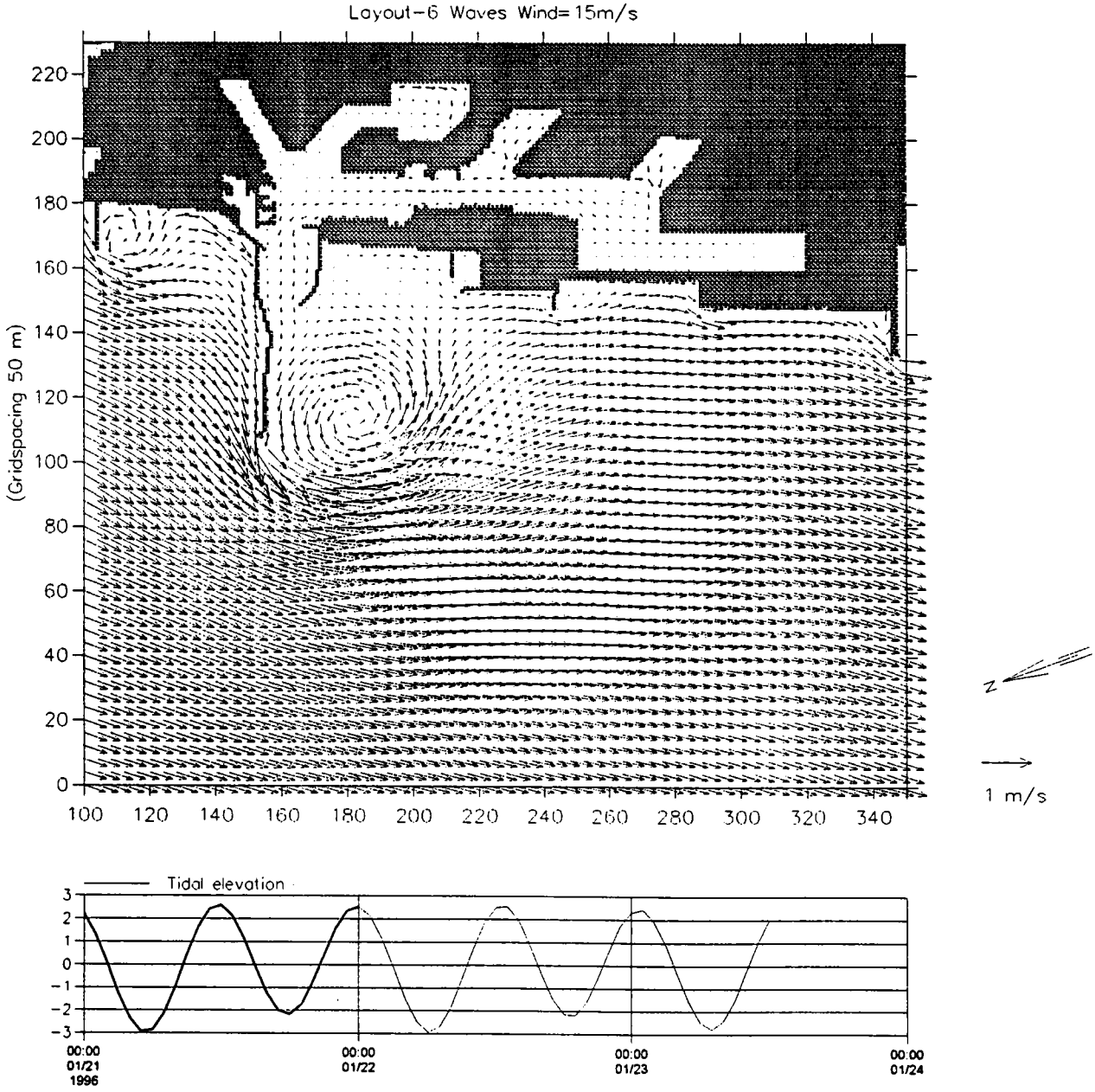
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

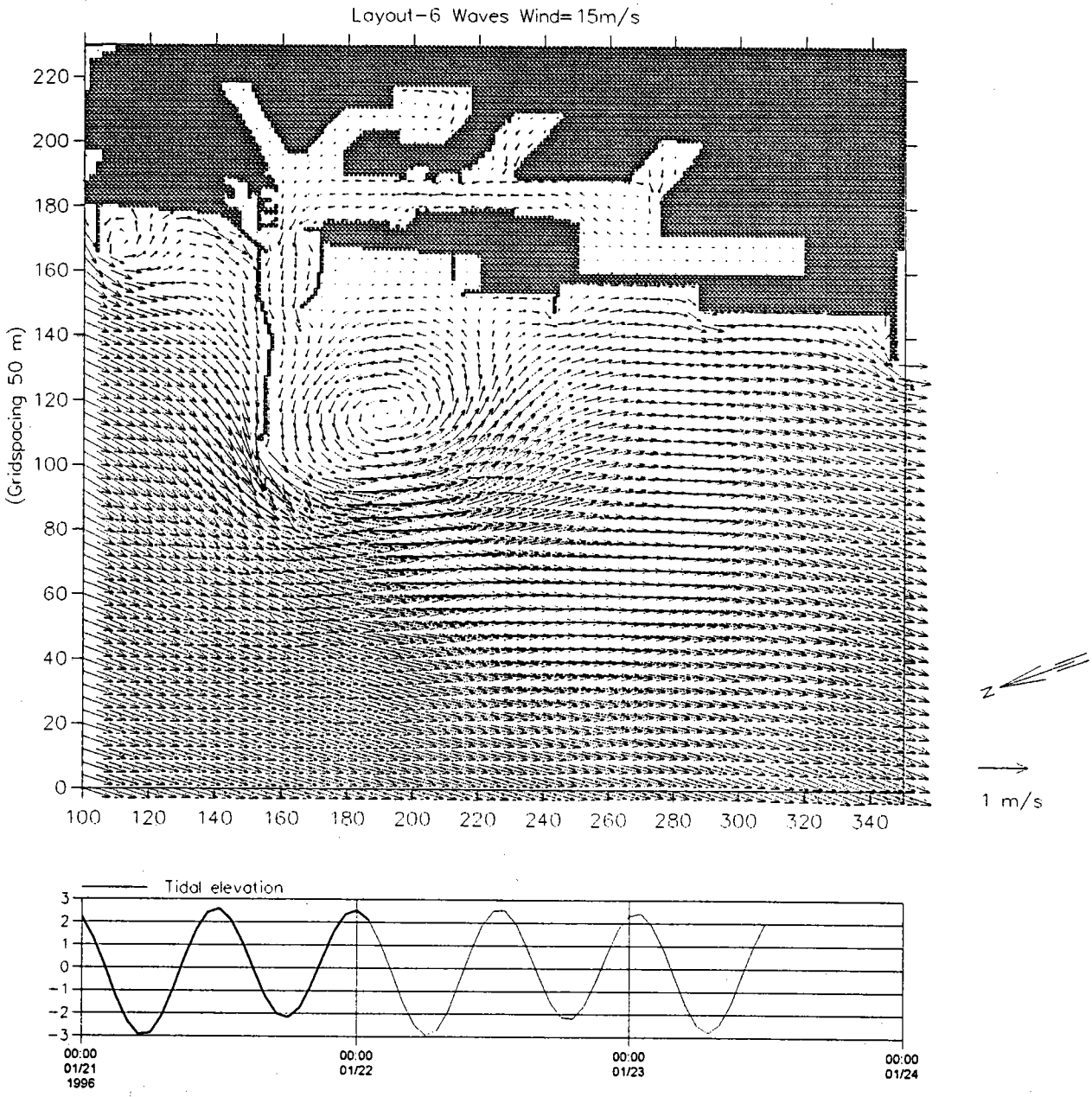


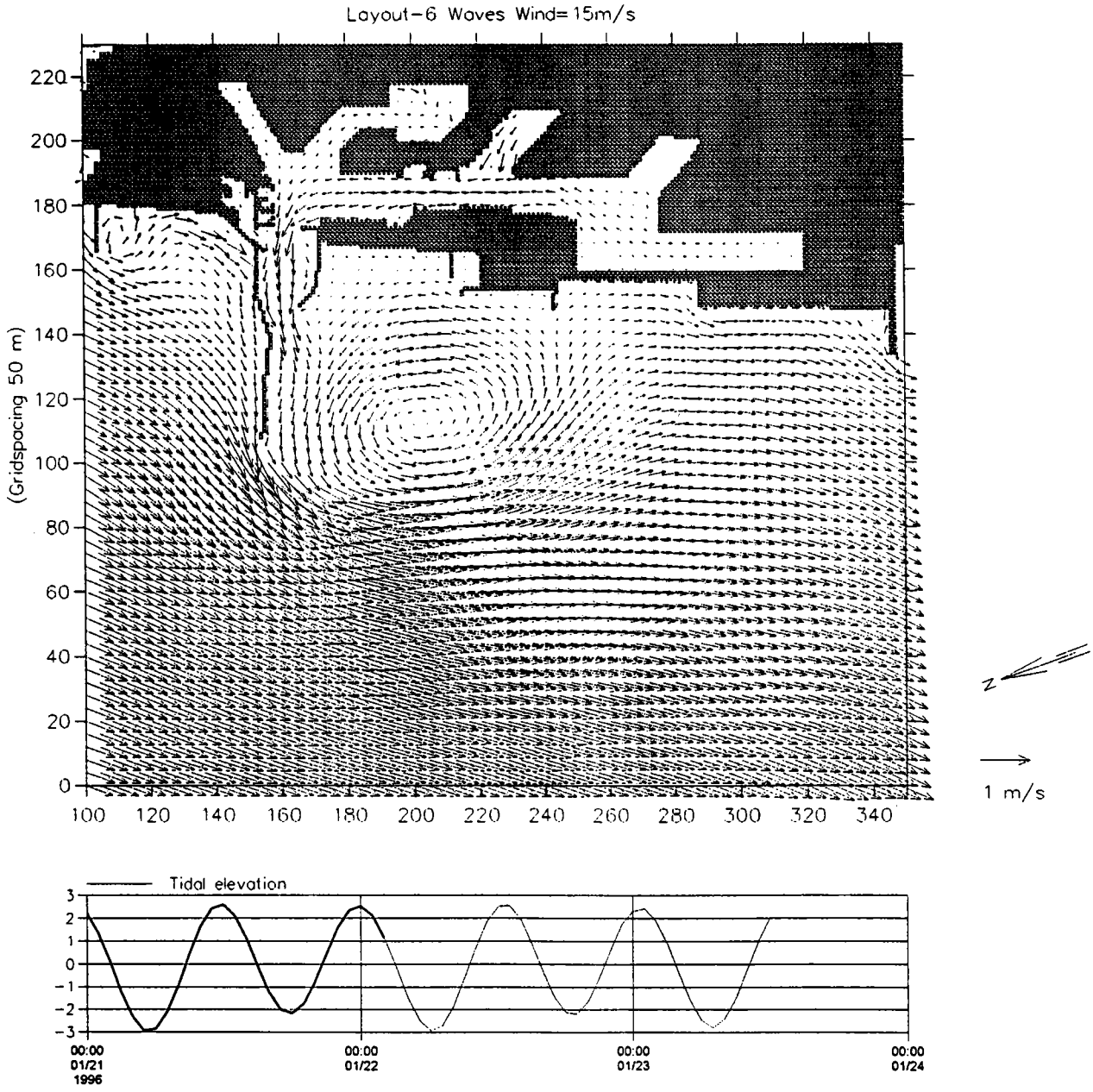

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s


Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

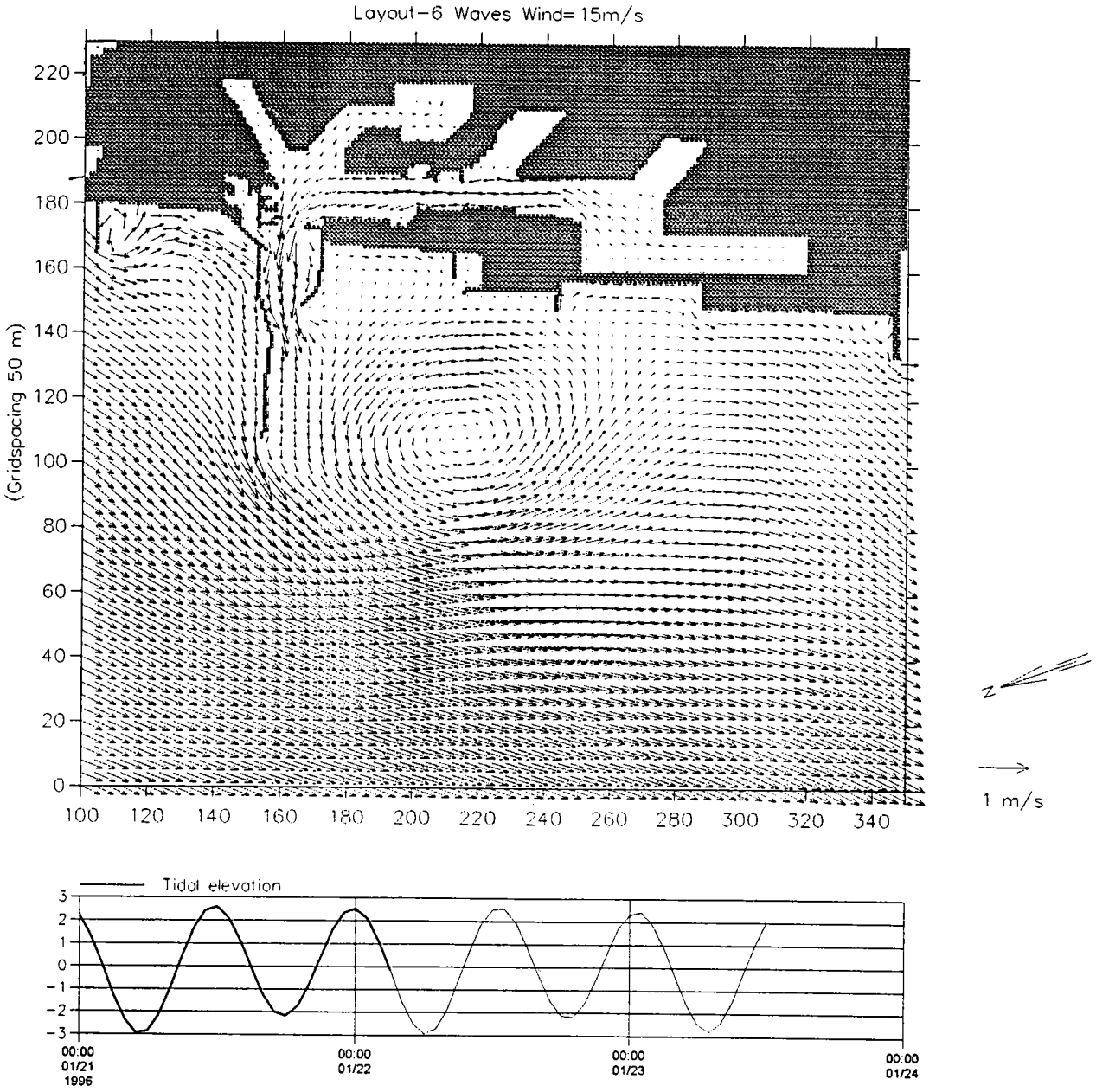

Layout-6 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

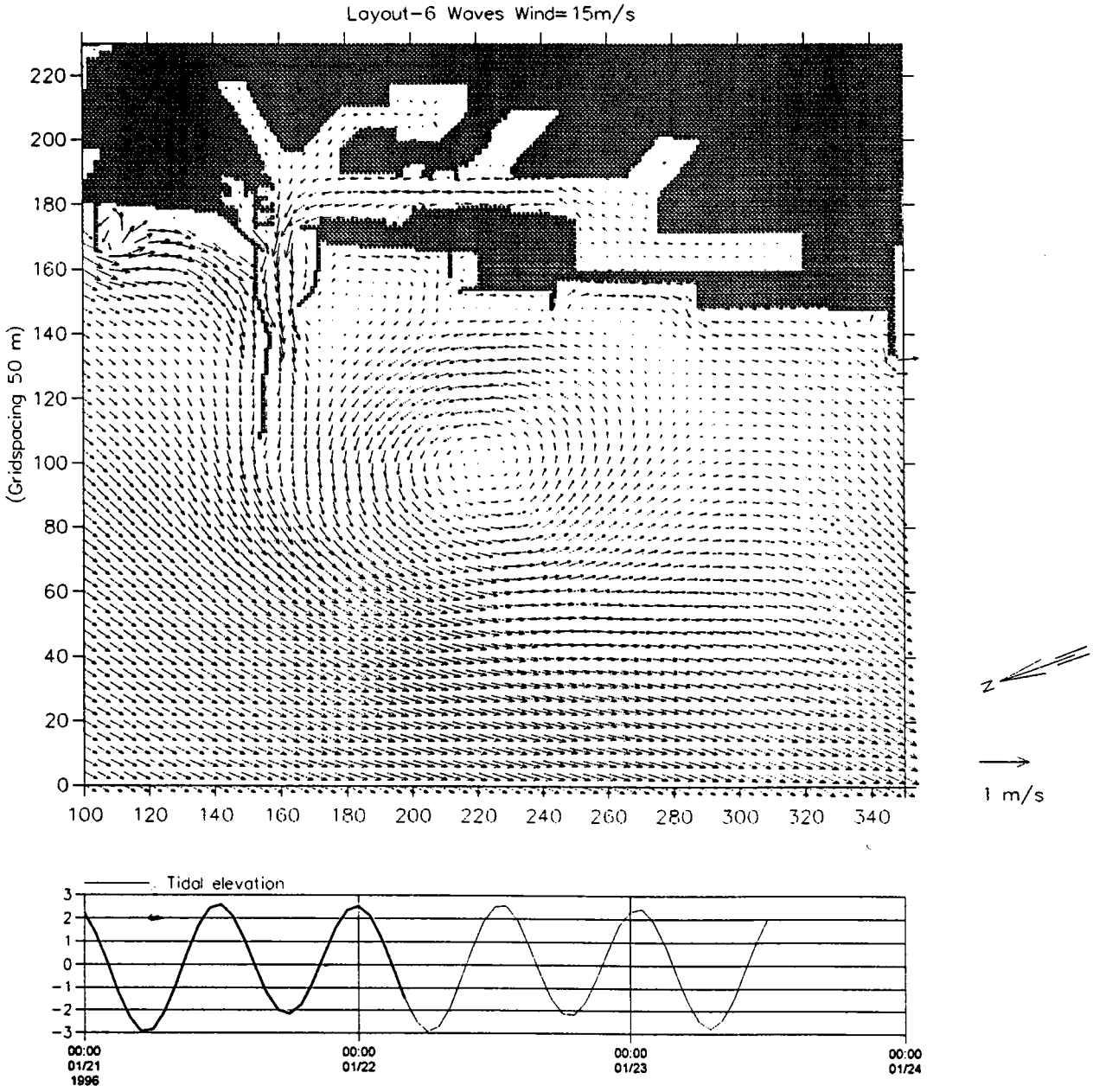

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

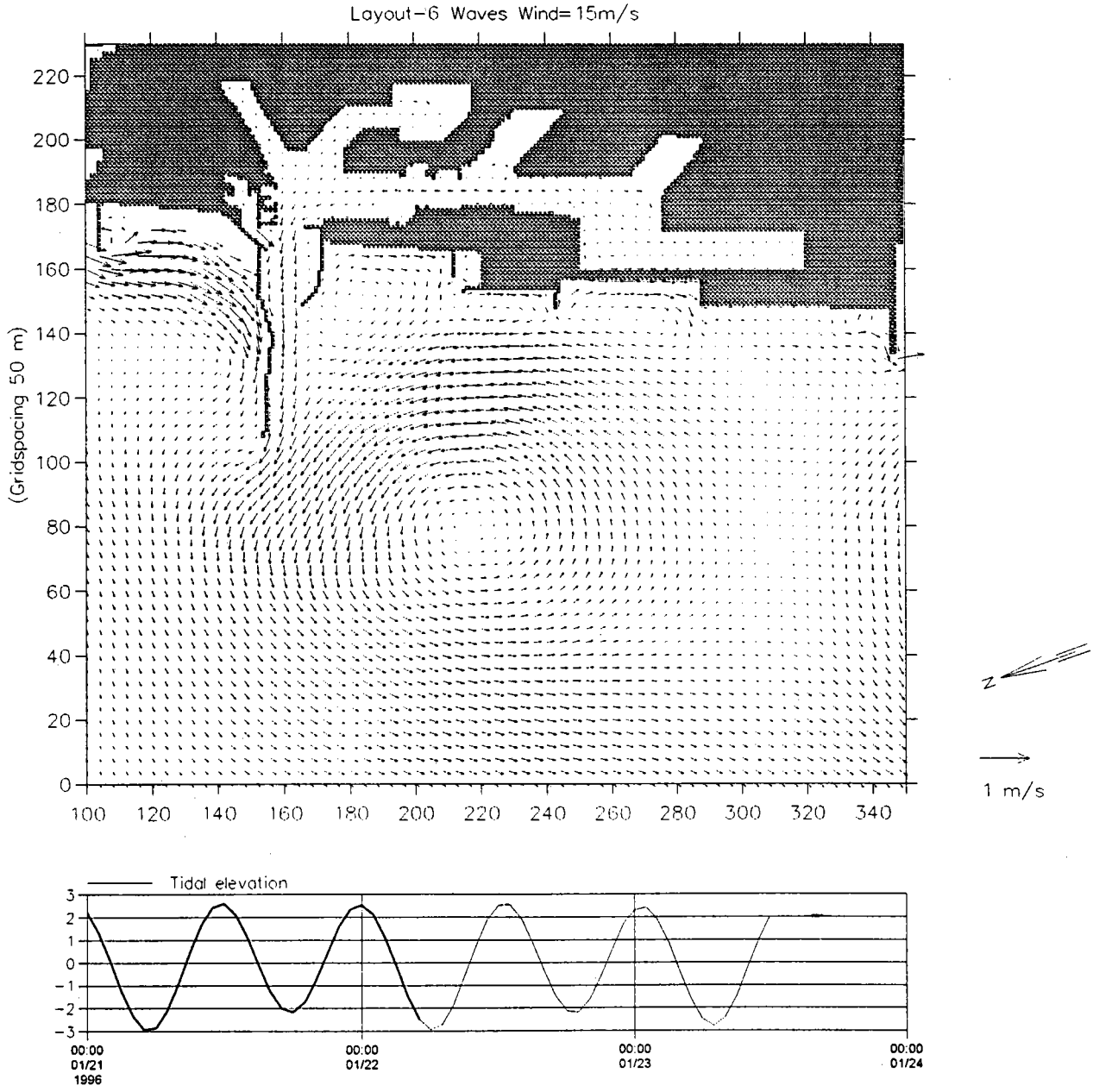

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

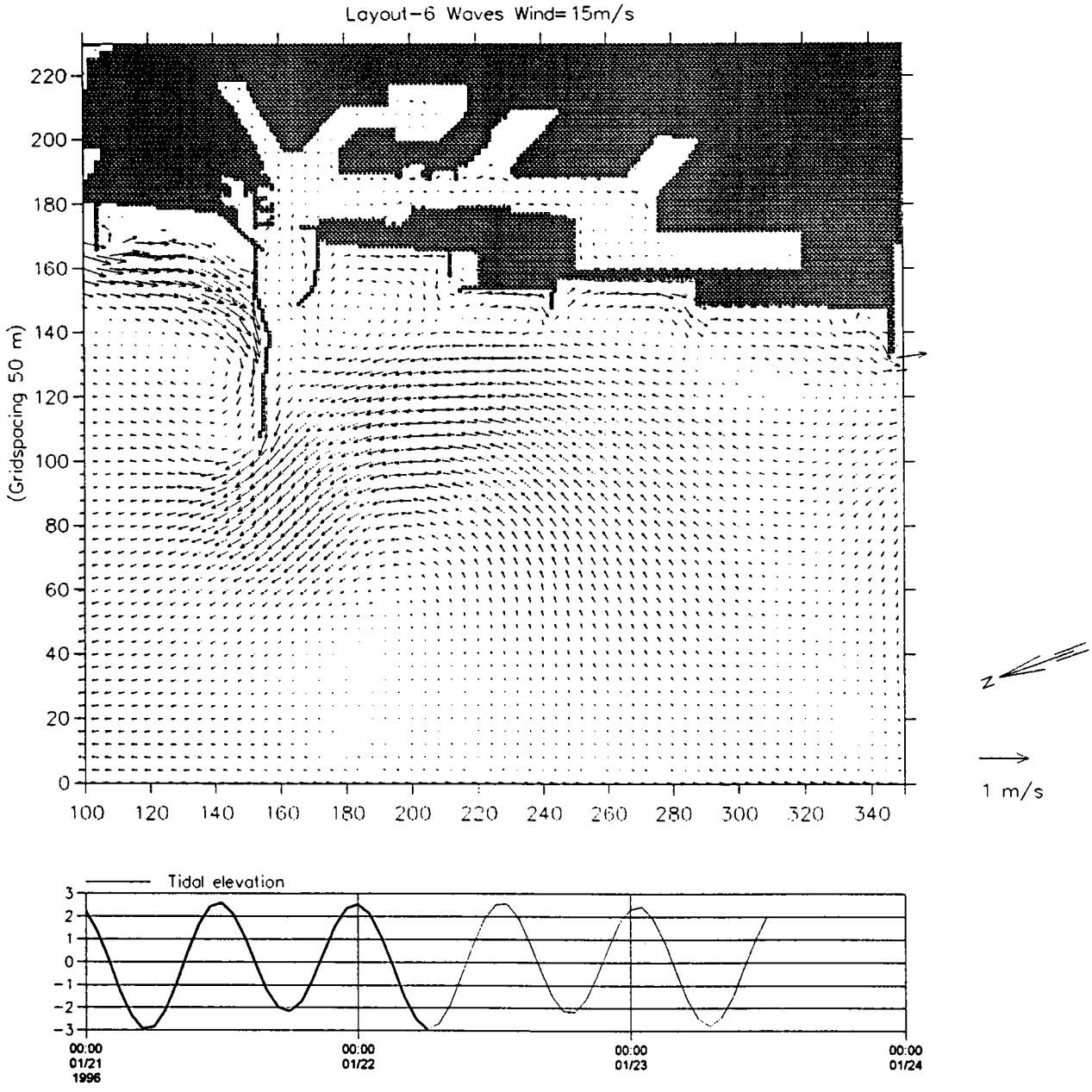

Layout-6 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

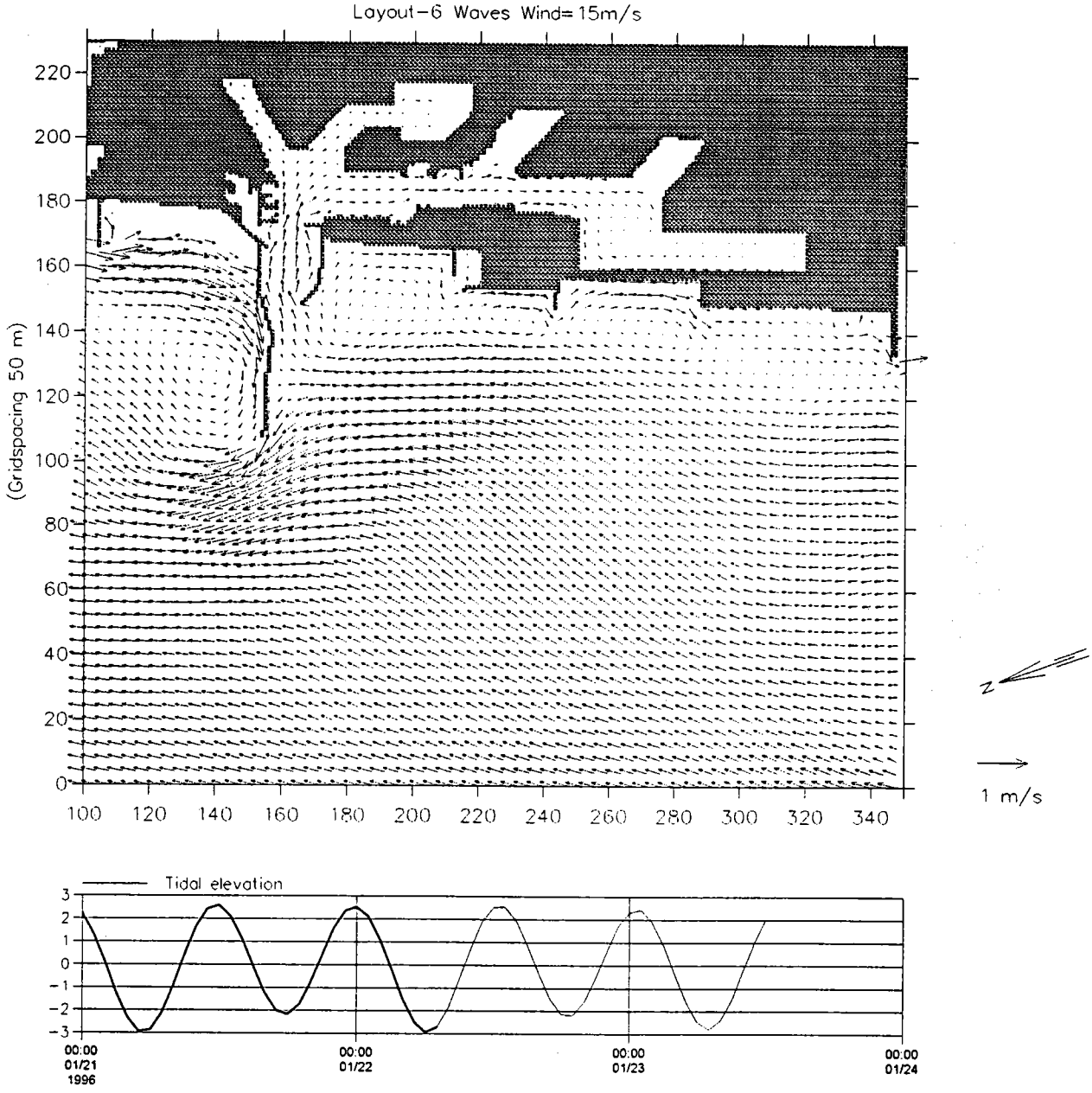
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

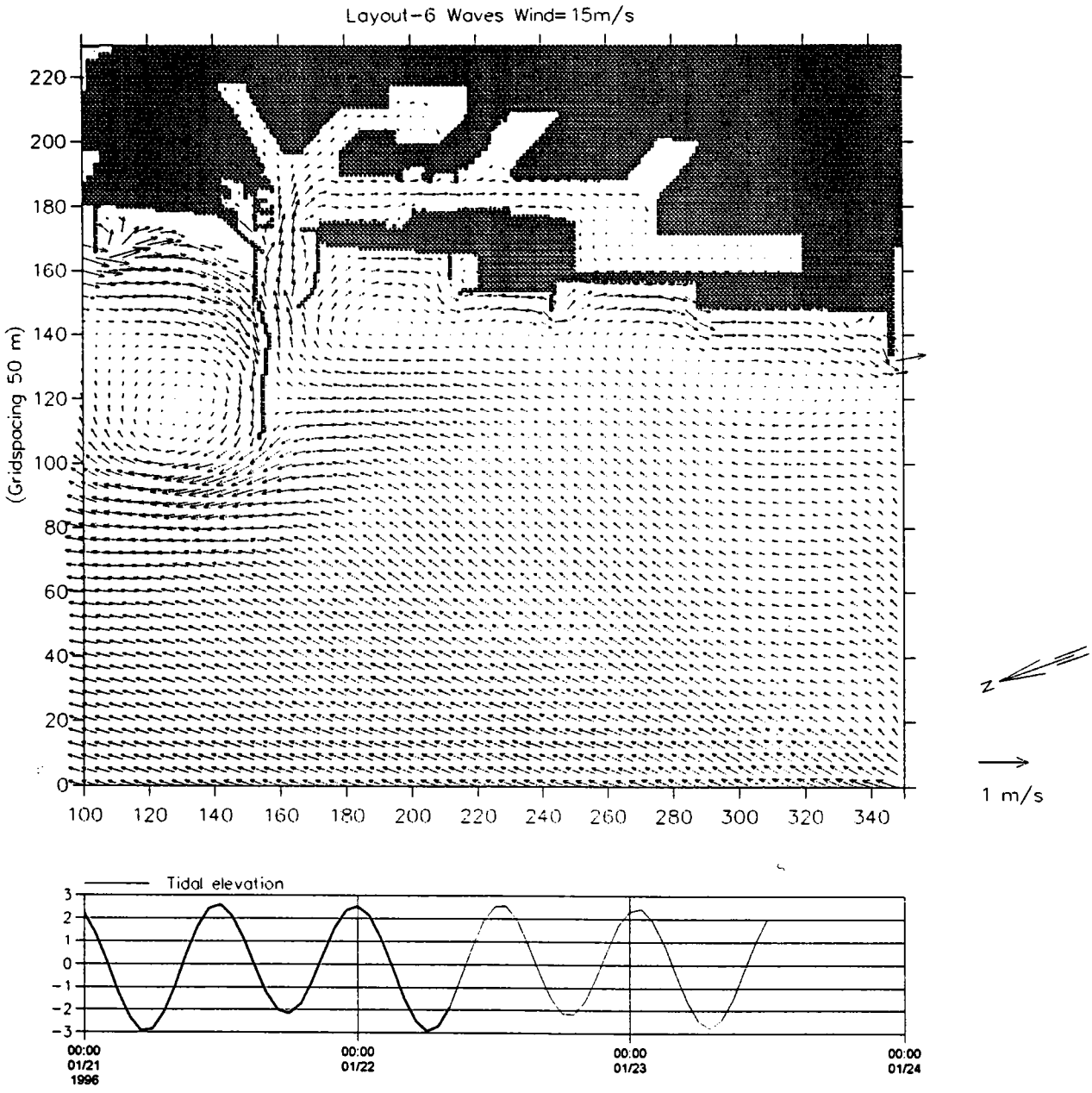

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

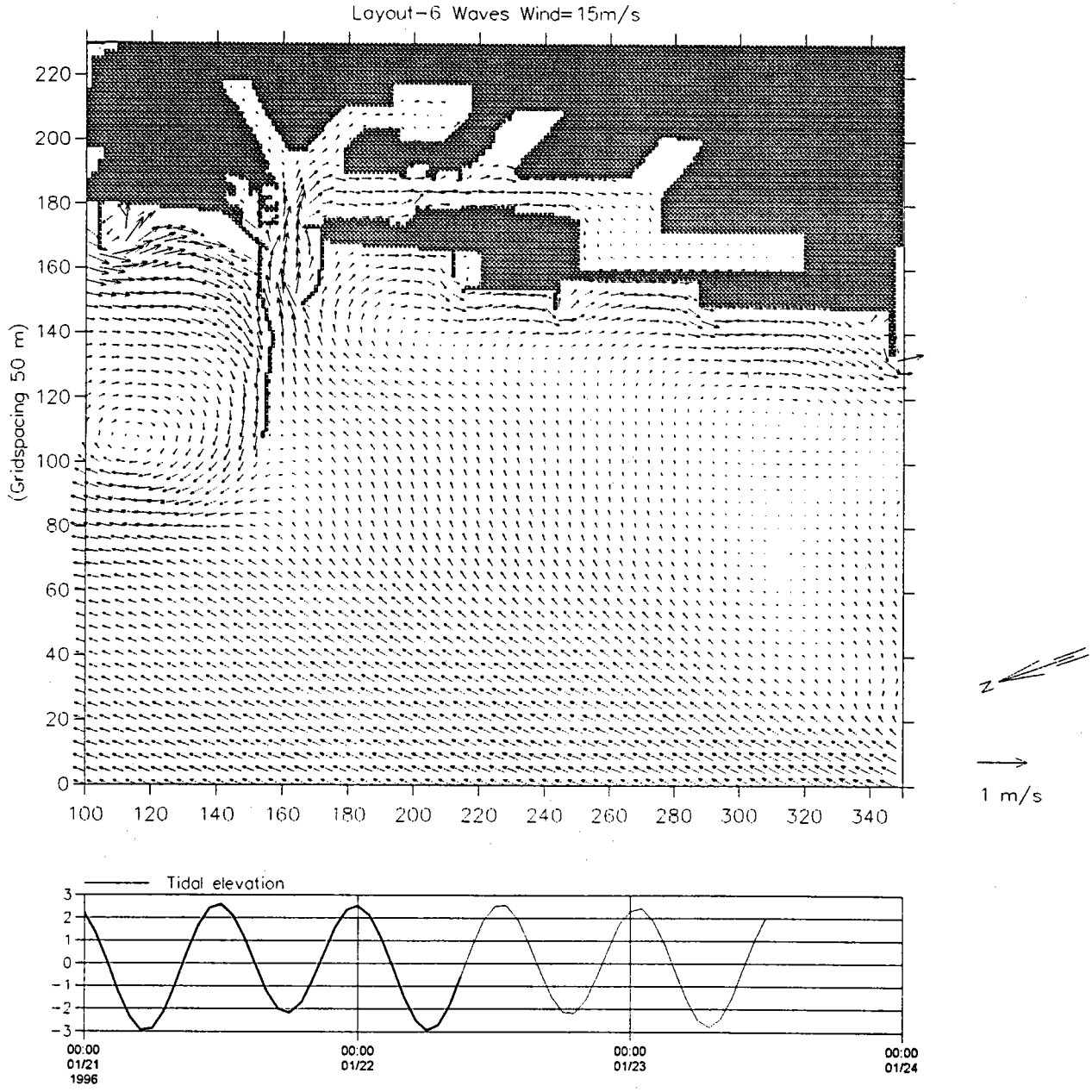

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

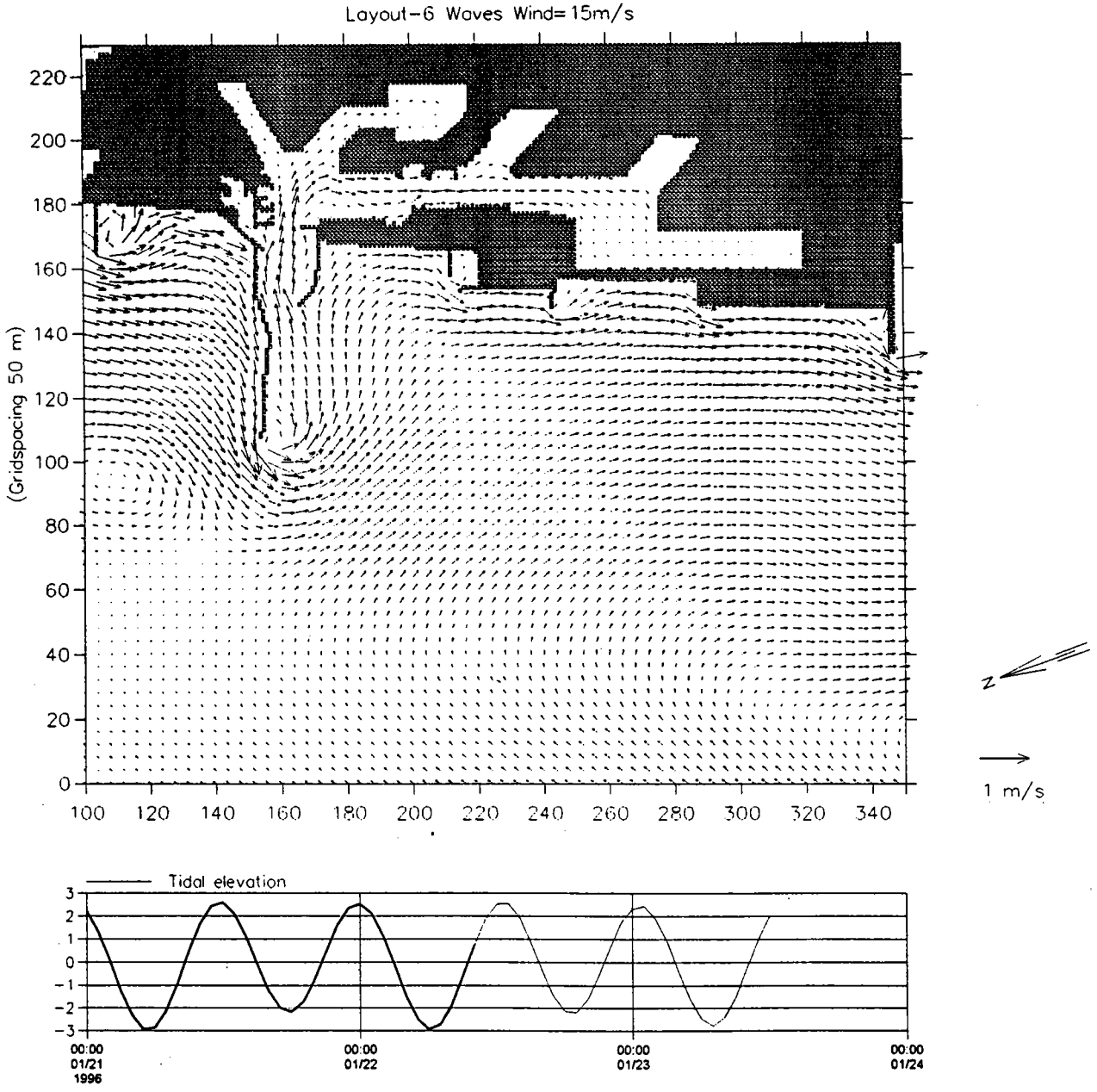

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

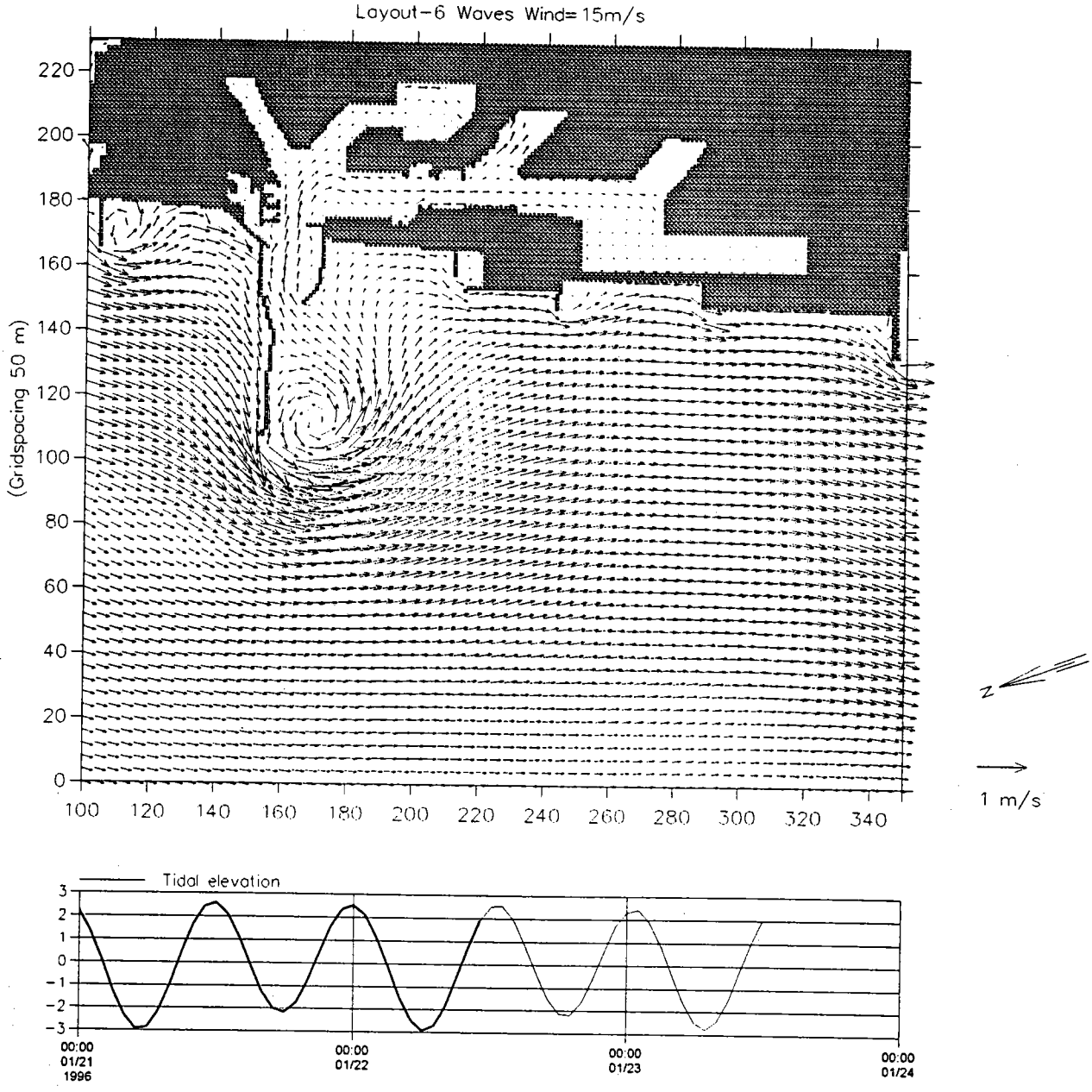

Layout-6 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

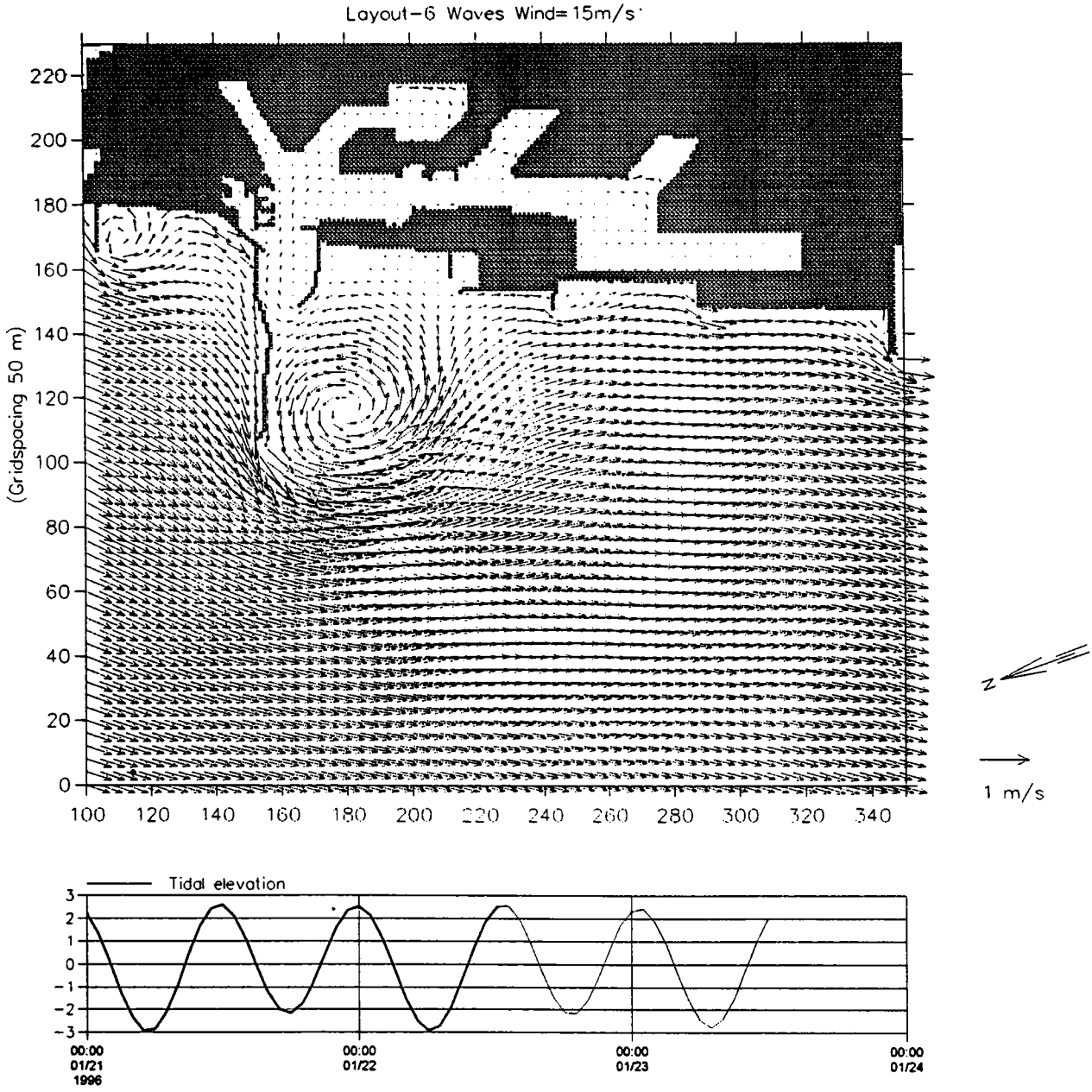

Layout-6 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-6b

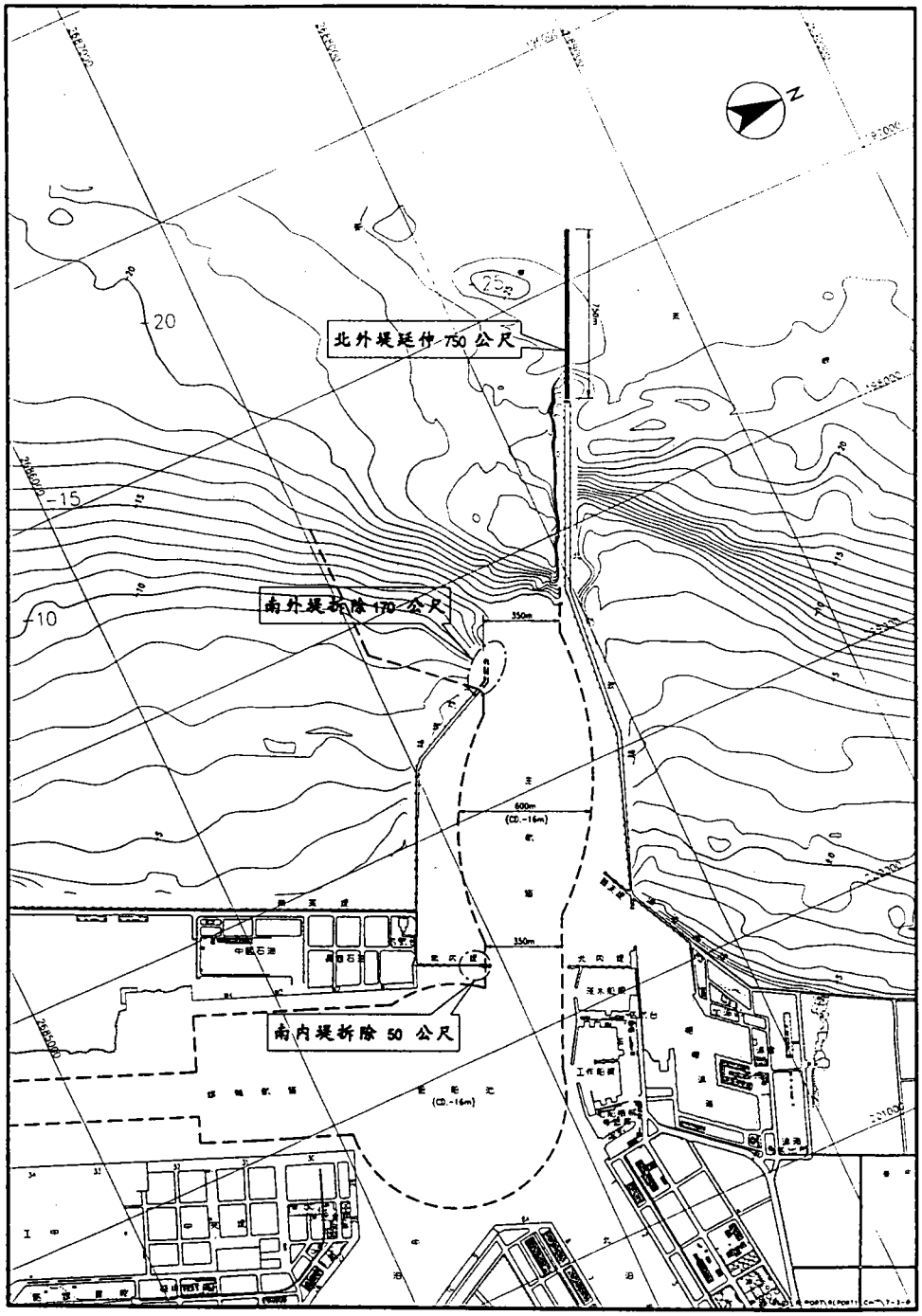
台中港港口二期擴建規劃---替選方案六

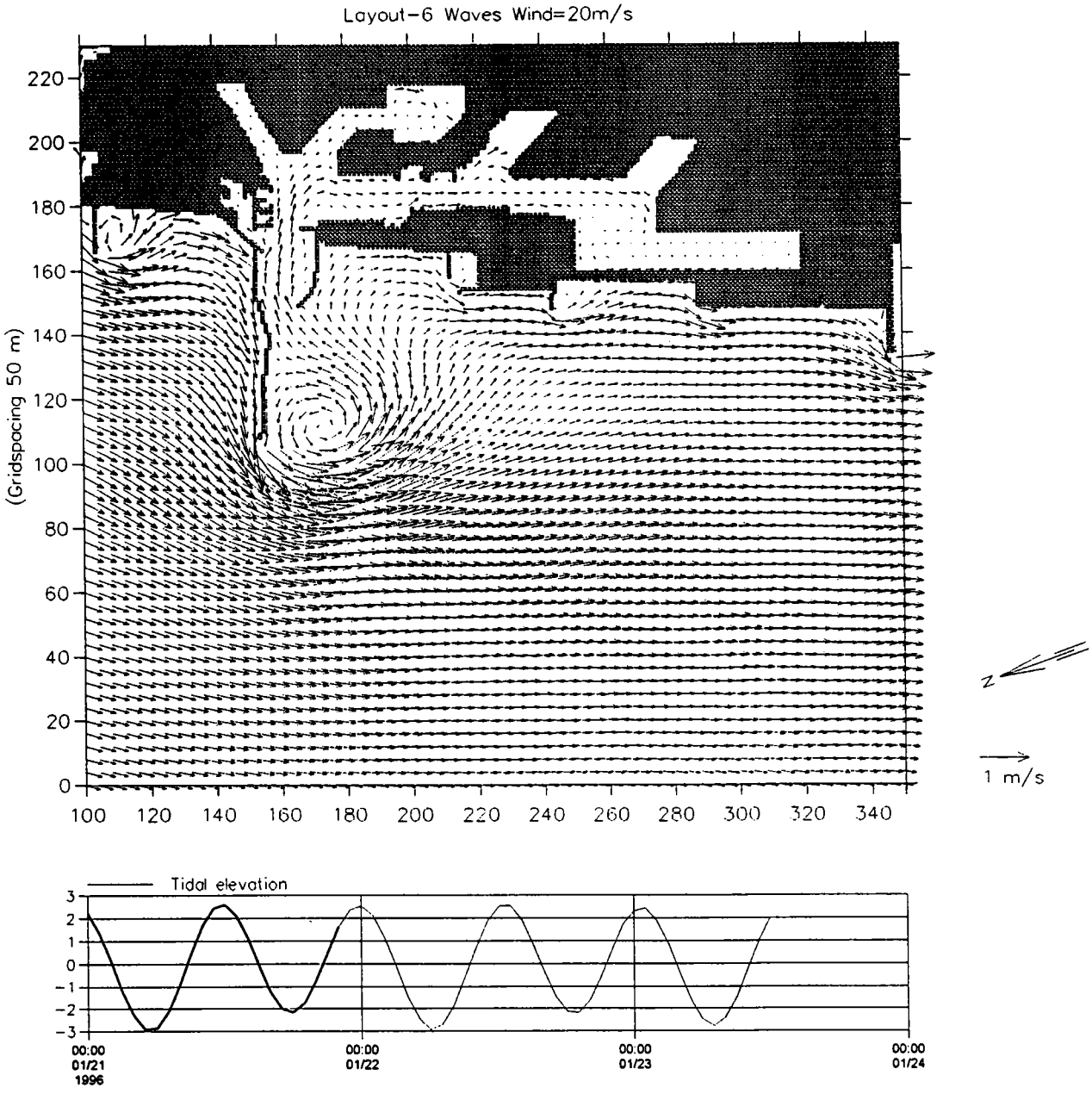
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

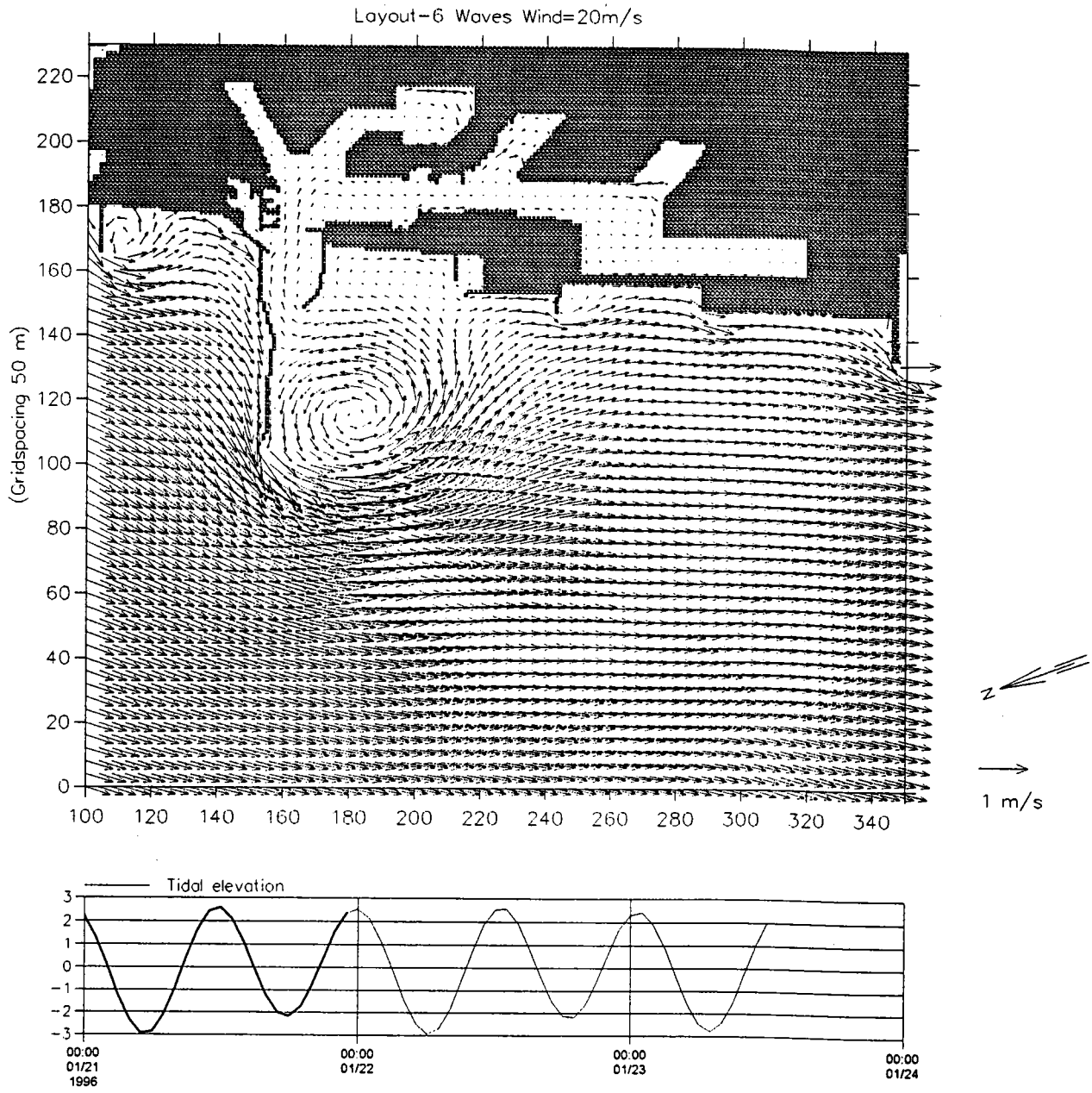
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

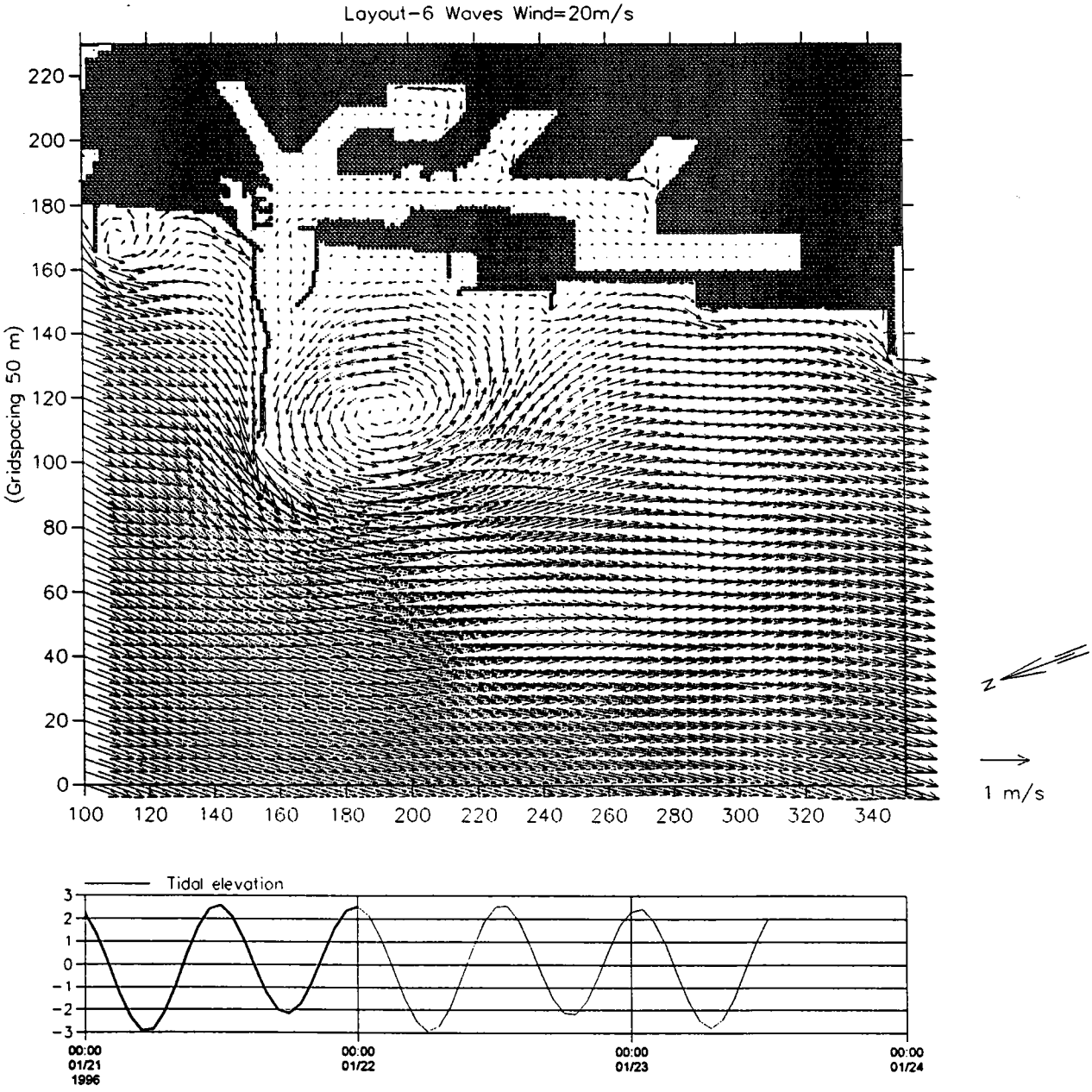
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

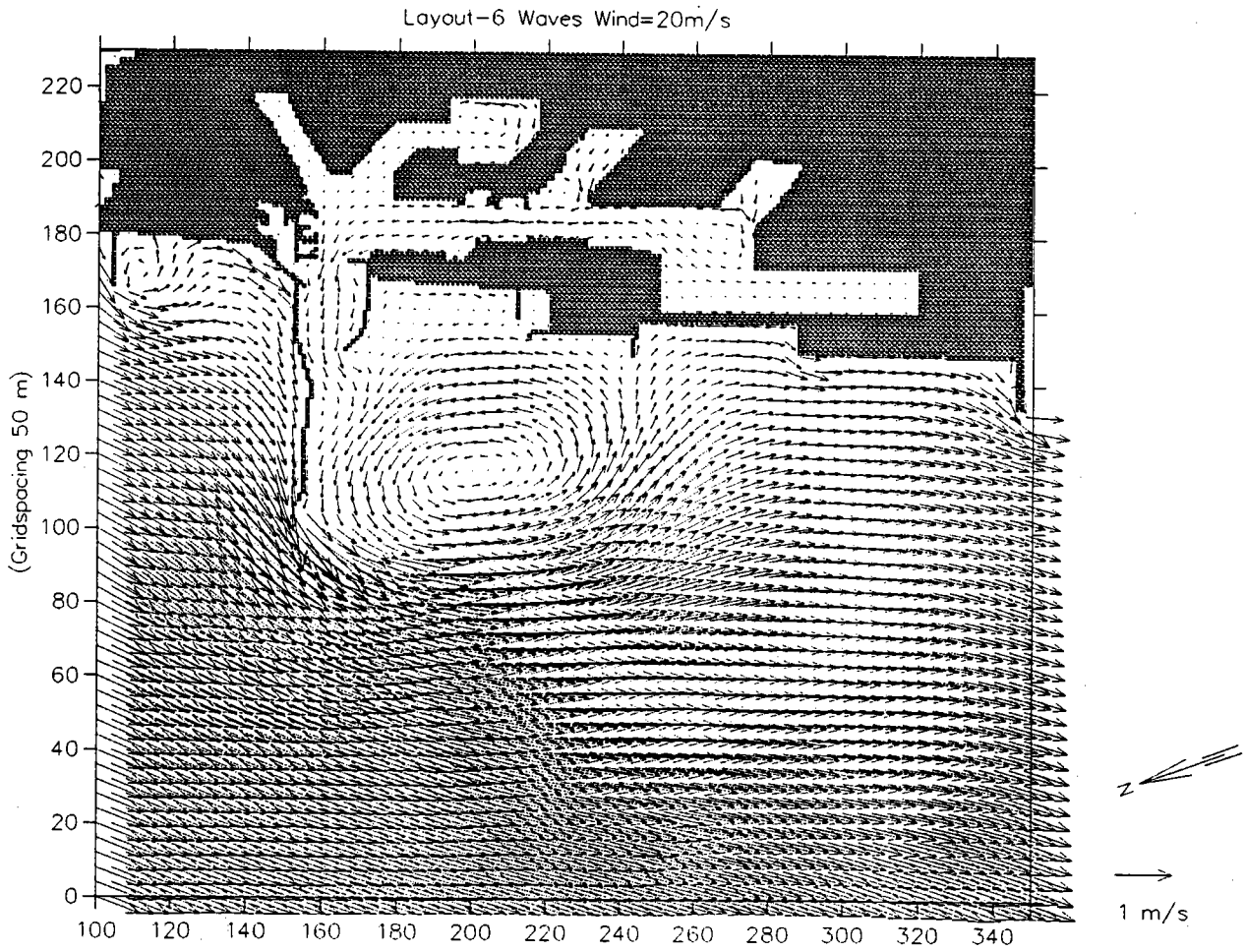
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

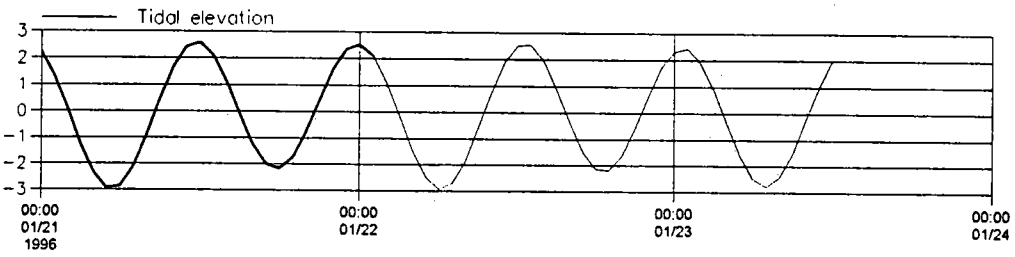


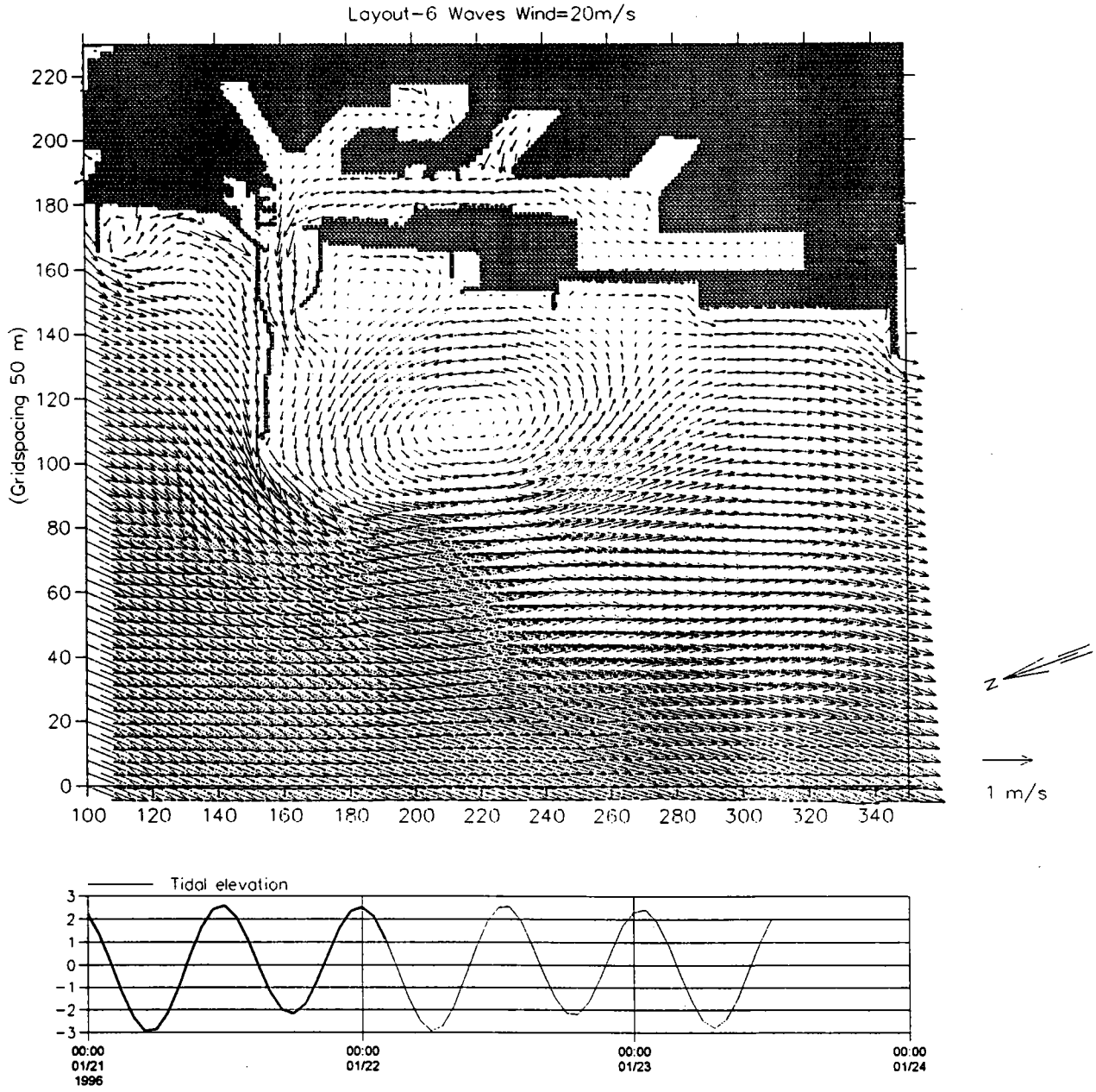

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
−1
−2
−3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

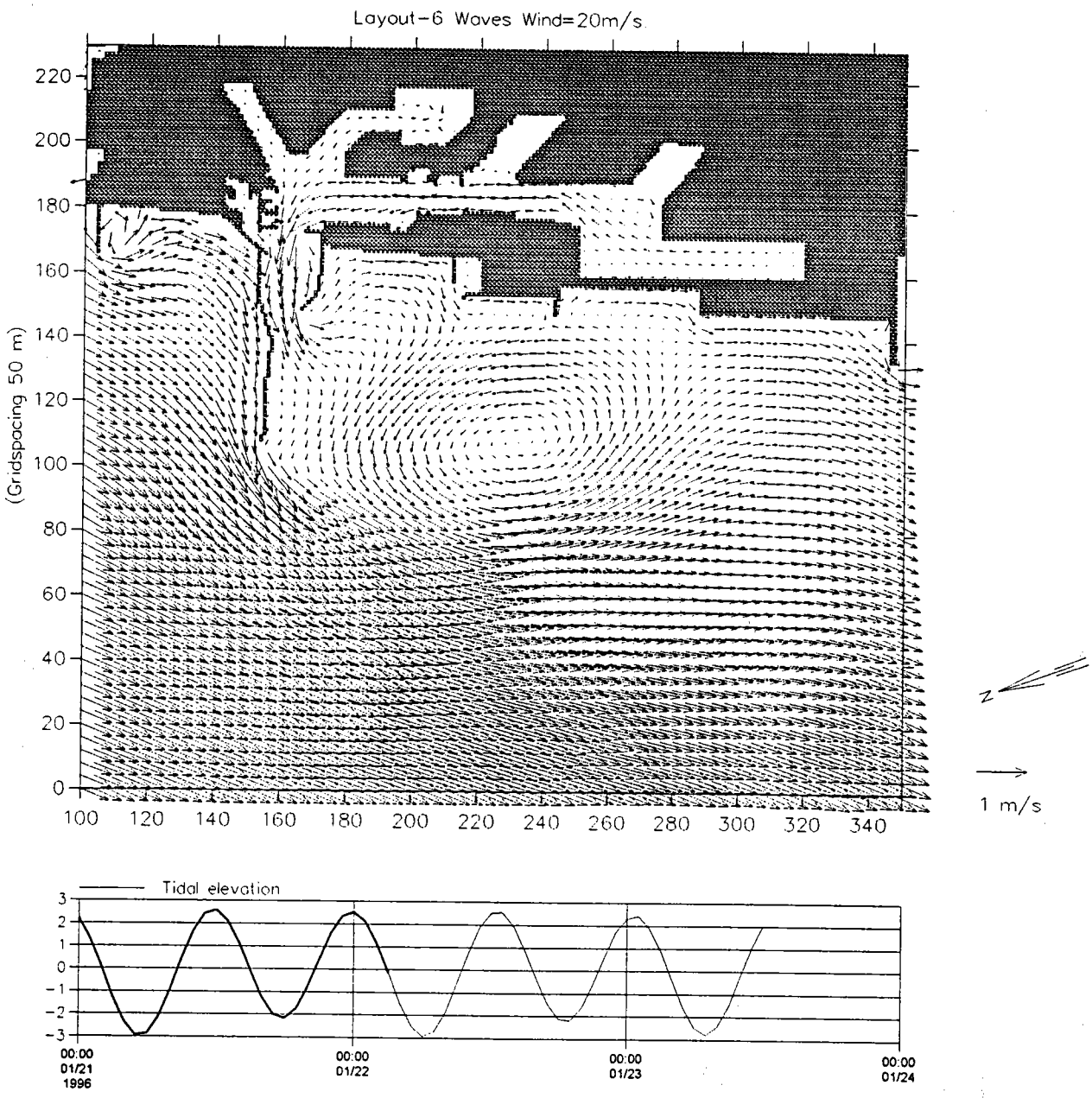

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

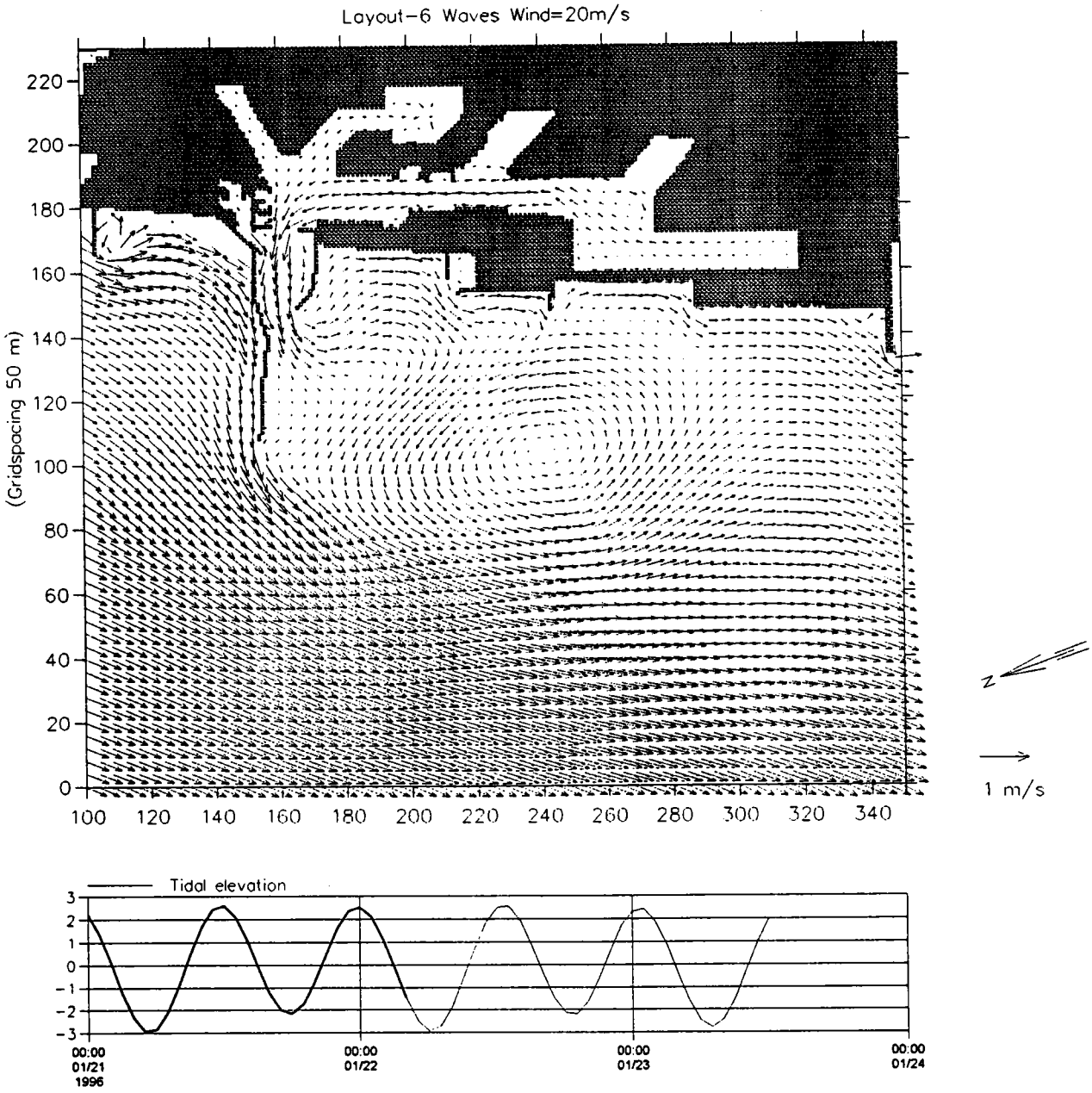

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

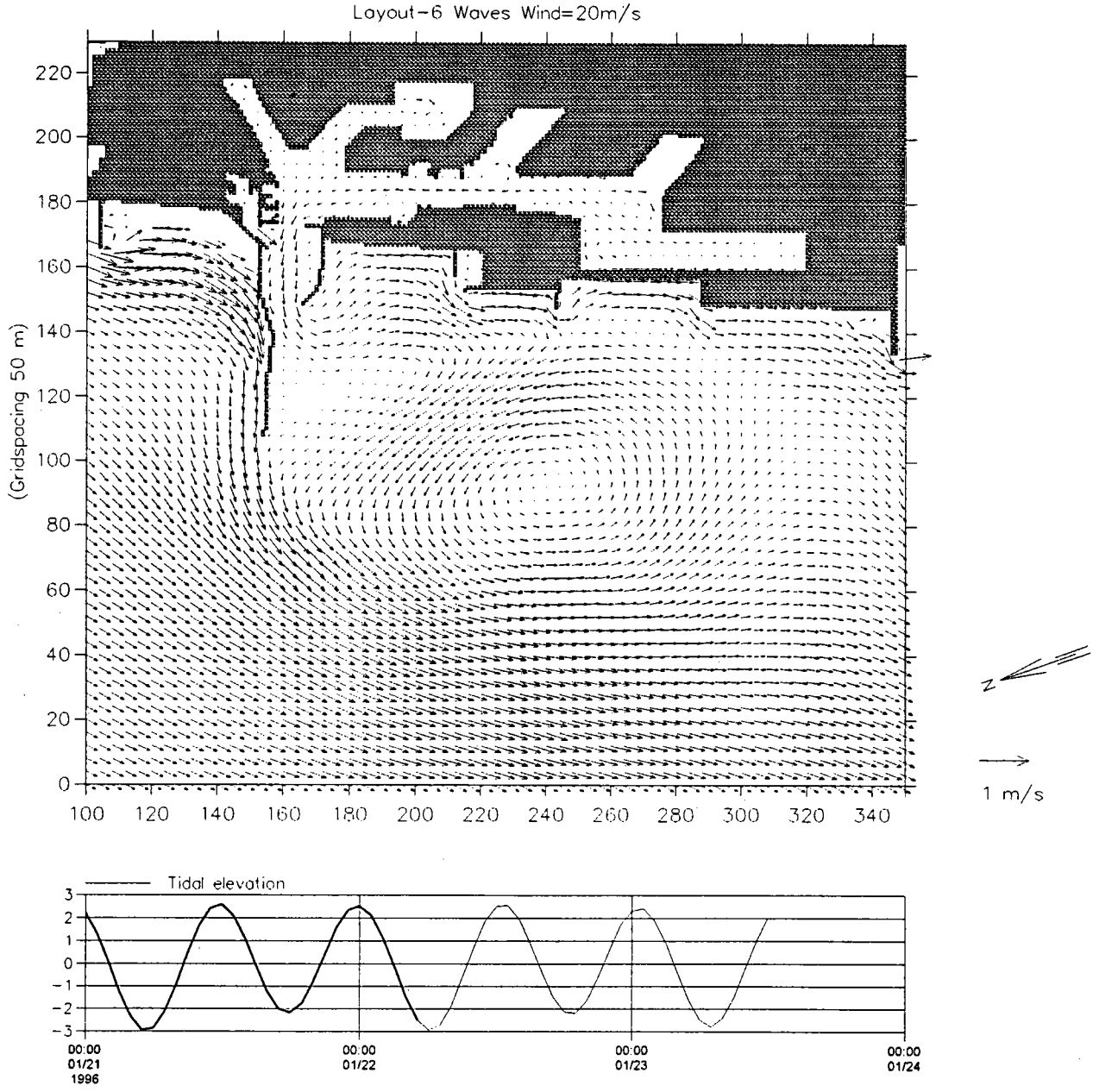

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

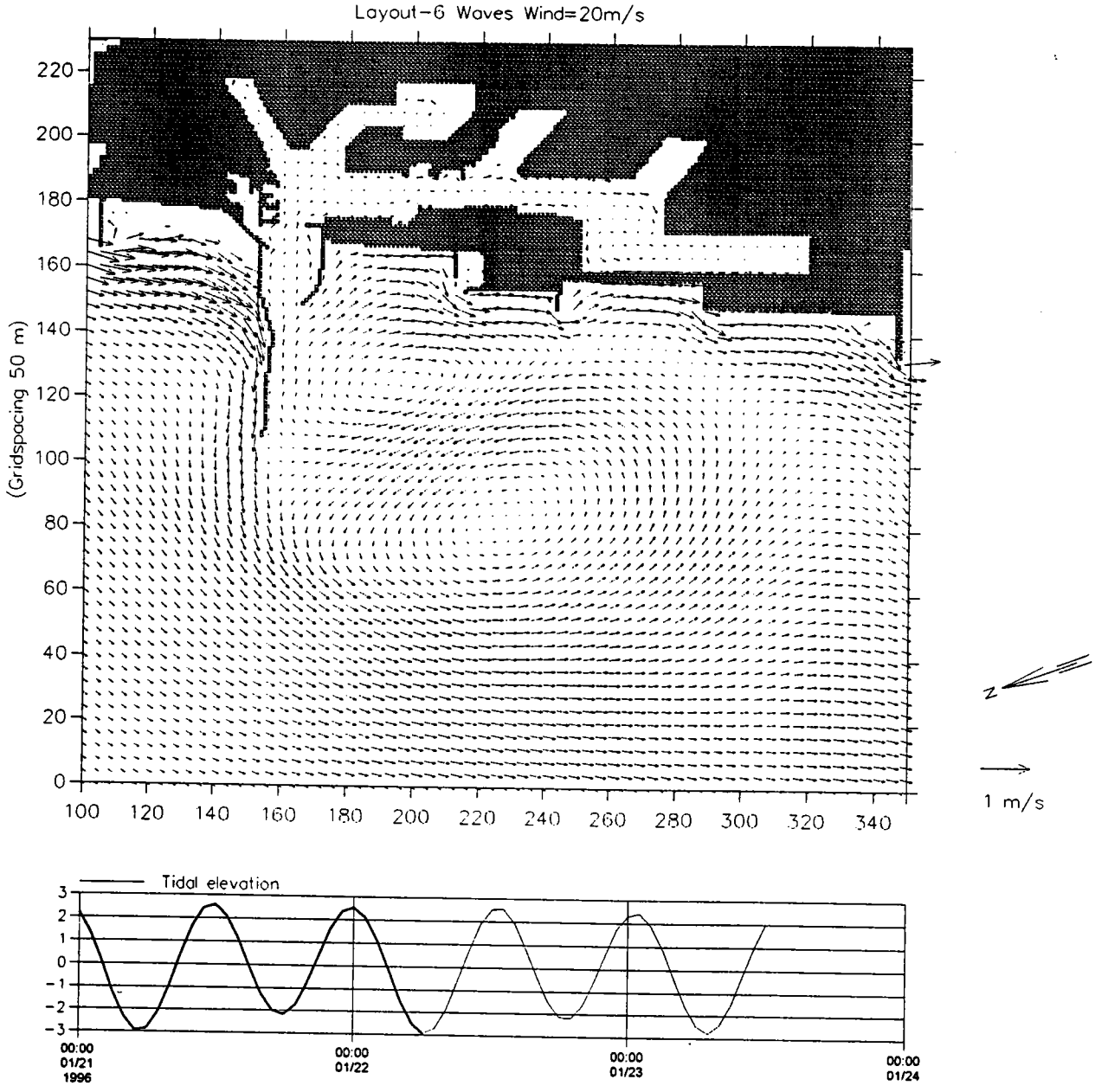

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

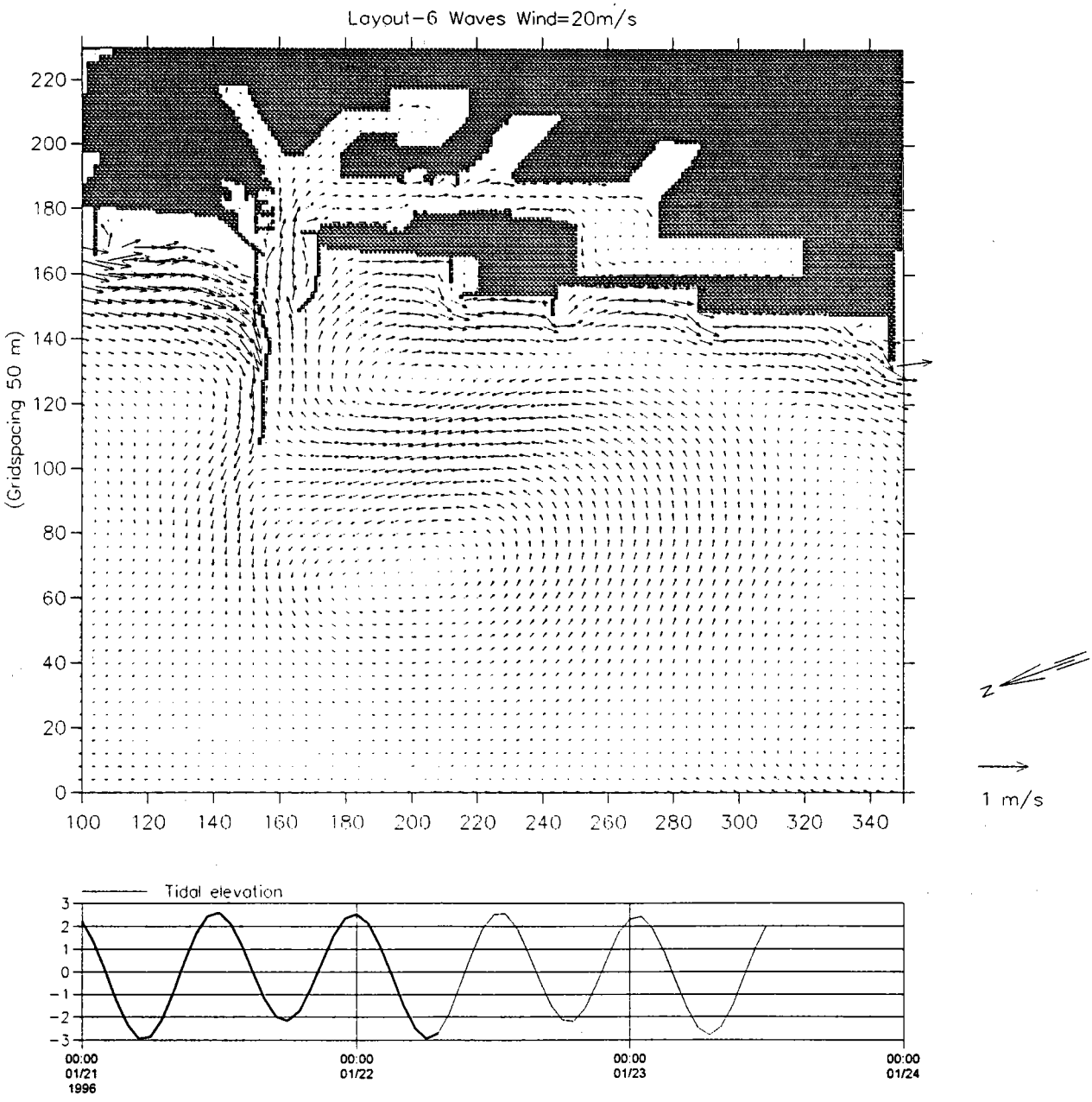
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

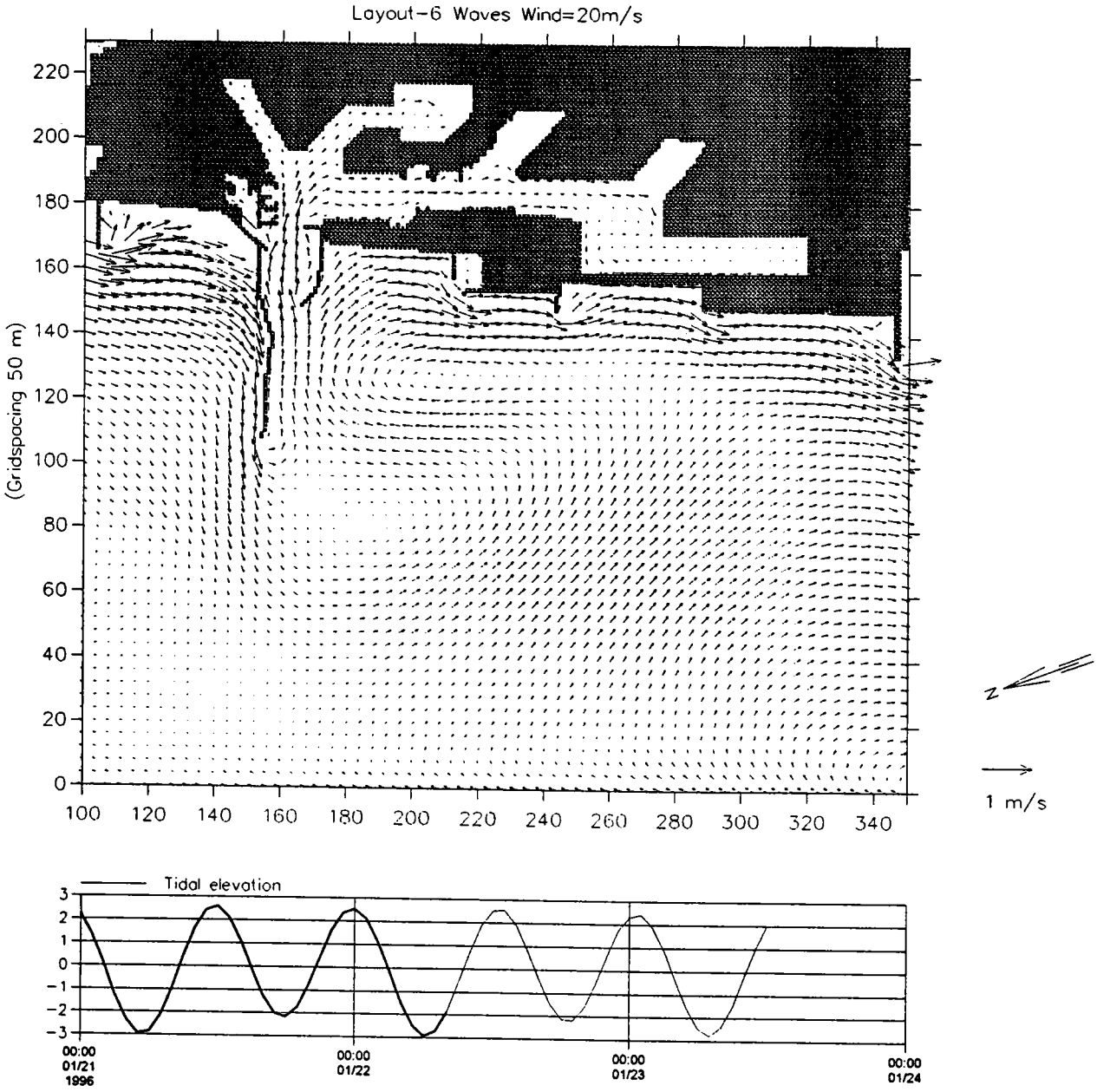

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

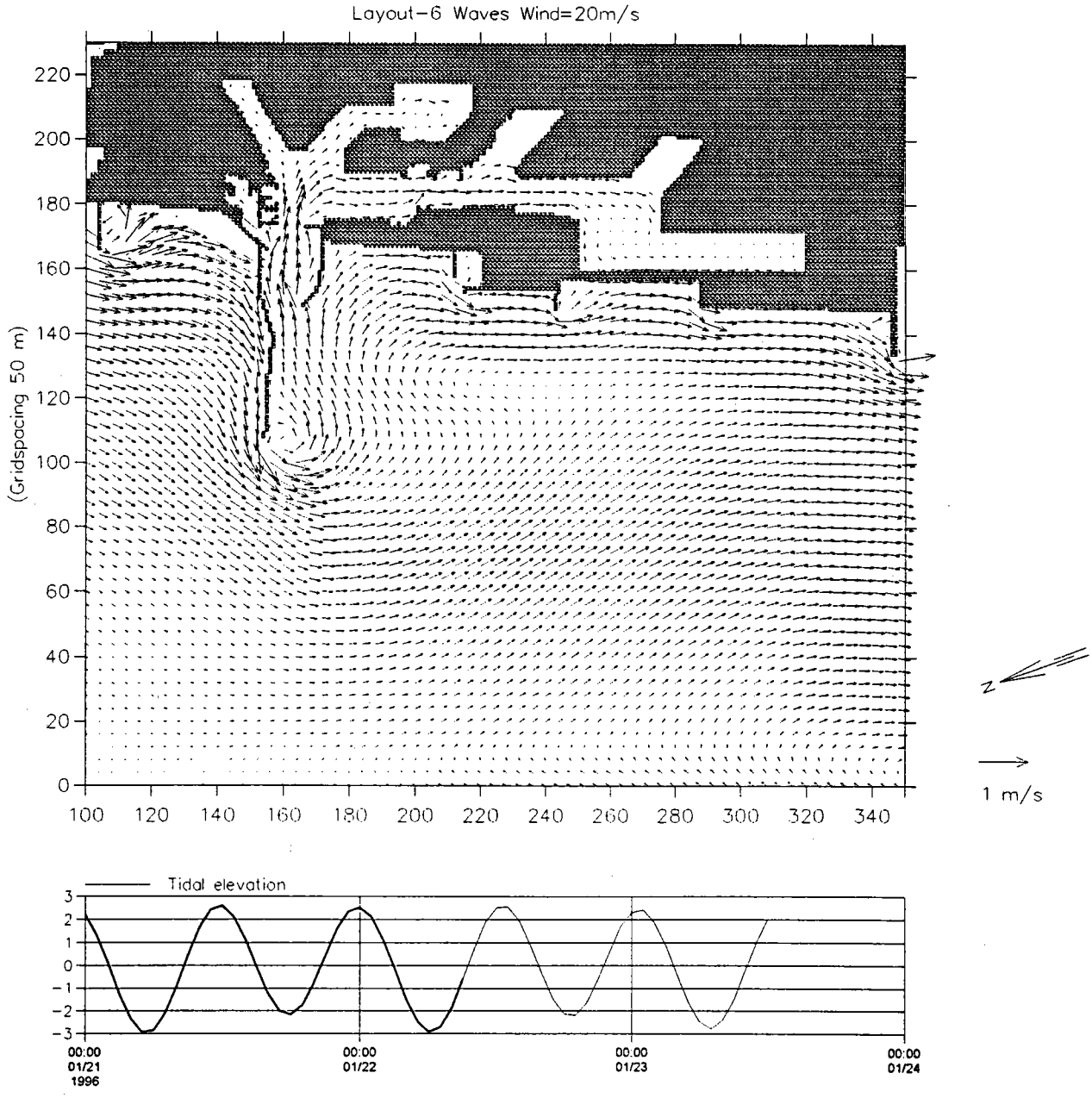

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

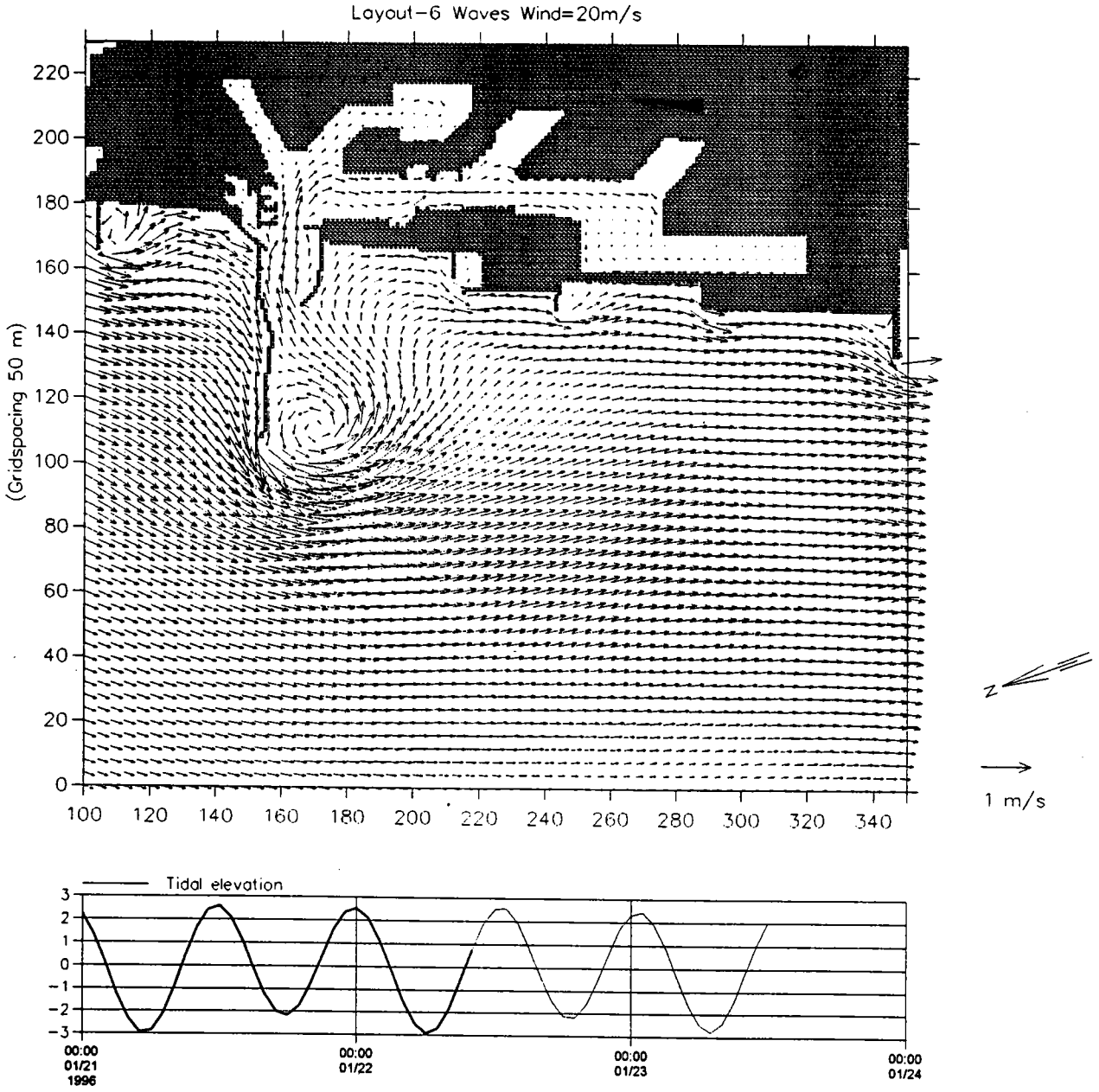

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

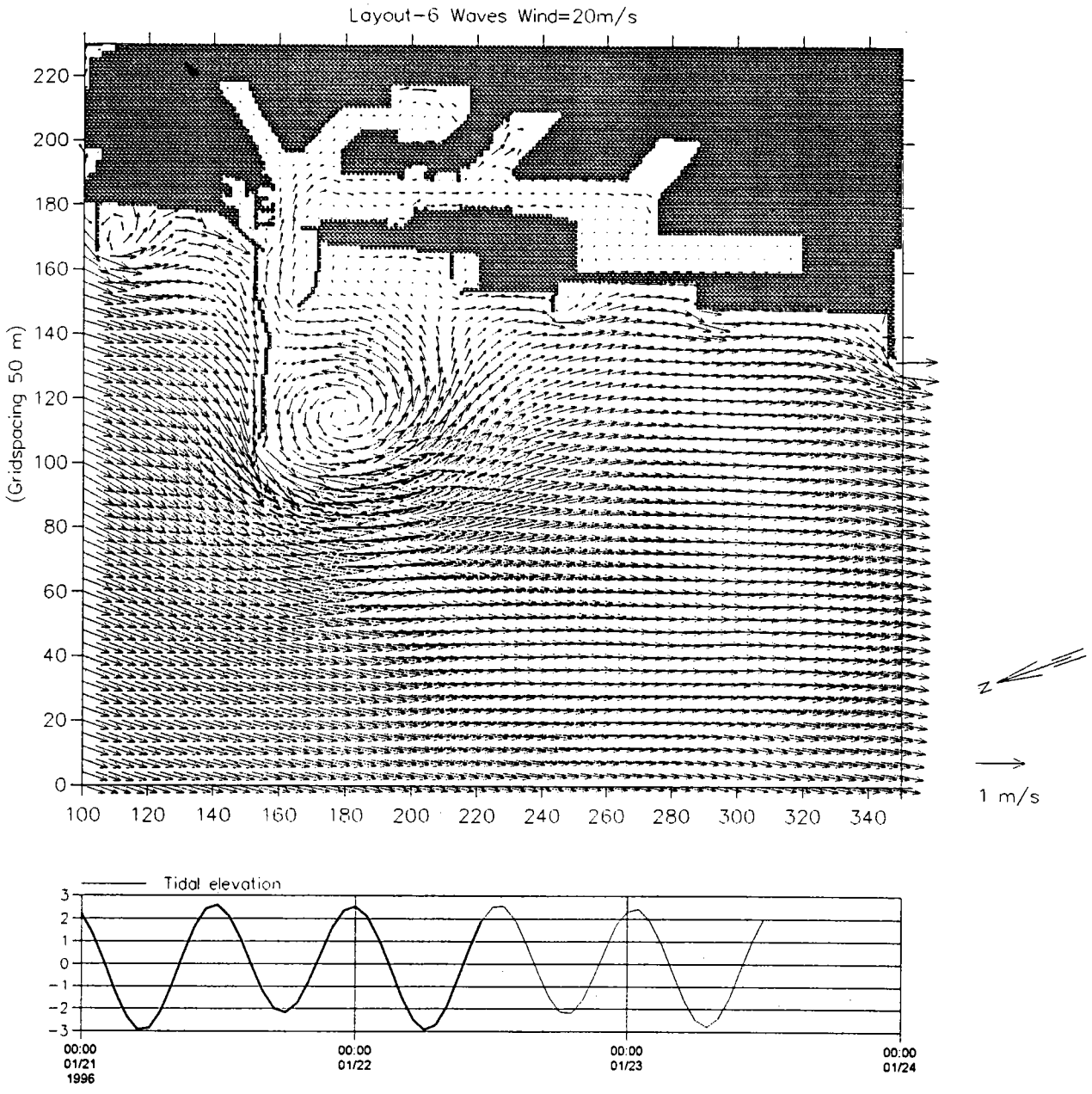

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

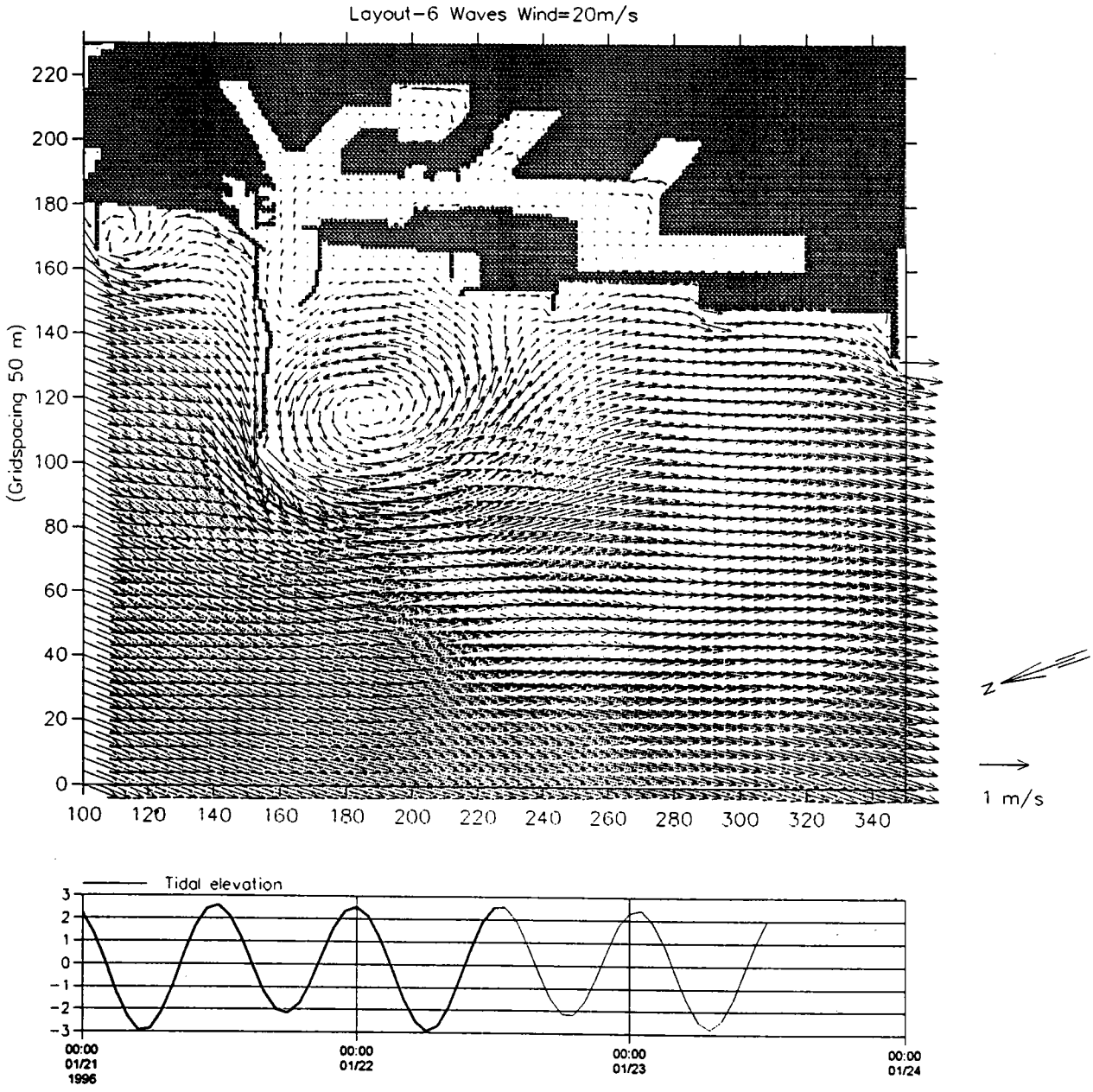

Layout-6 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-7a

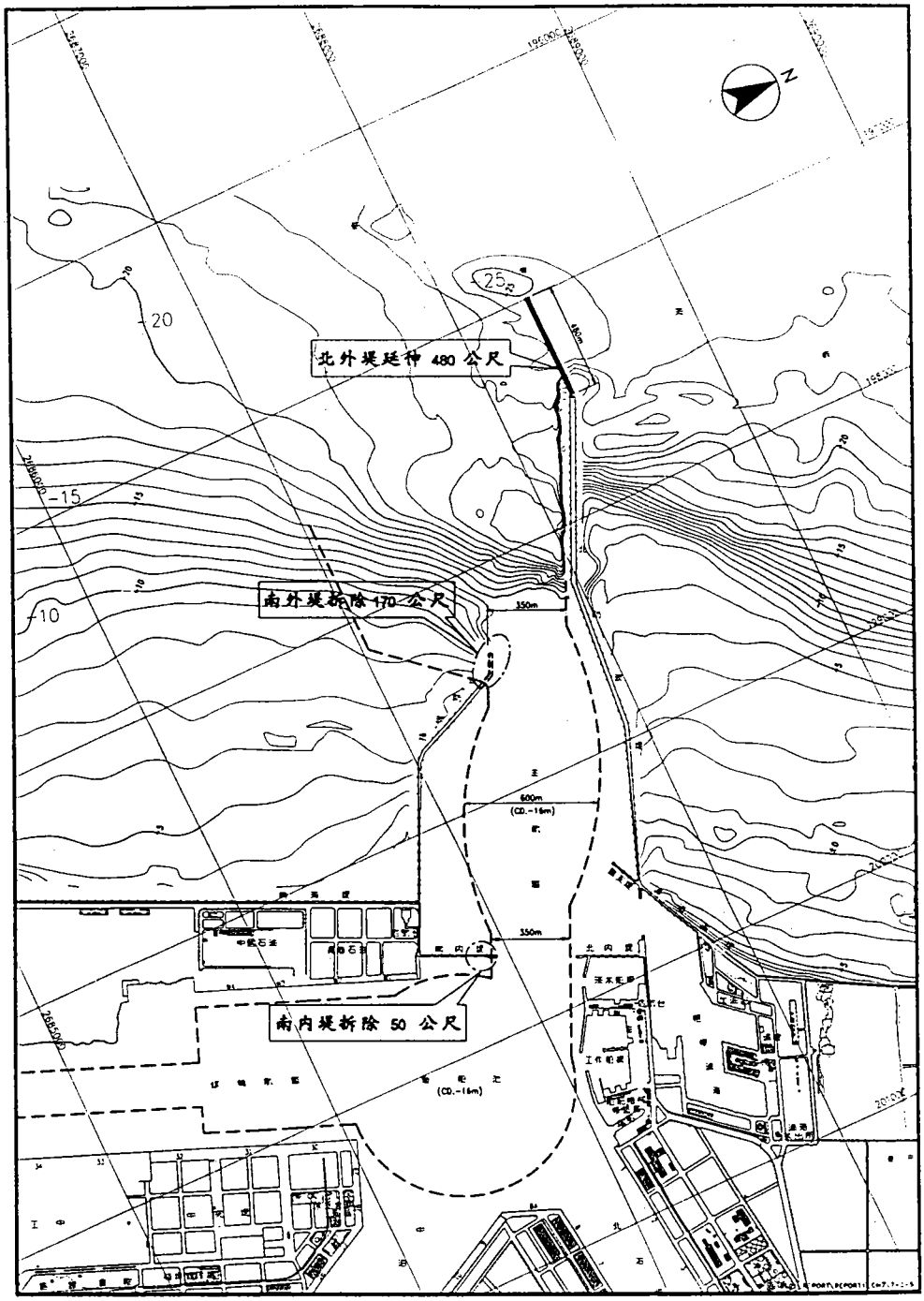
台中港港口二期擴建規劃---替選方案七

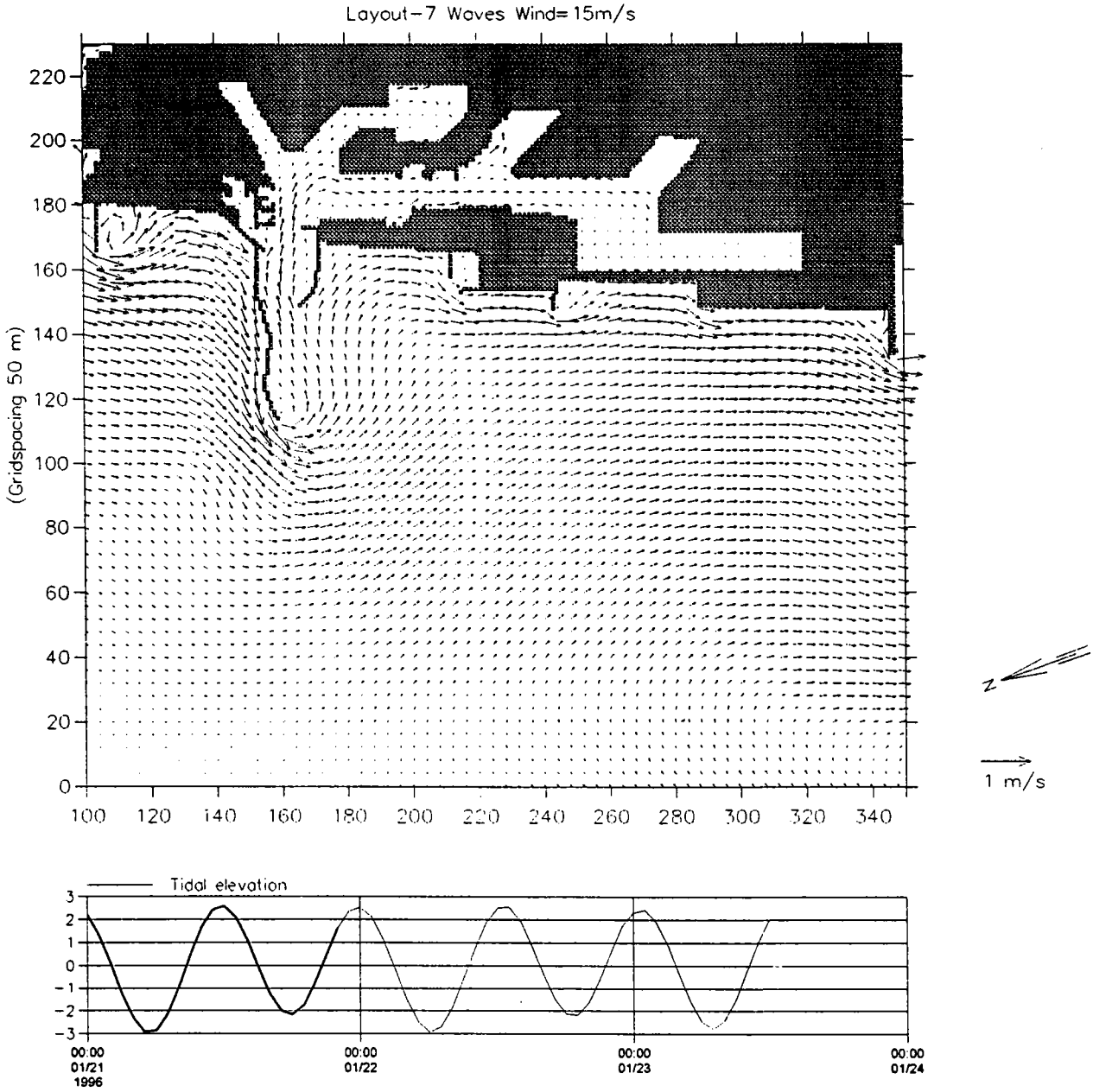
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

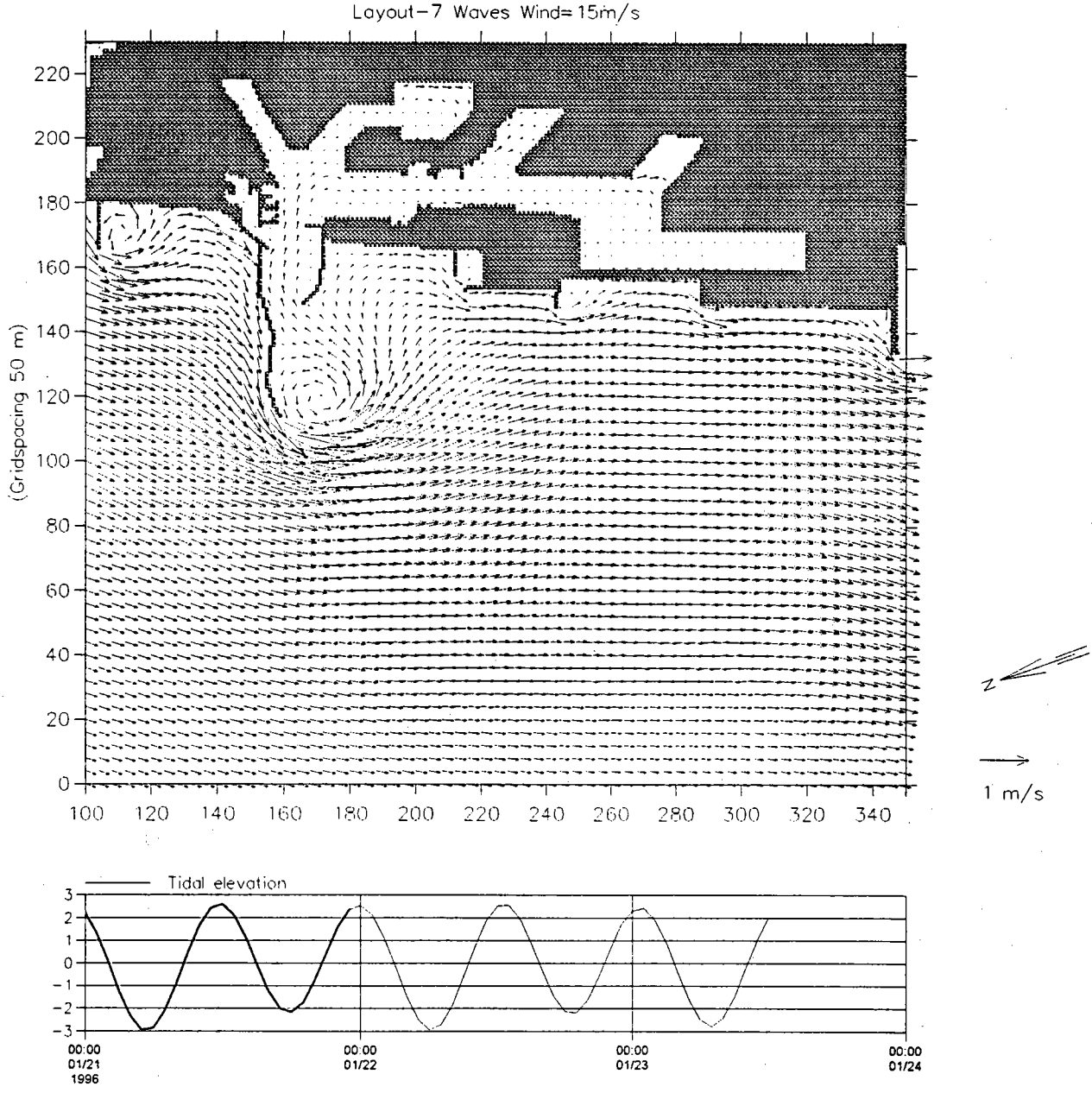
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

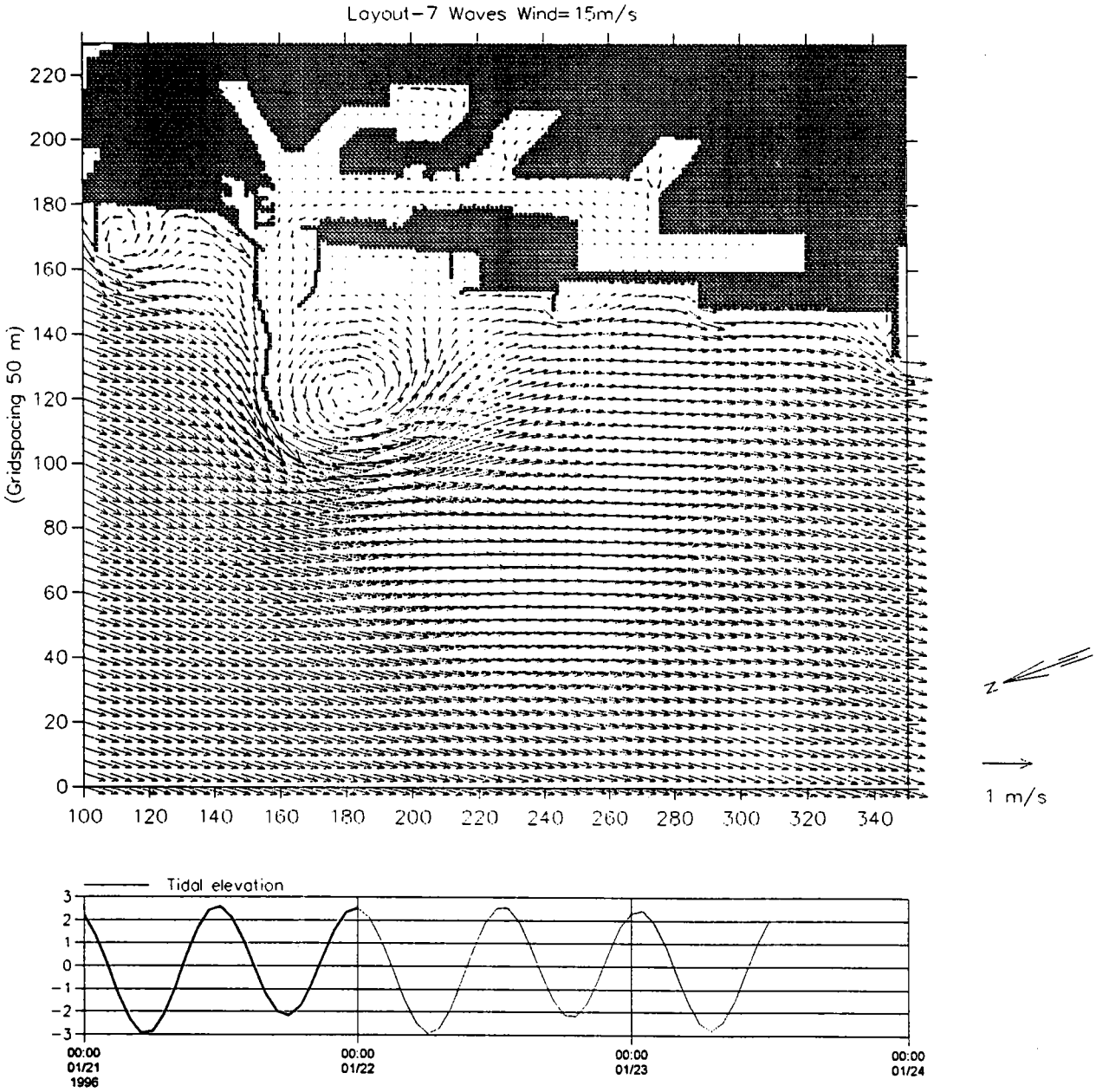
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

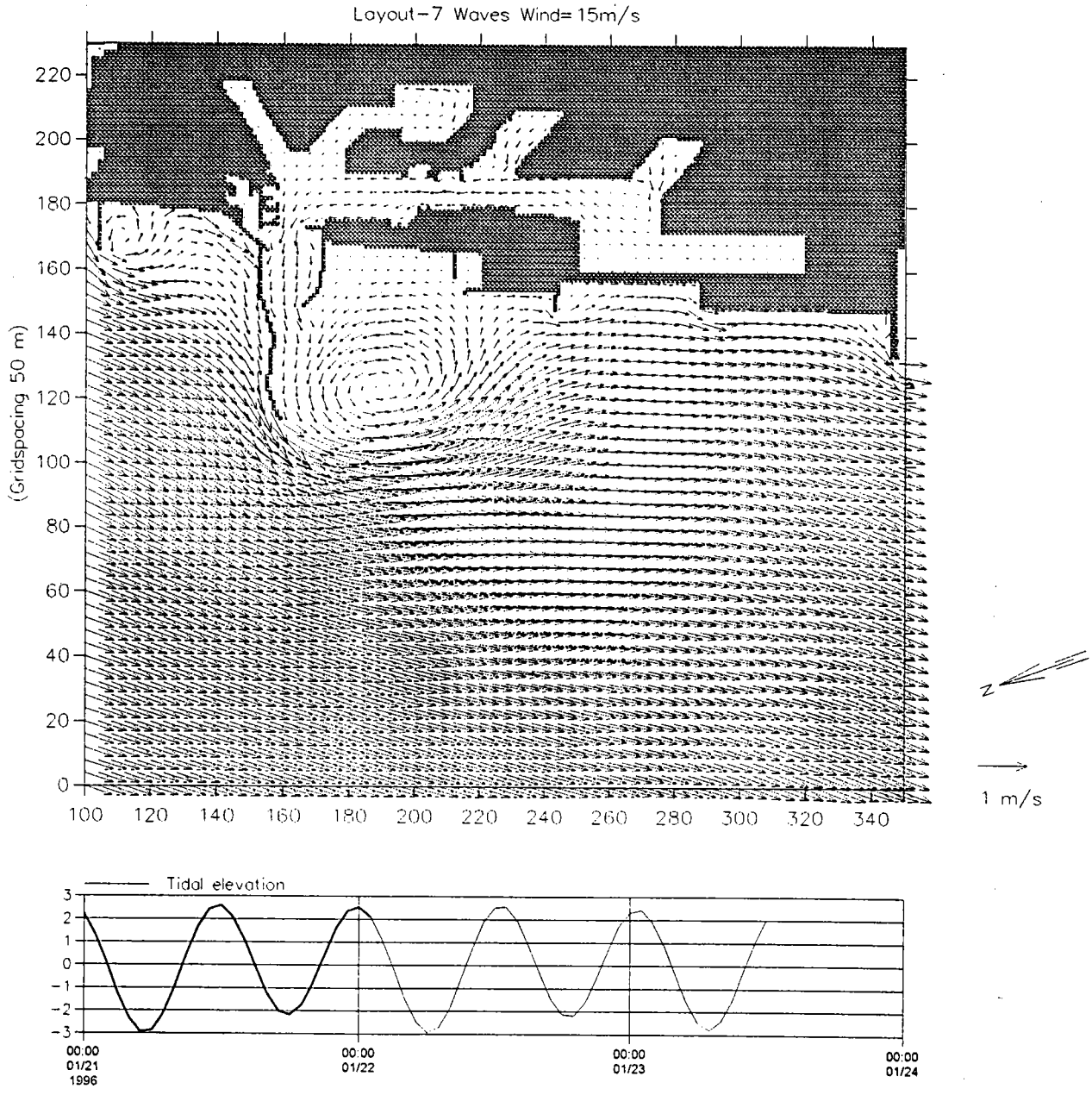
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

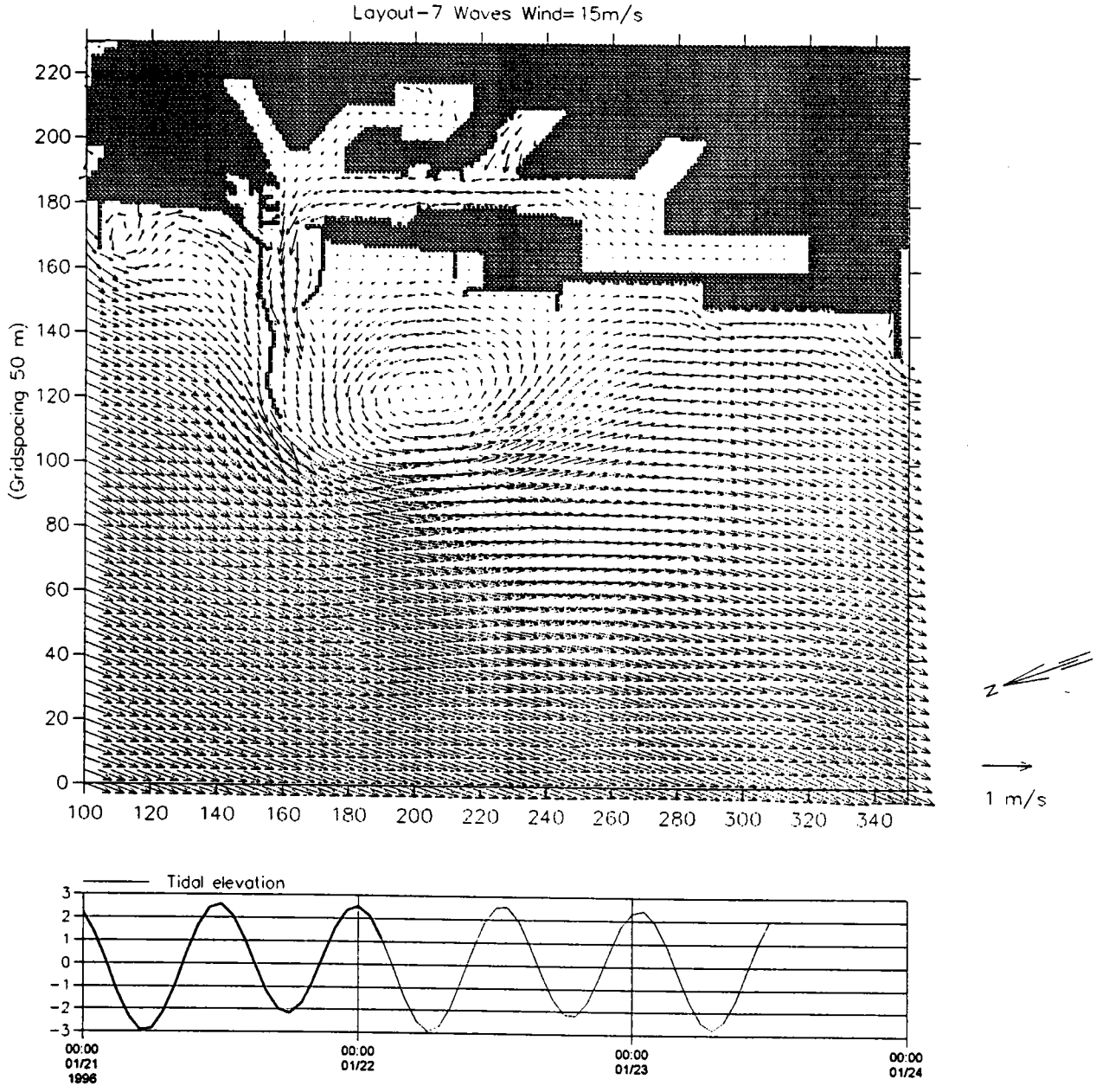


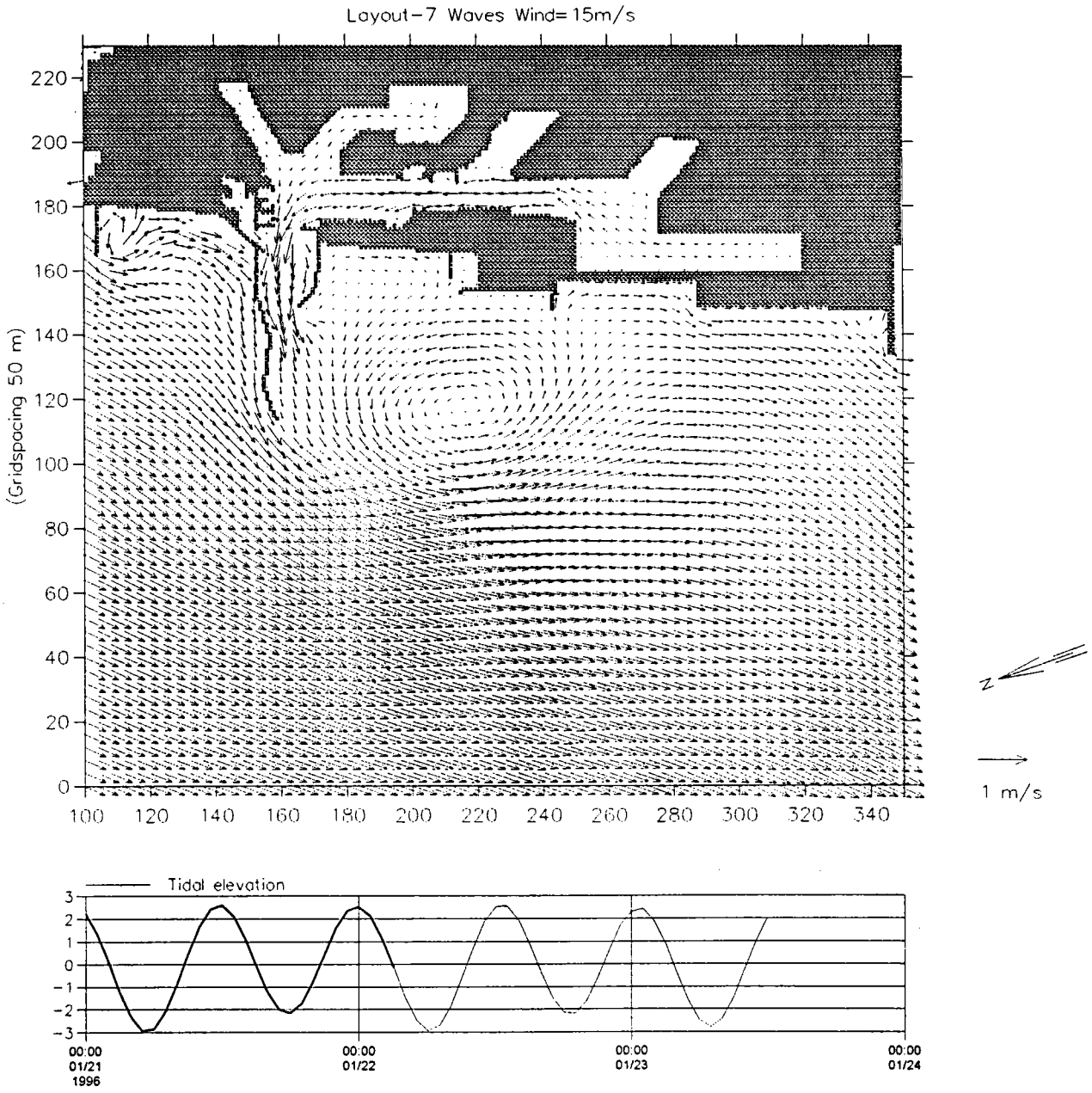

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

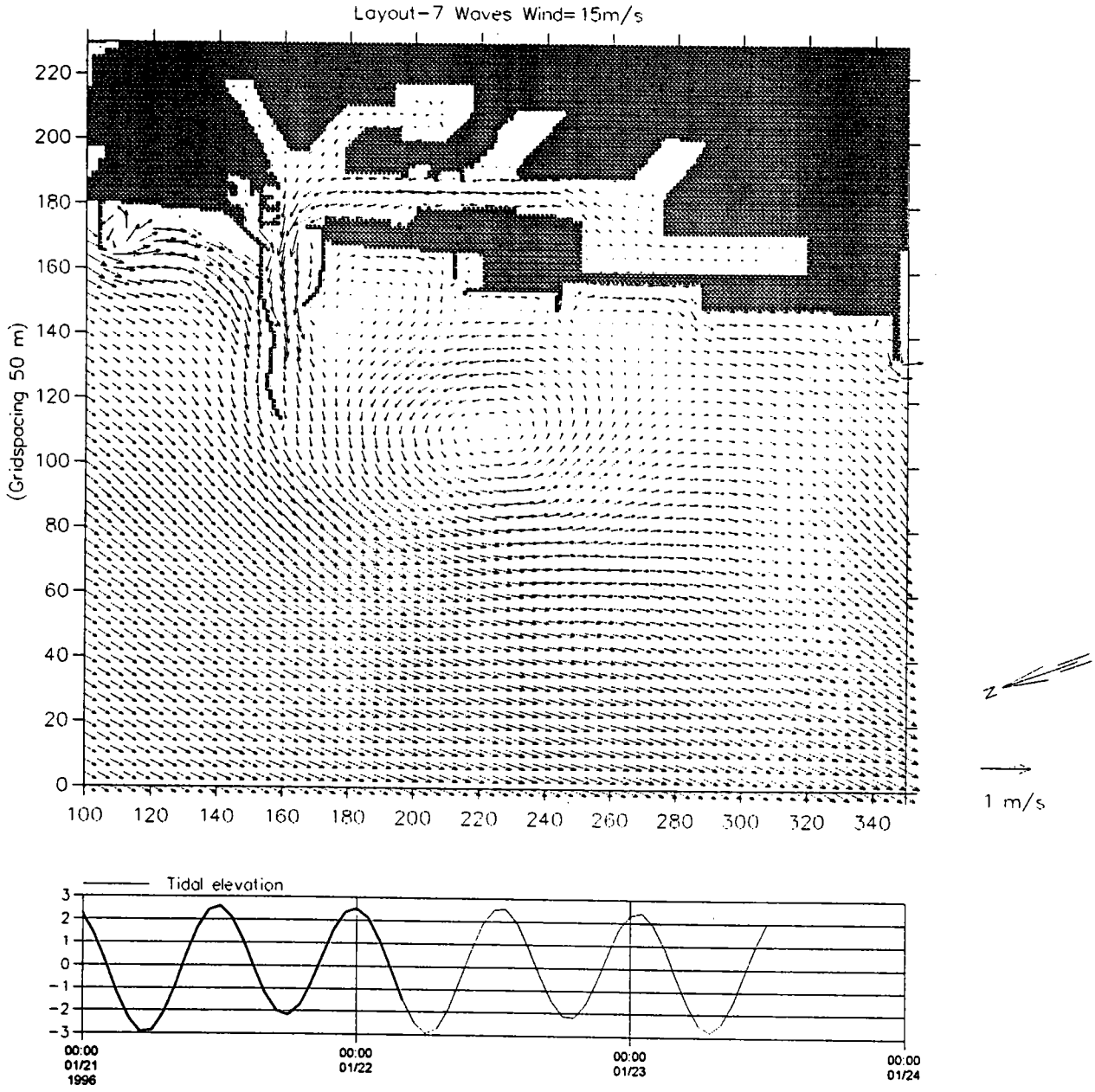

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

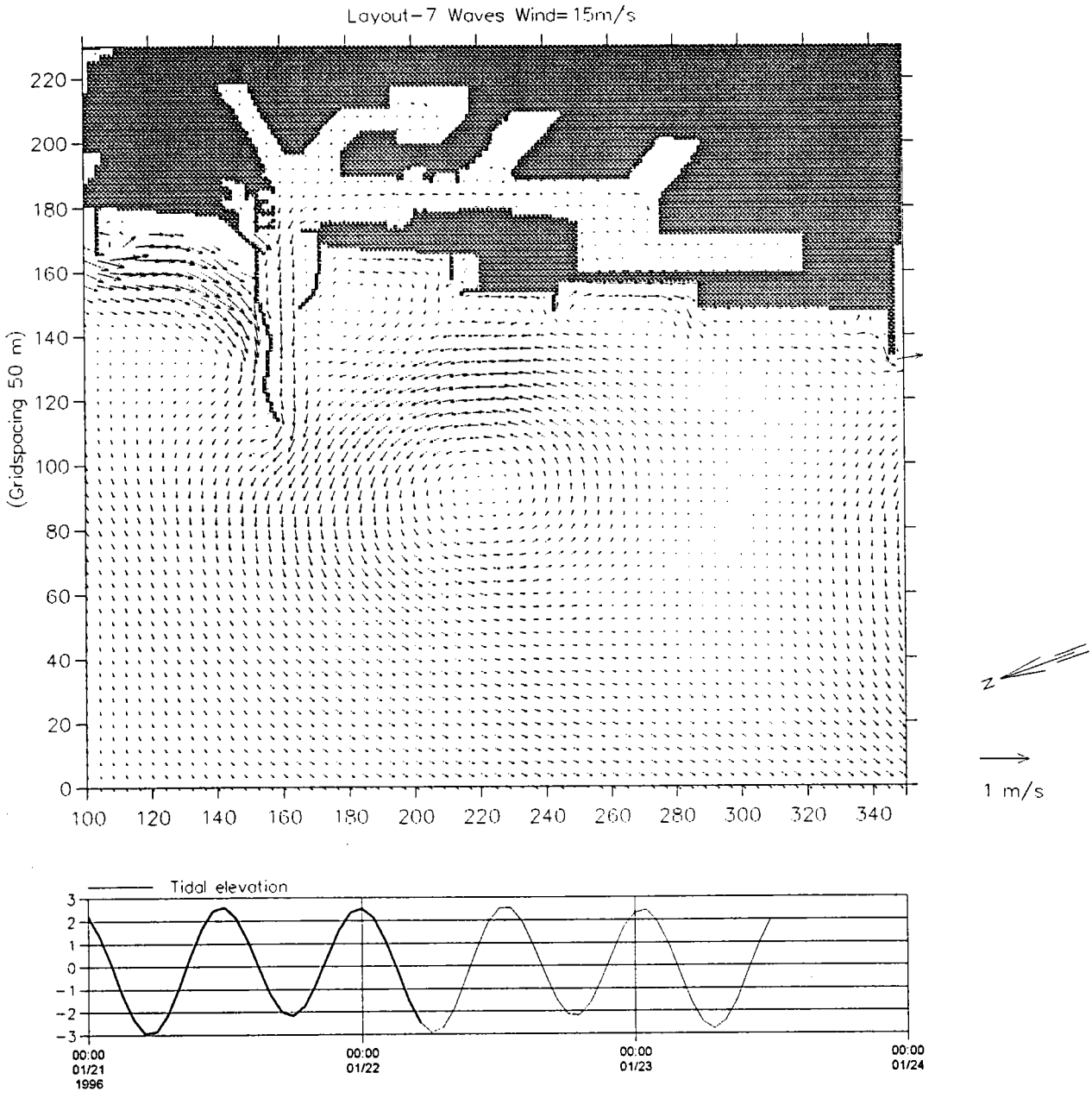

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

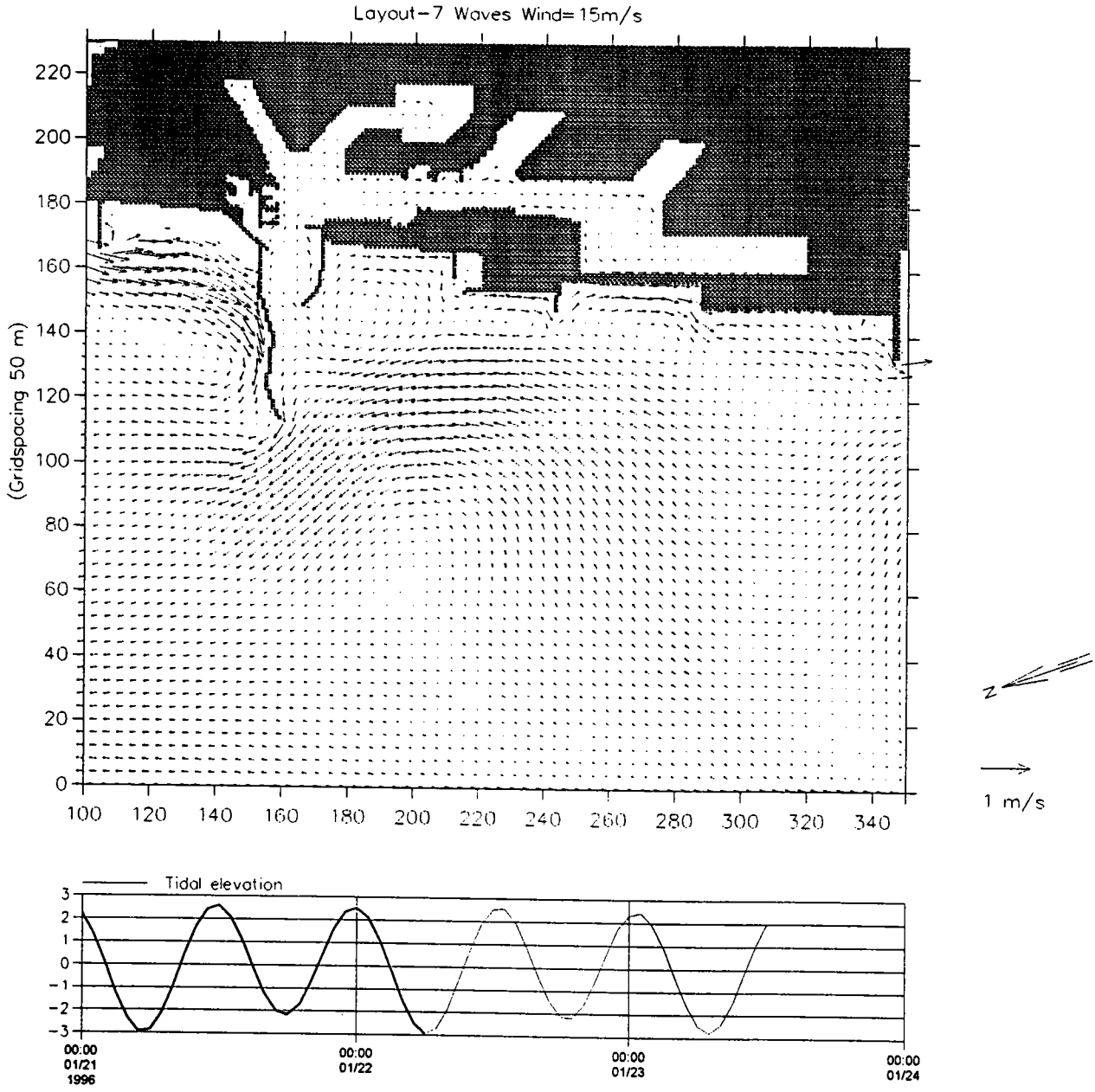

Layout-7 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

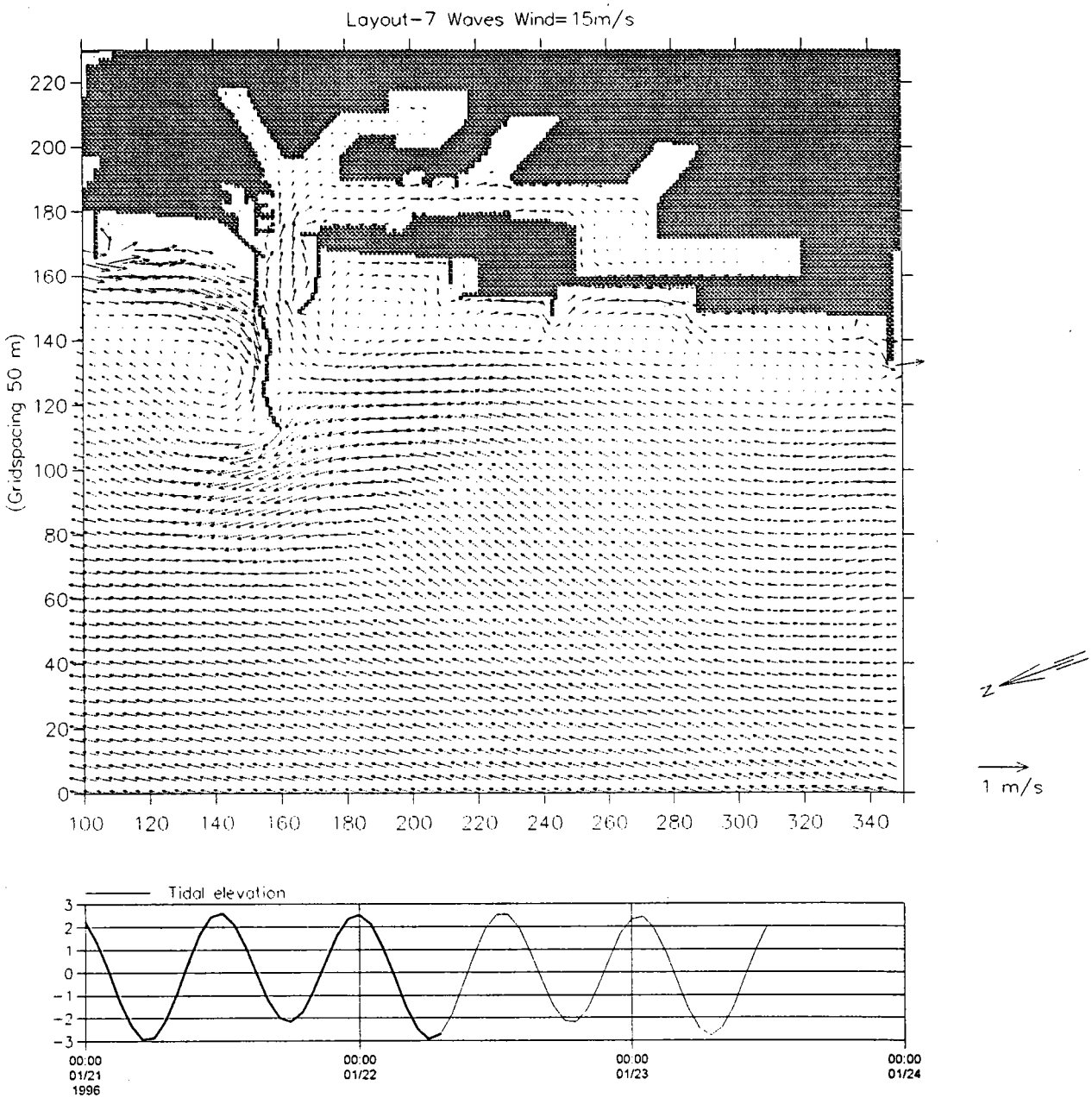

Layout-7 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

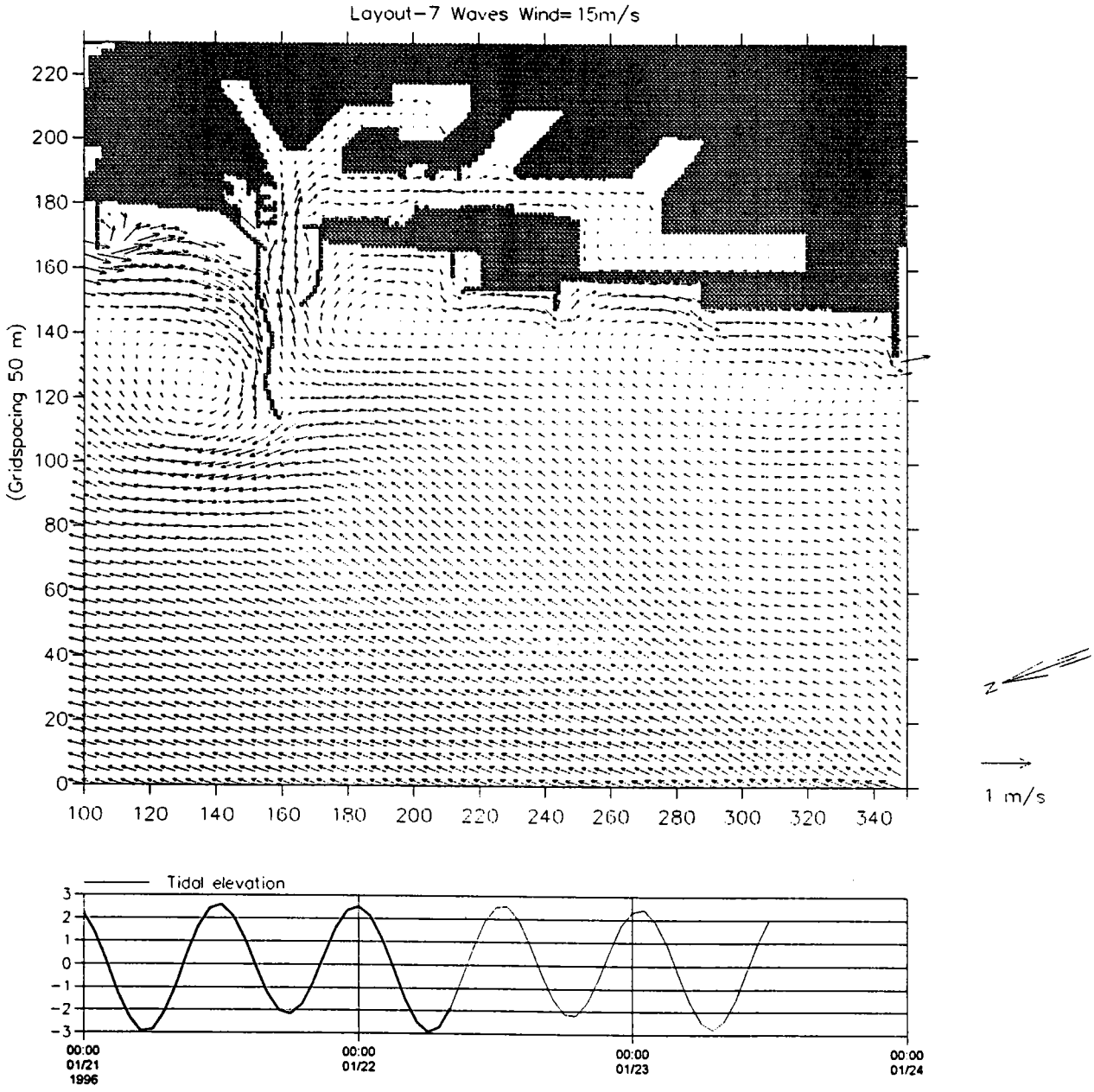

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

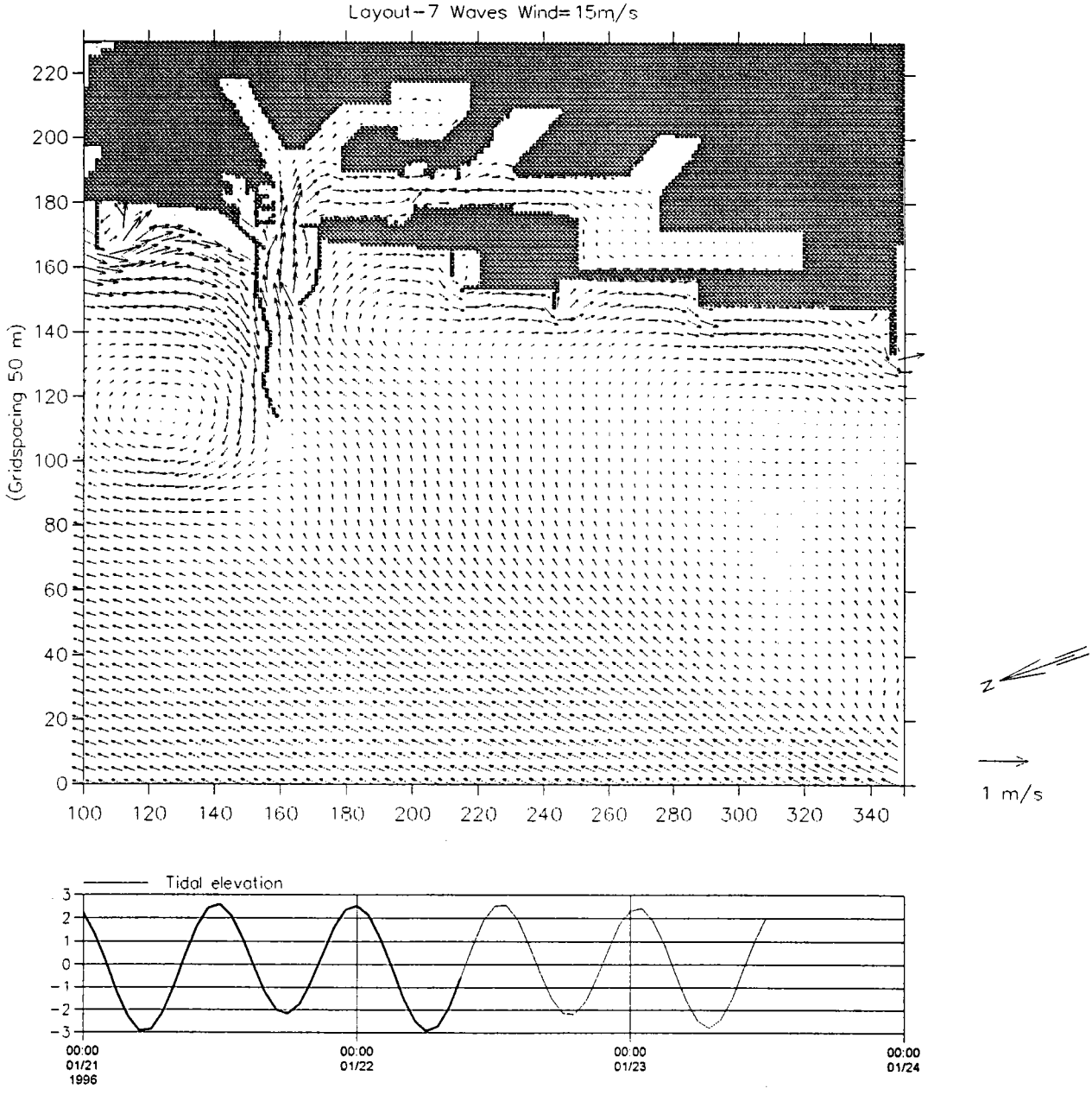

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

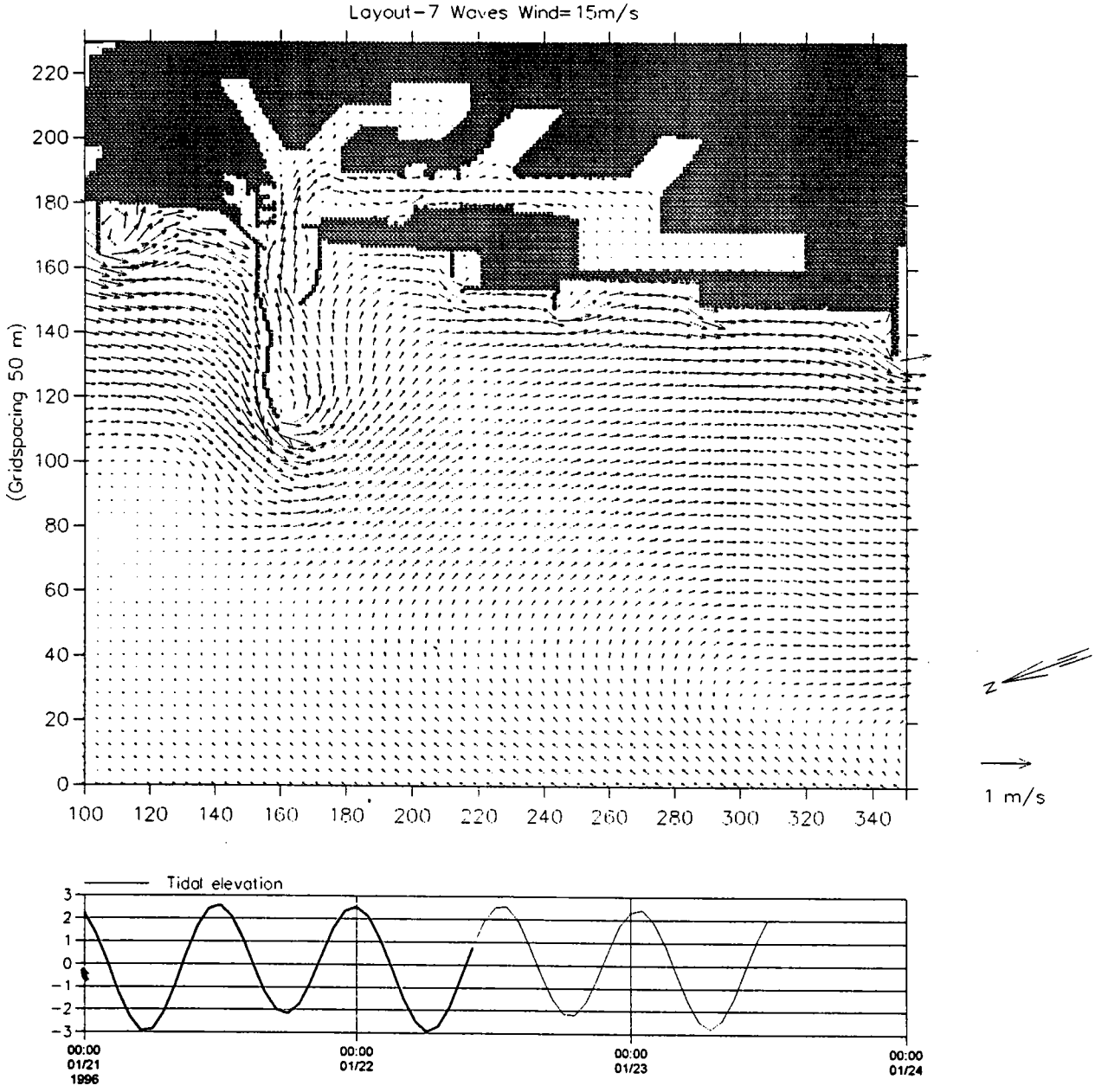

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

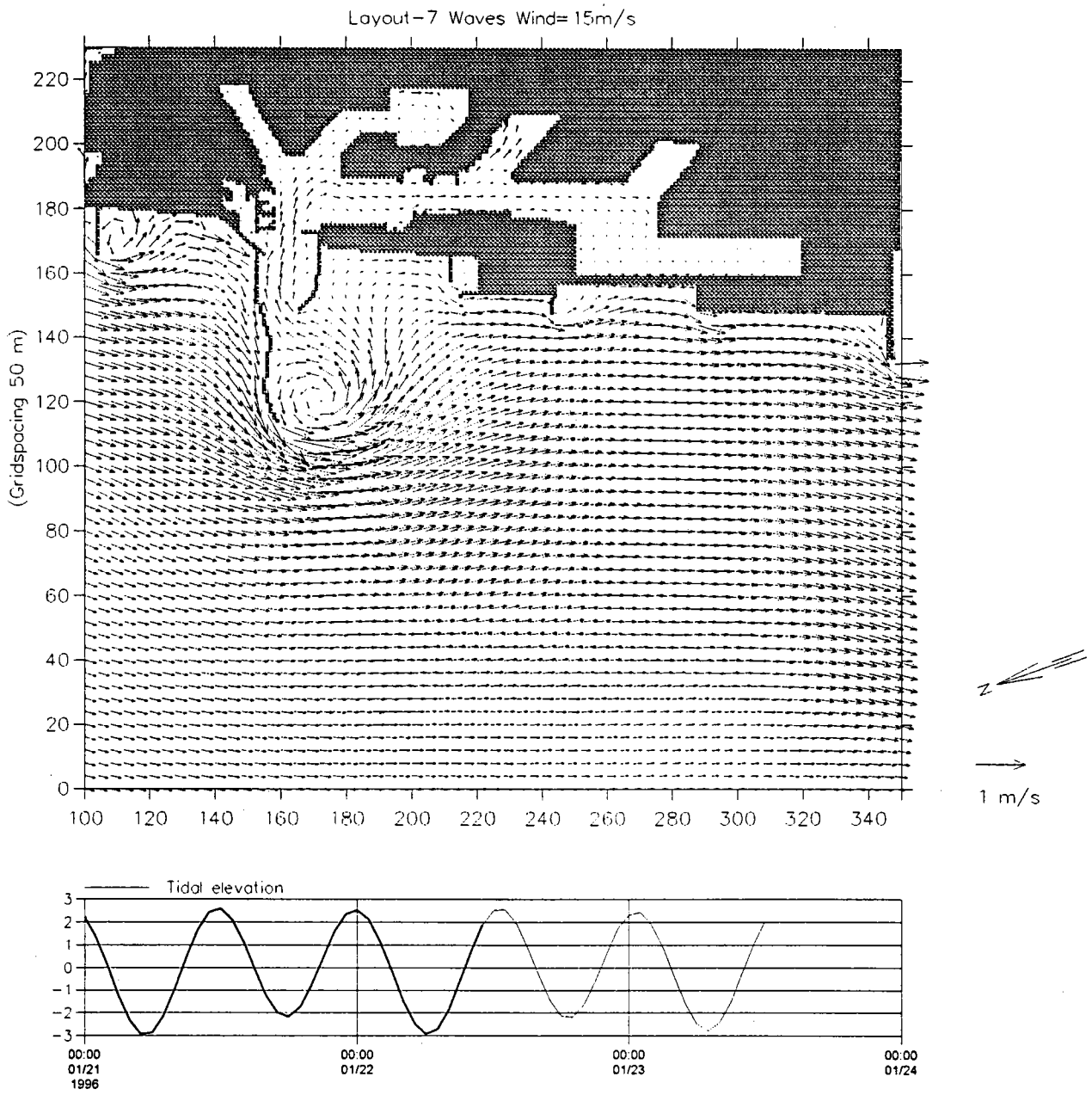

Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-7 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-7 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-7 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

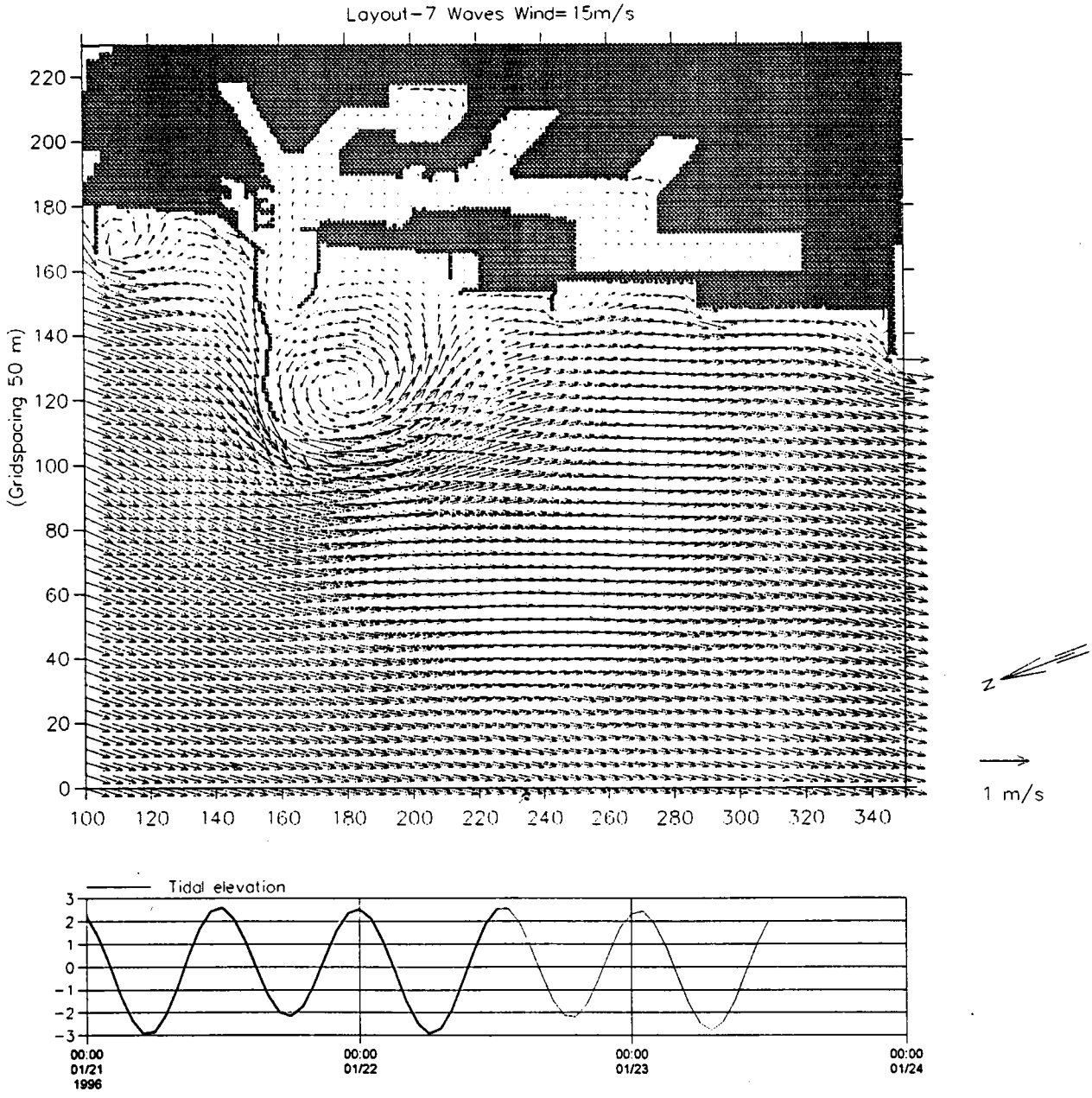

Layout-7 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-7b

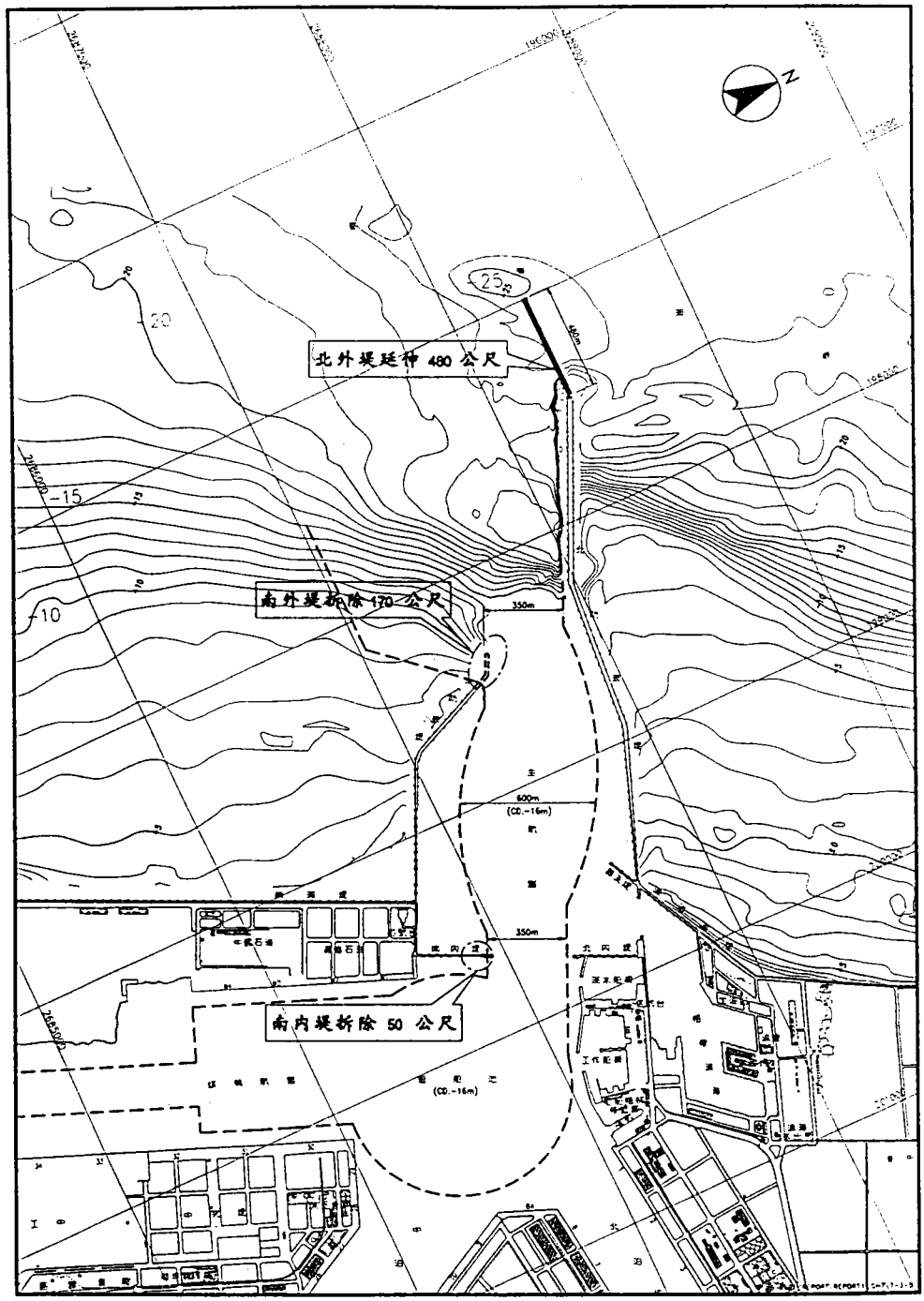
台中港港口二期擴建規劃---替選方案七

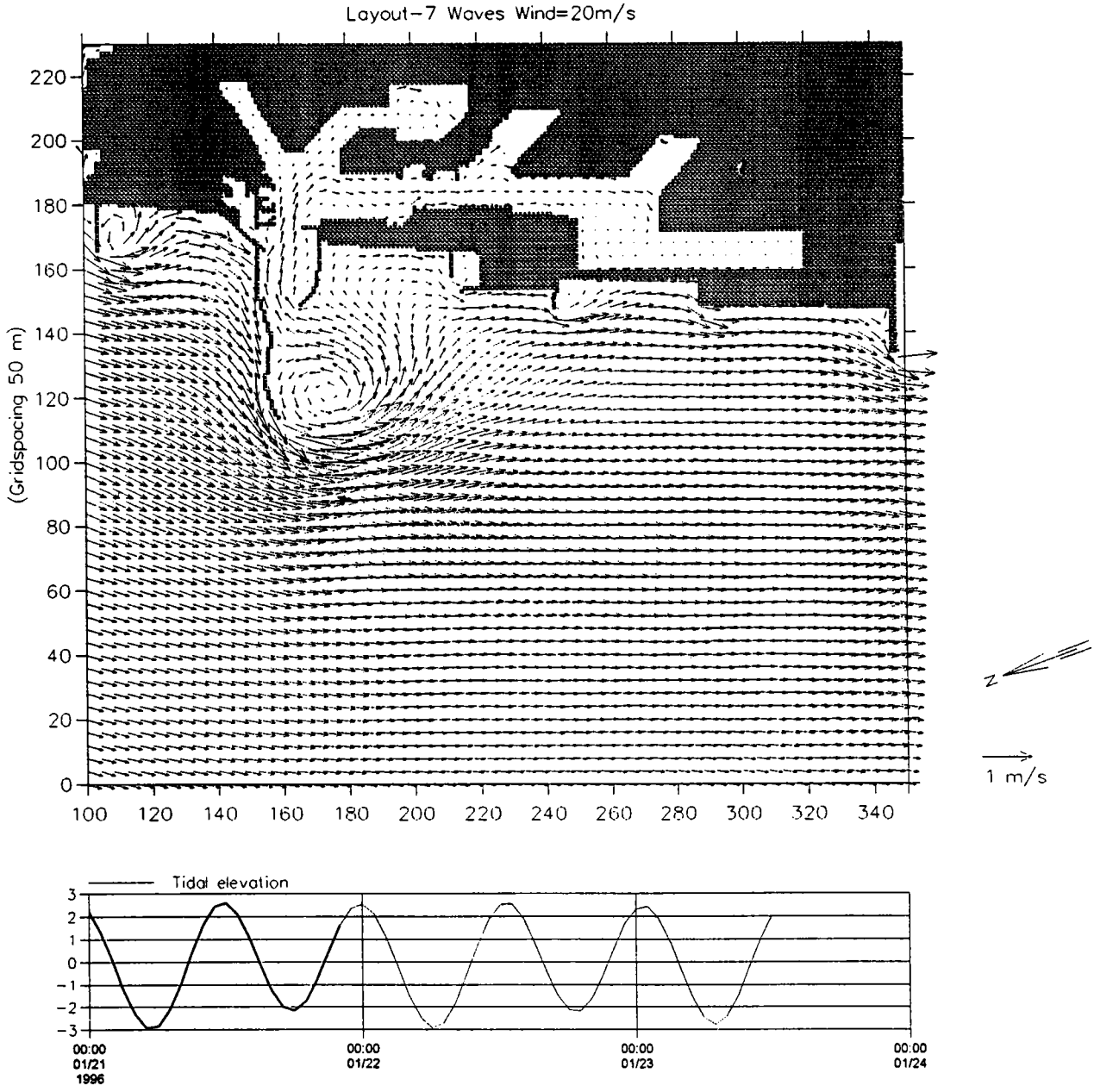
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

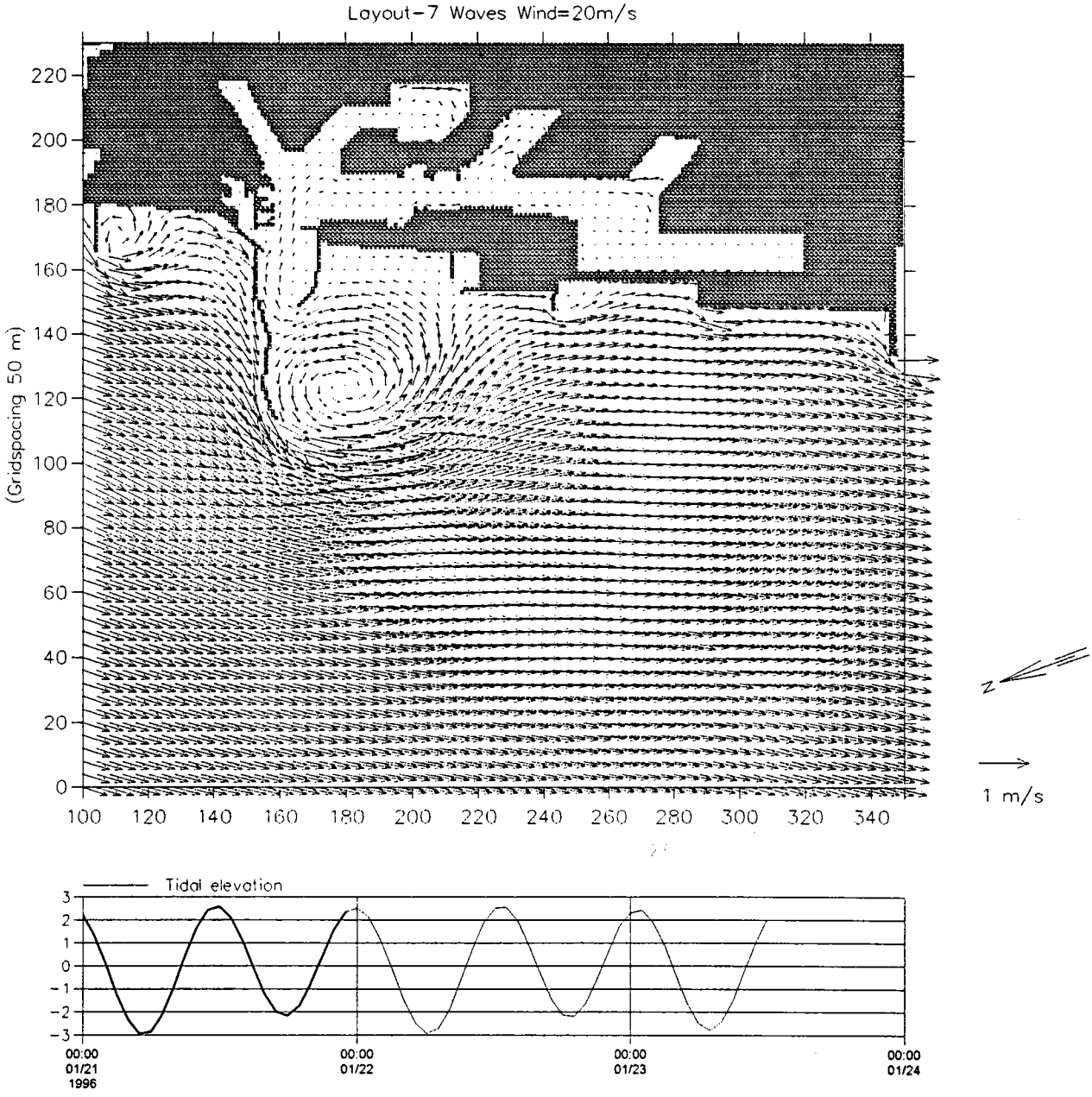
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

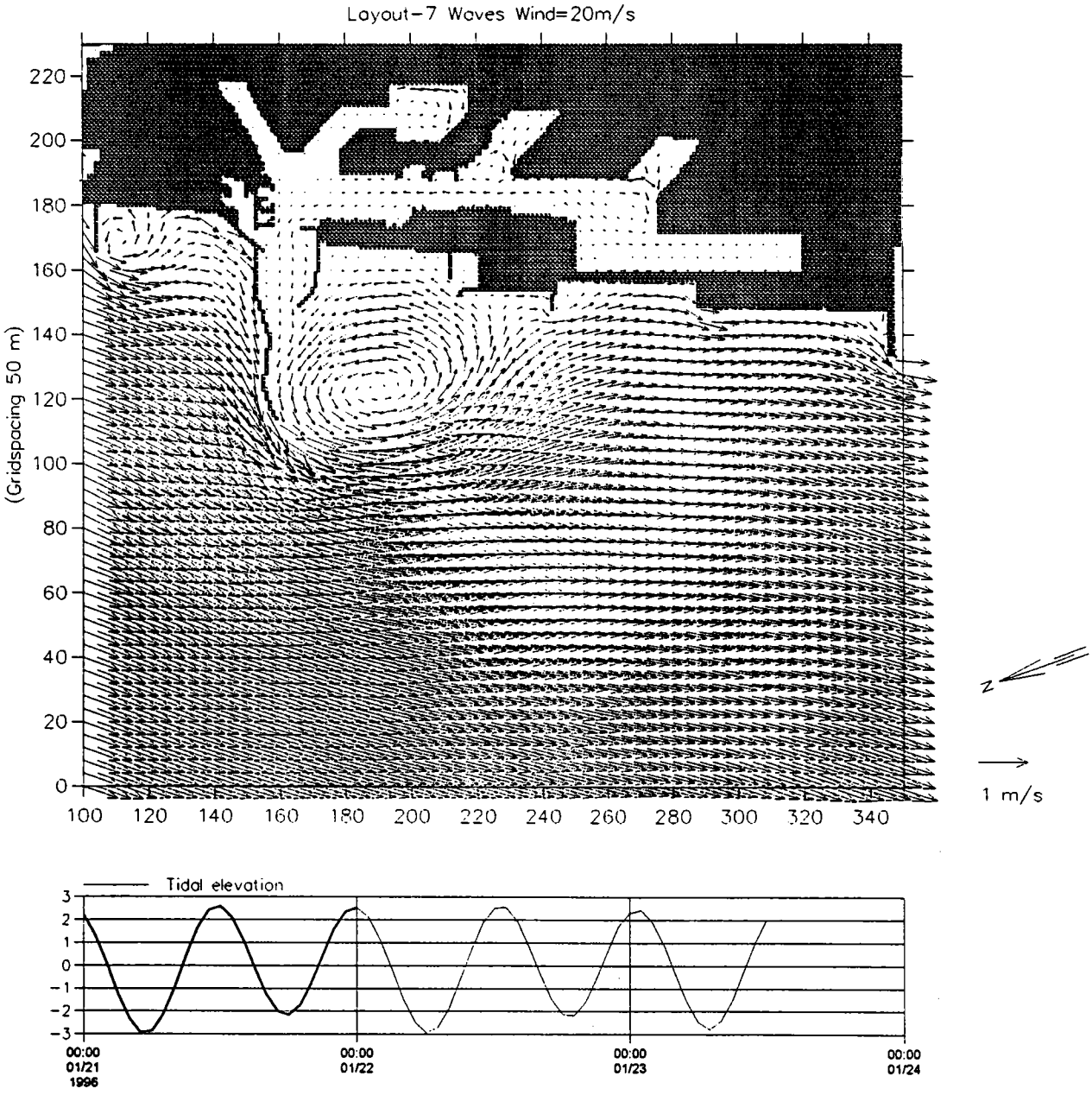
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

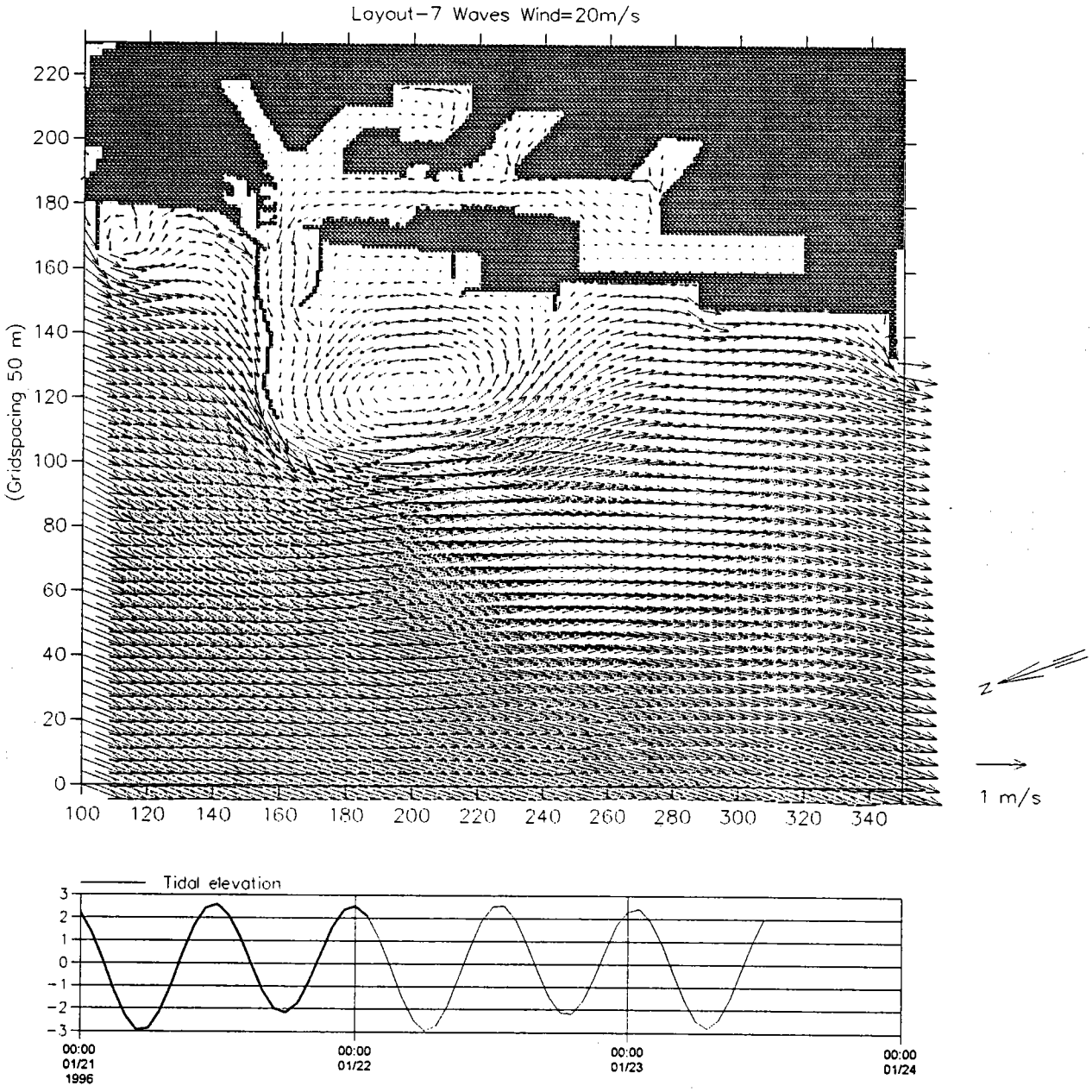
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位



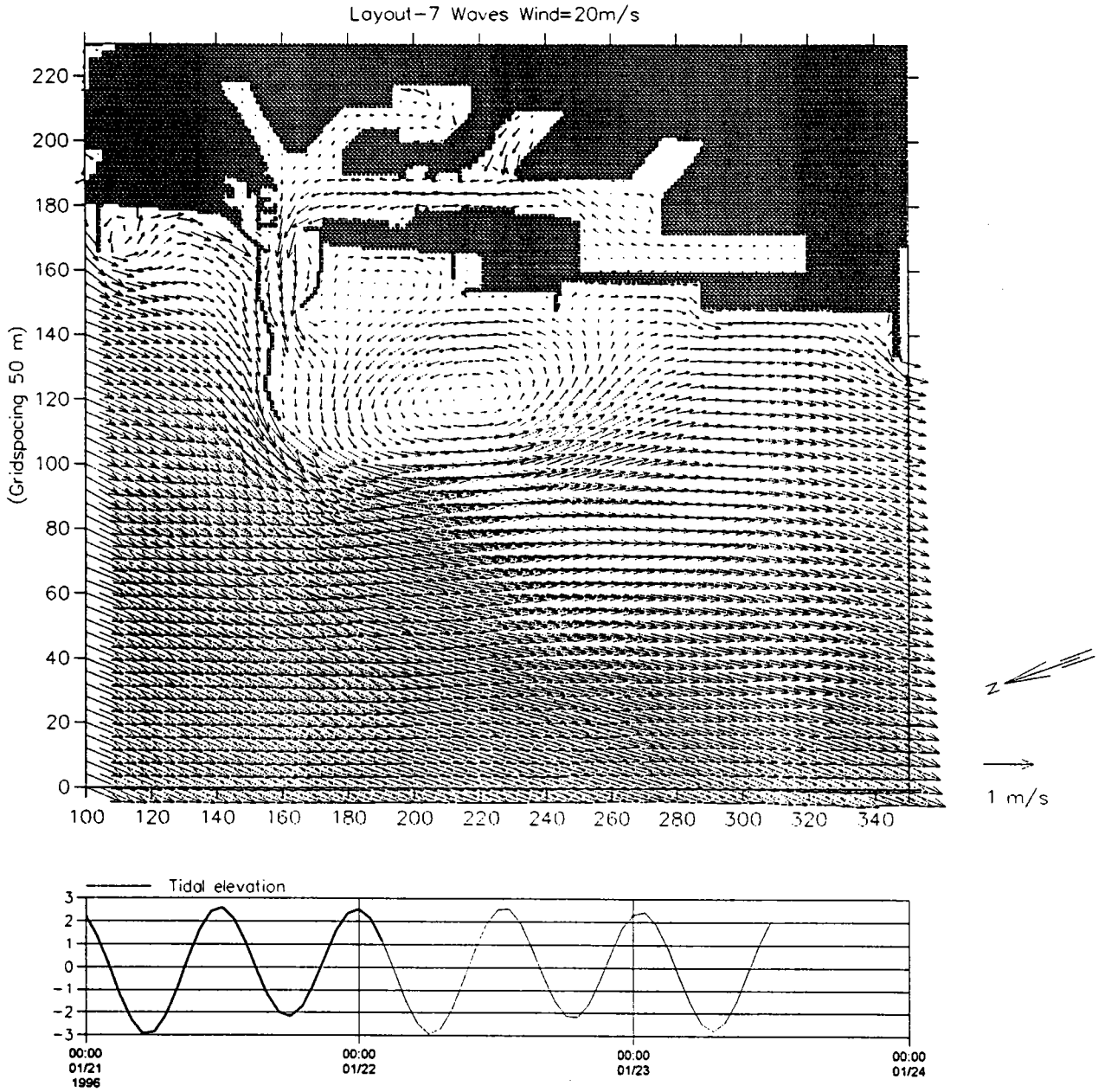

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

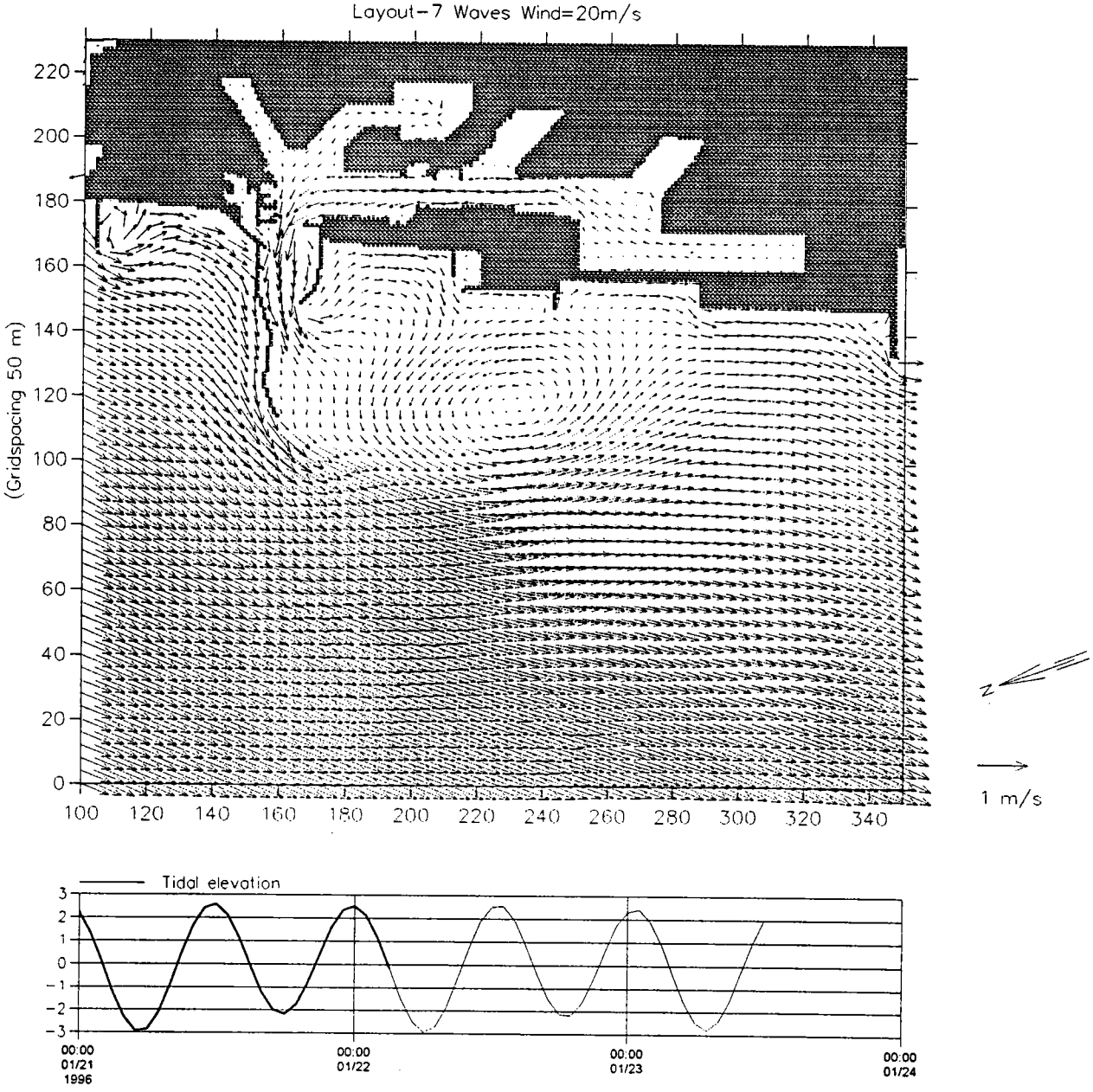

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

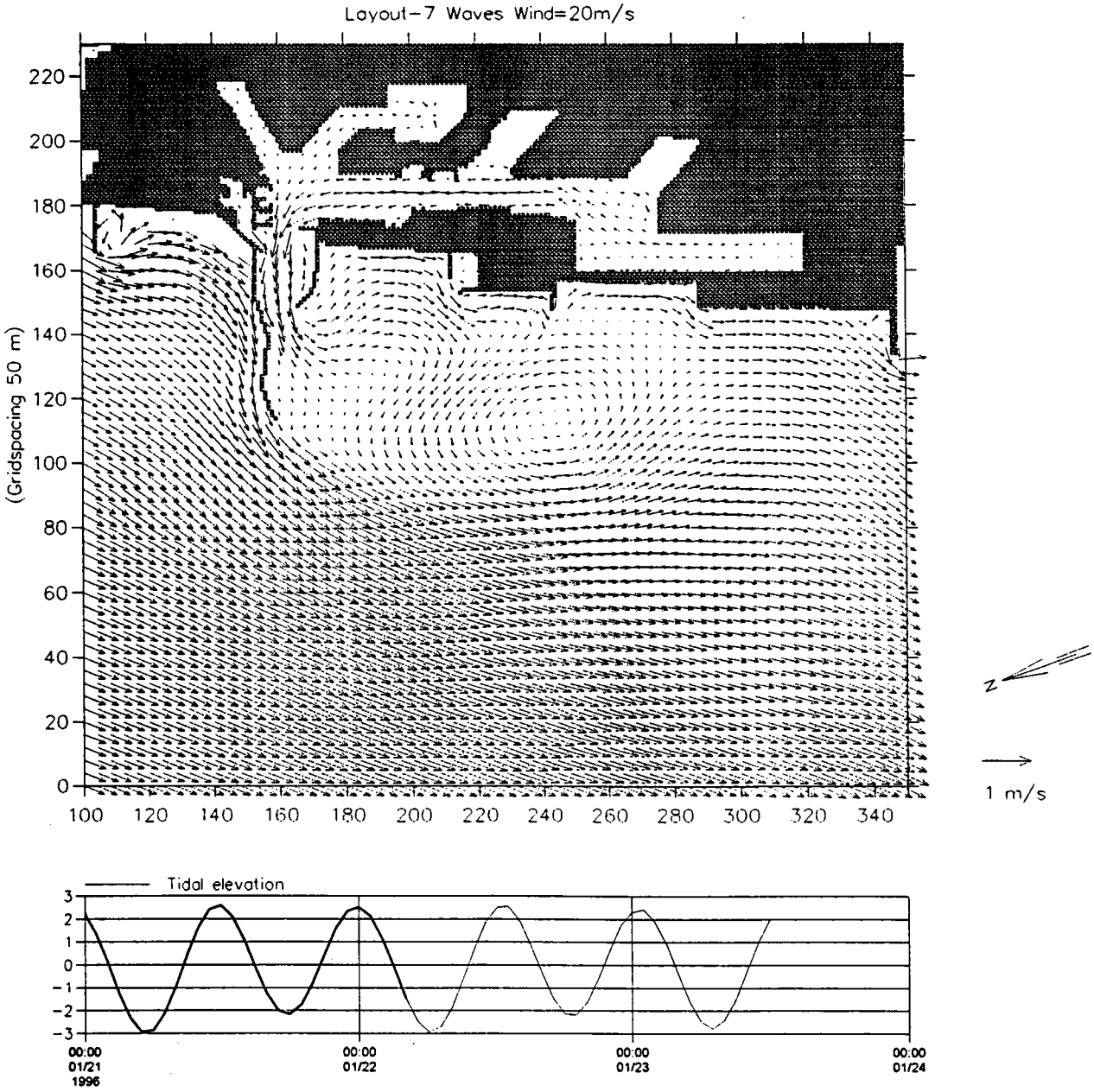

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

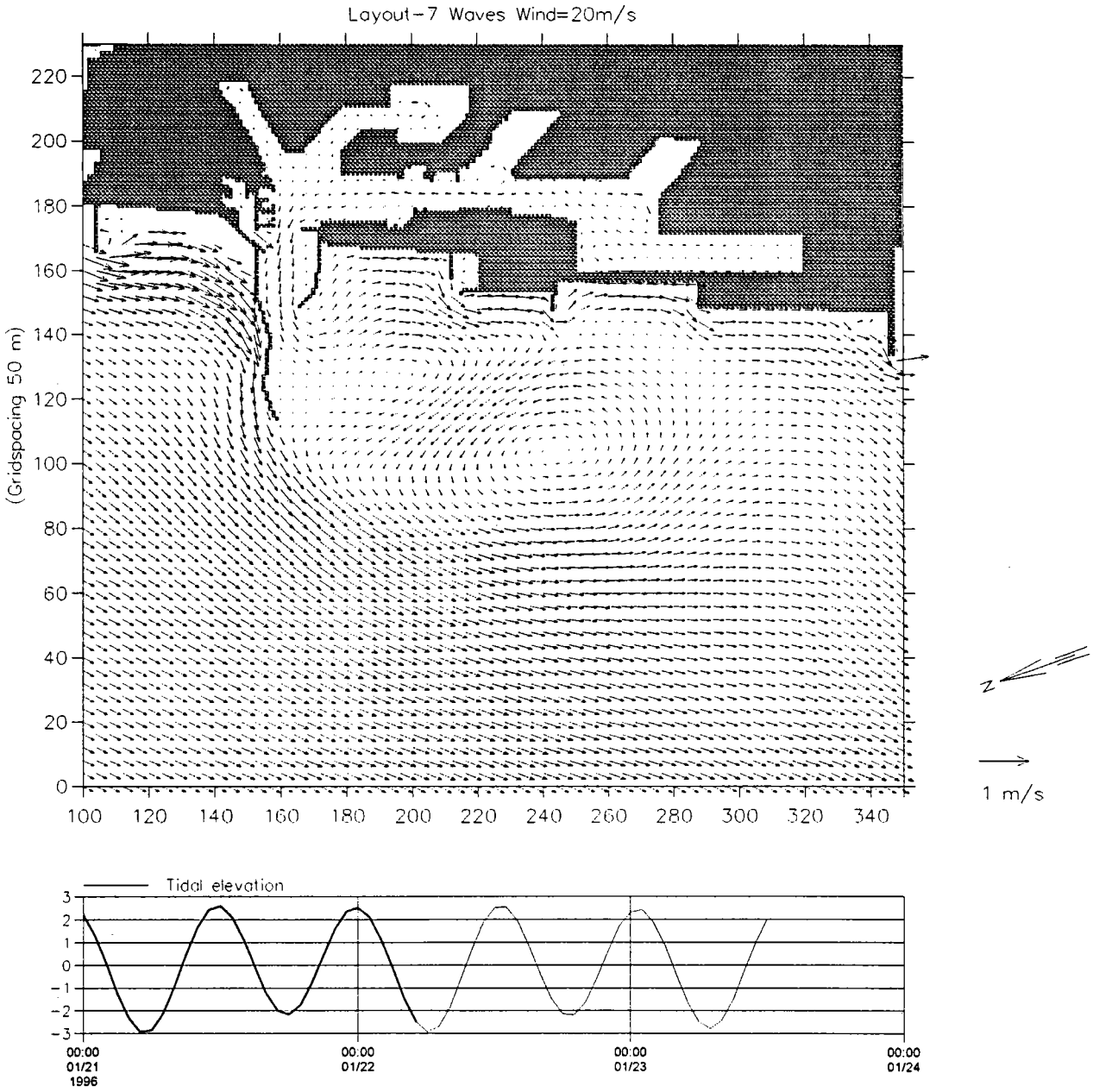
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

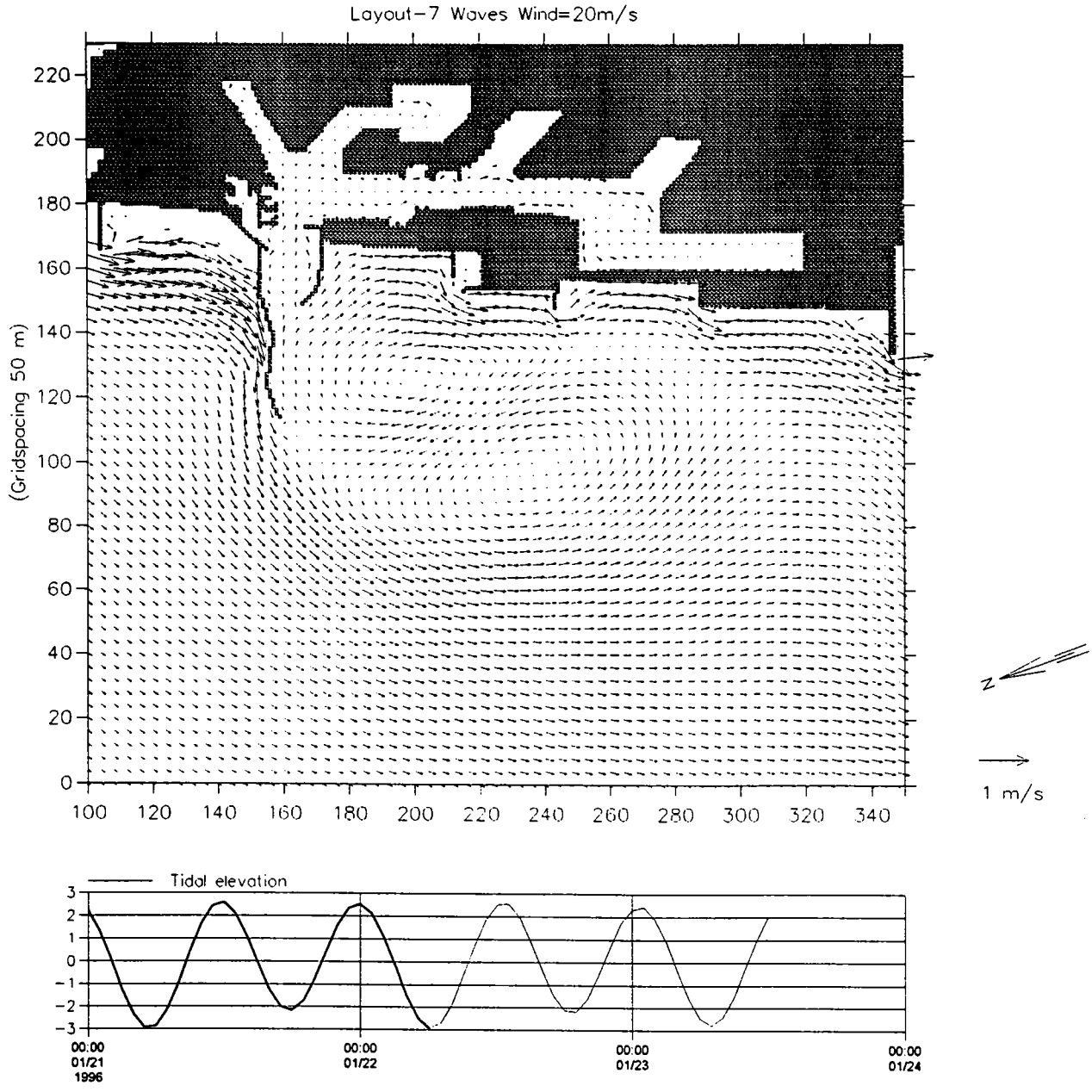

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

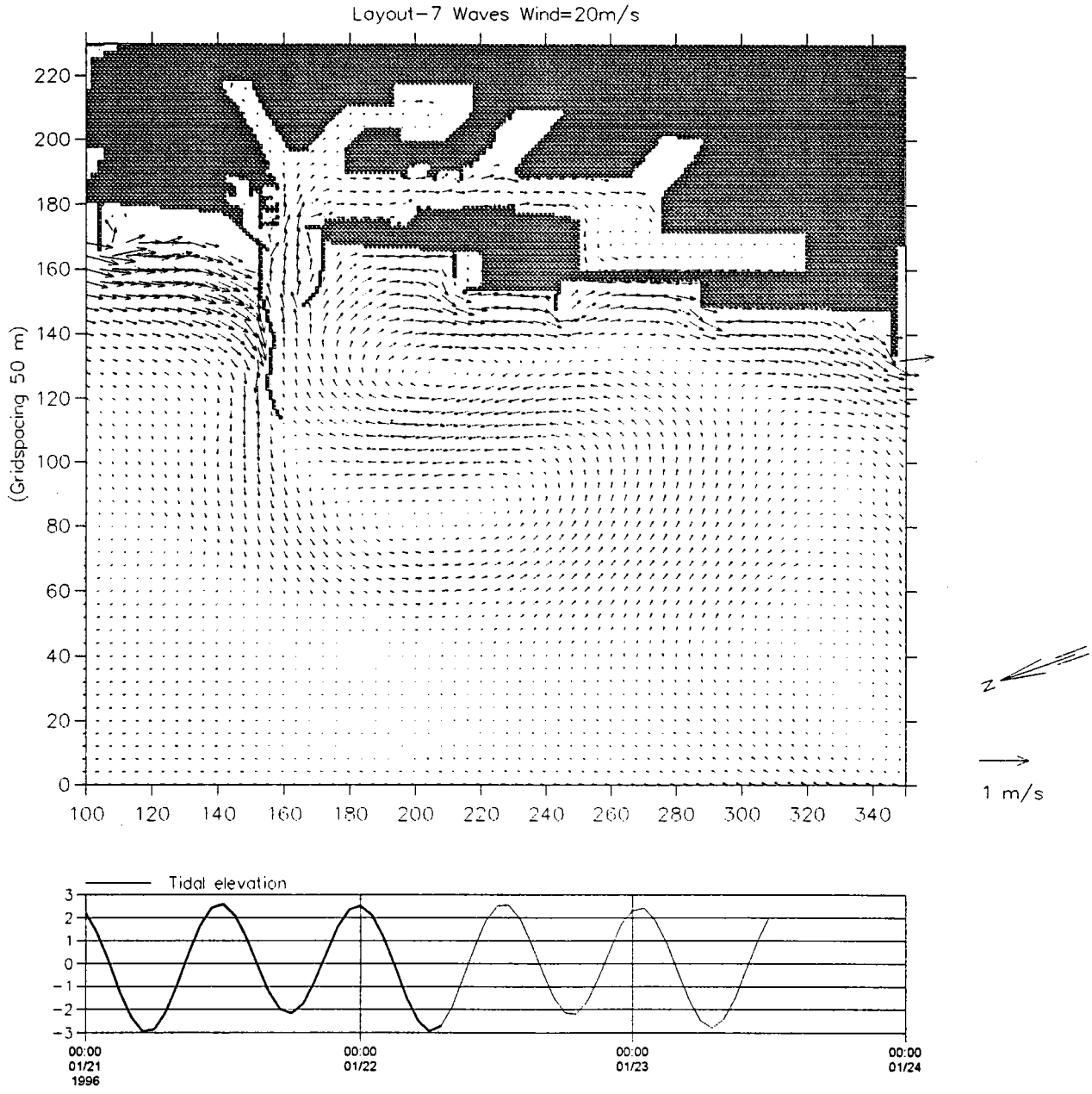
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

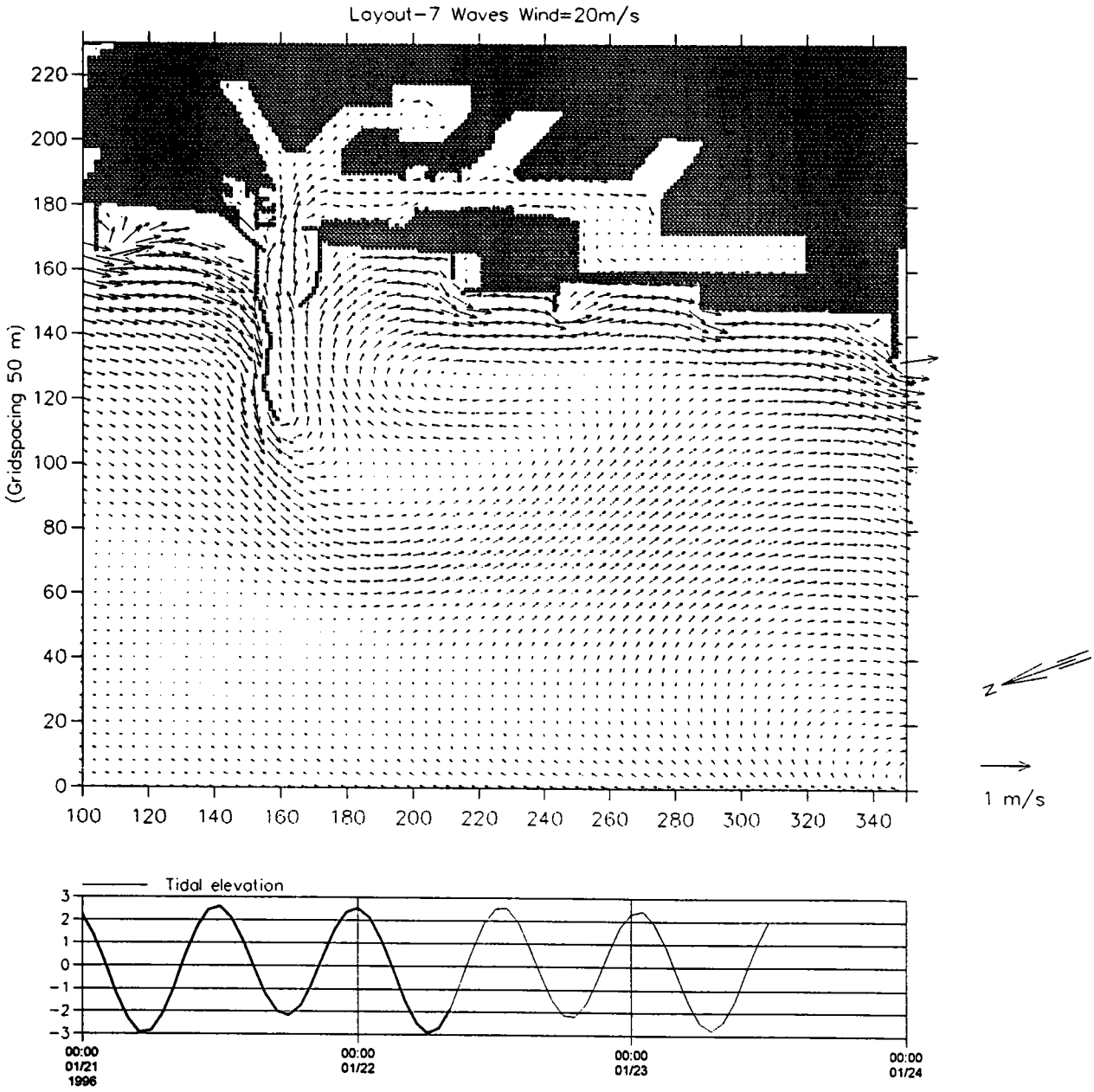

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

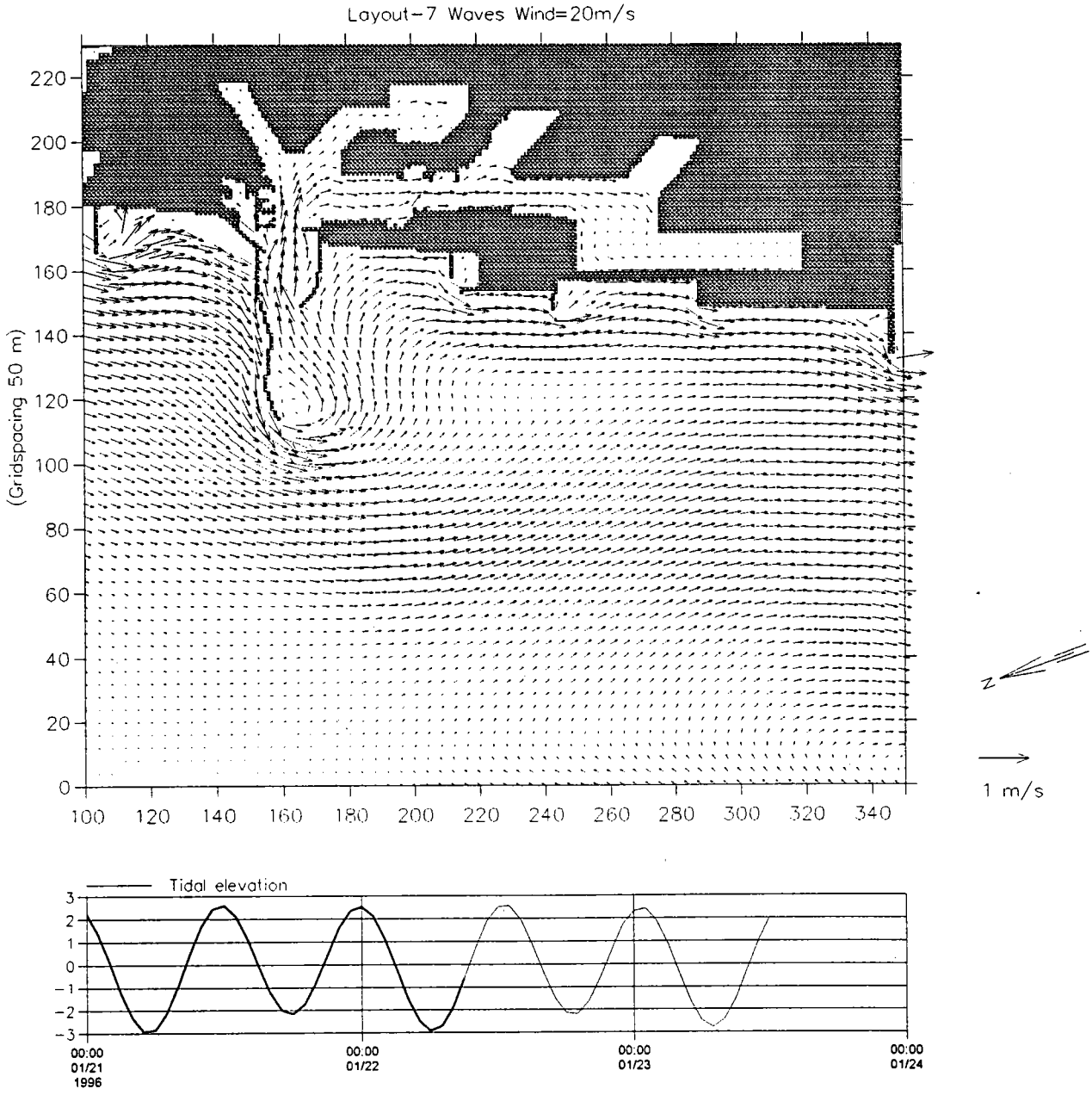

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

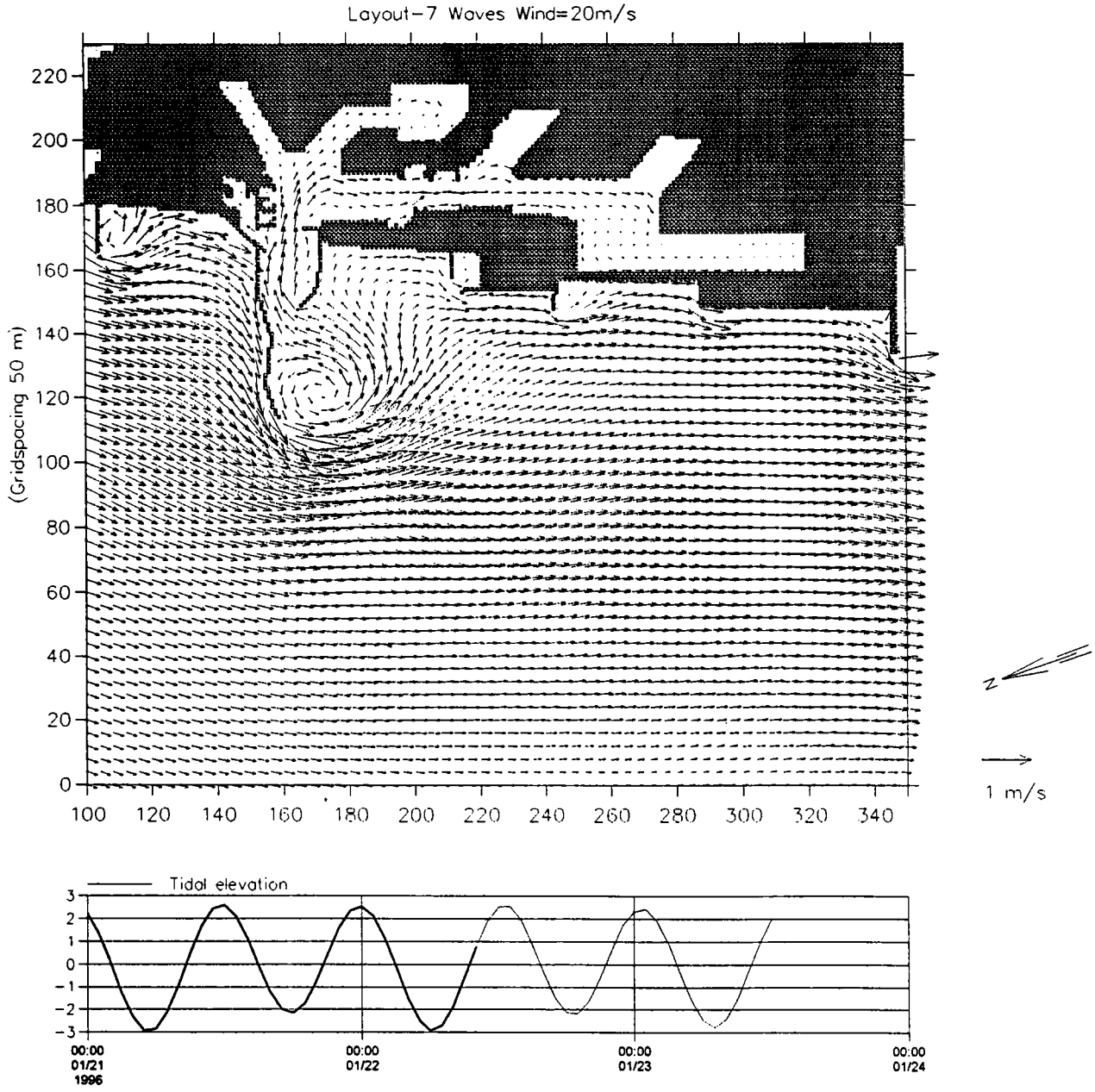

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

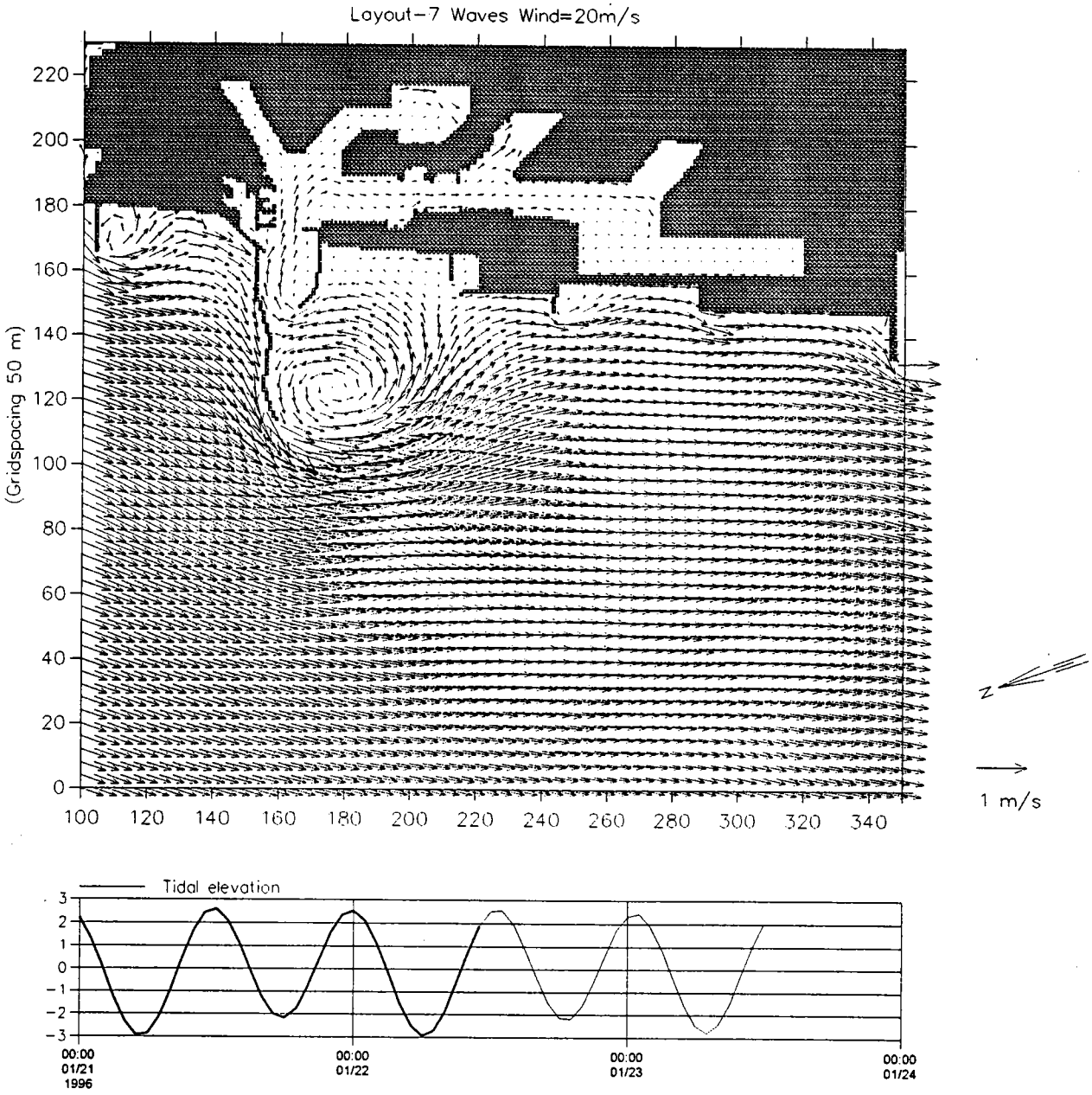

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

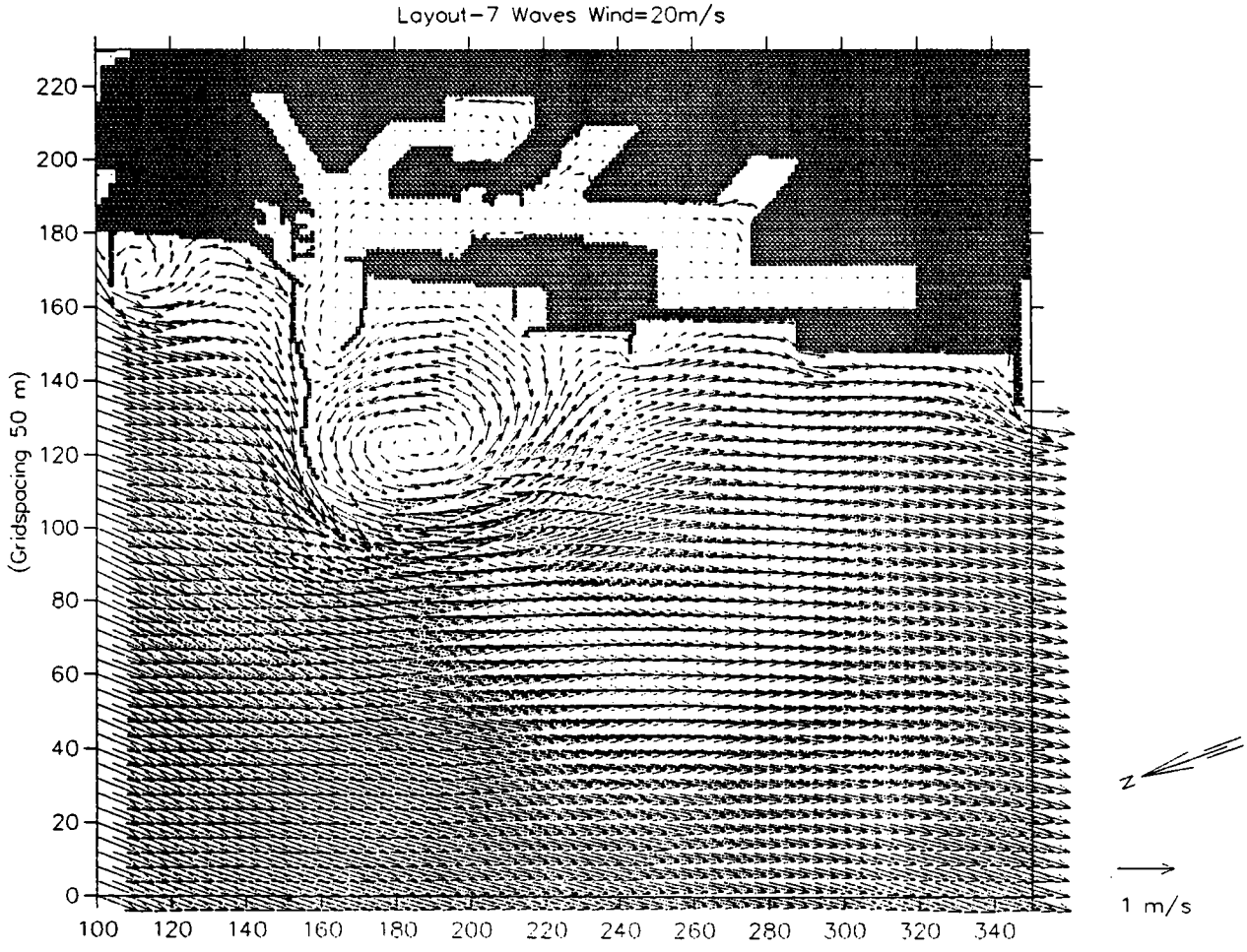

Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-7 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

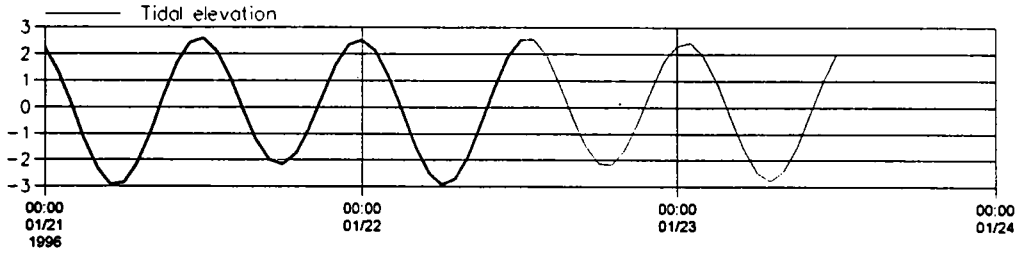

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-8a

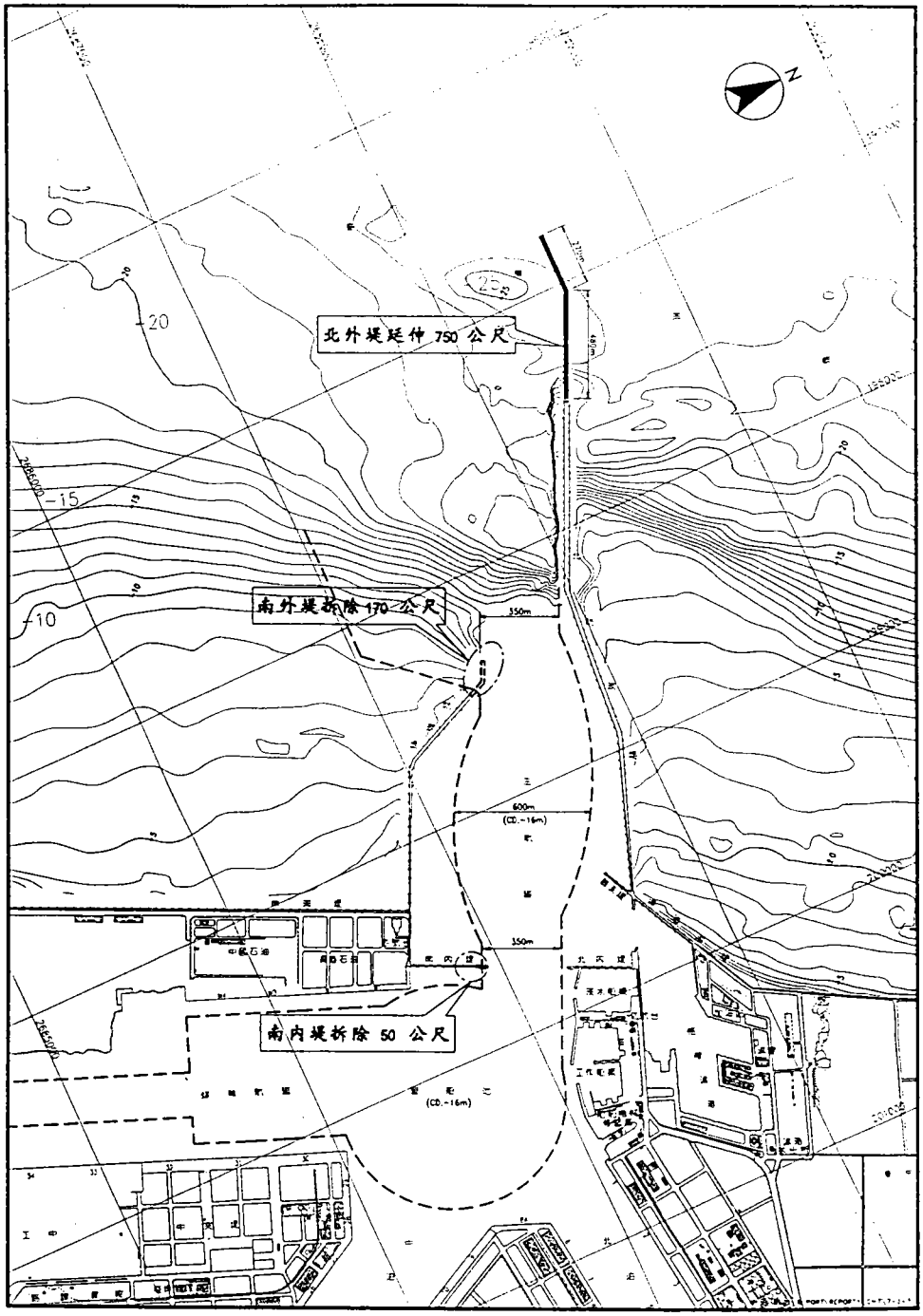
台中港港口二期擴建規劃---替選方案八

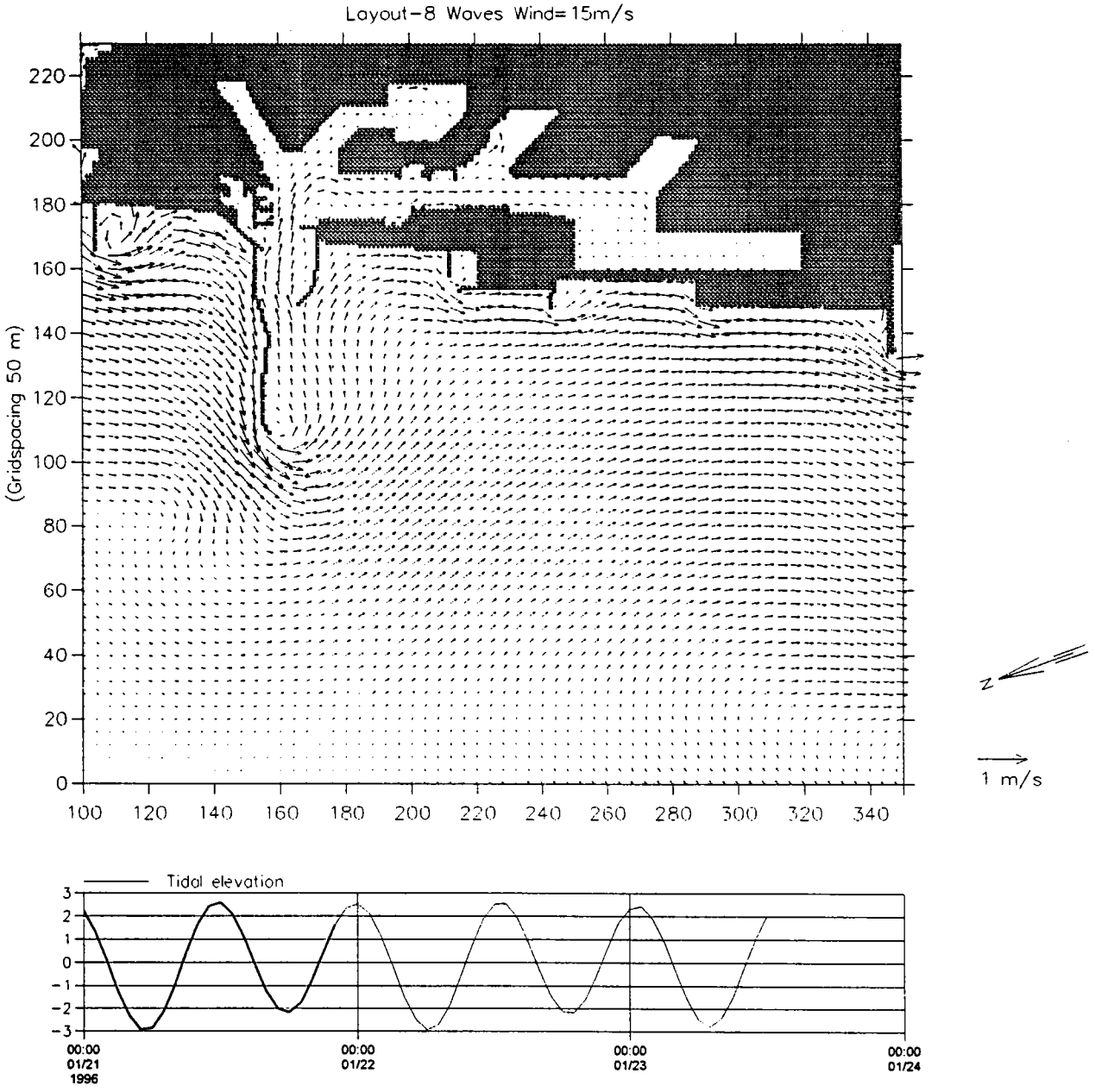
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

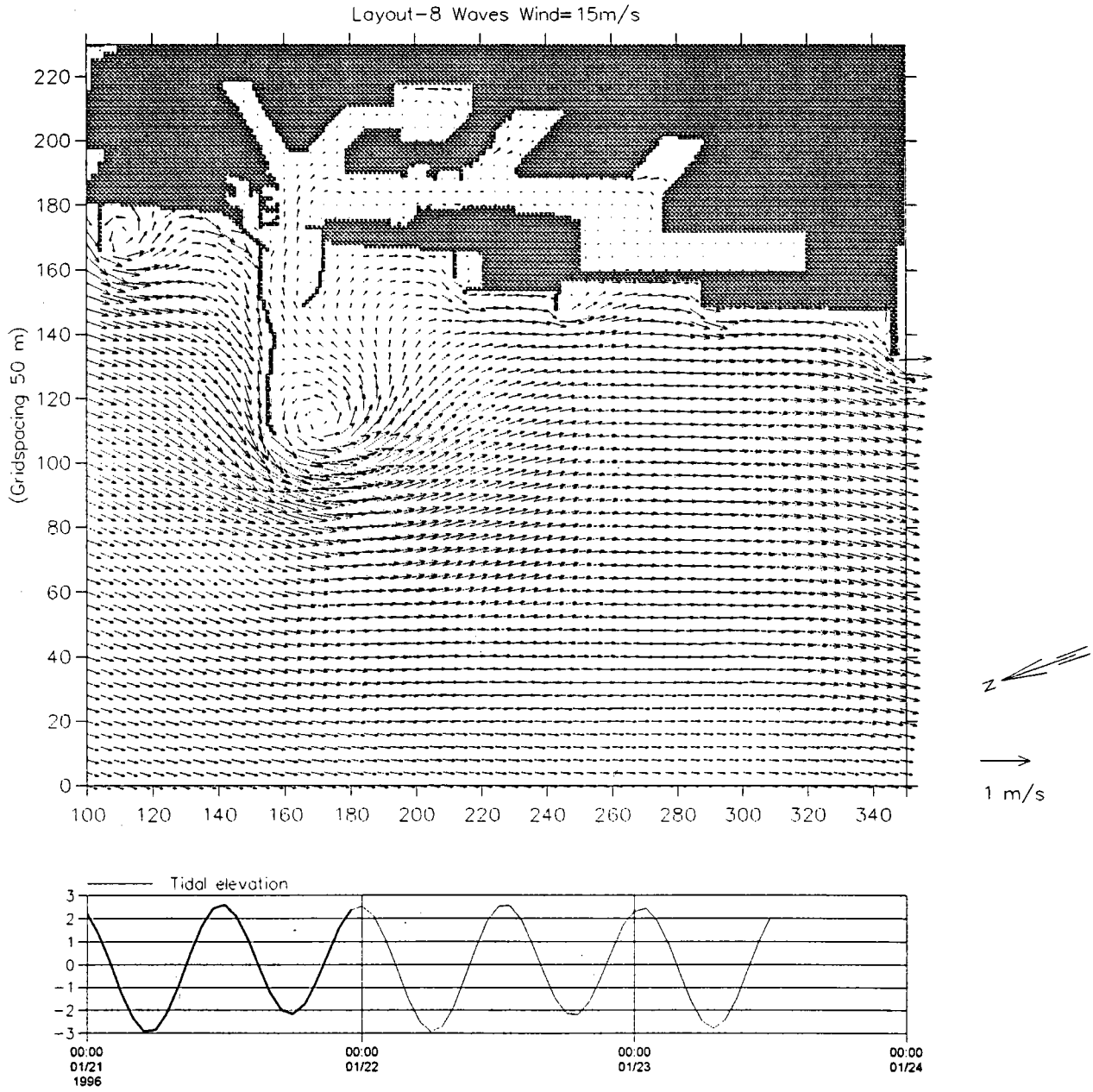
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

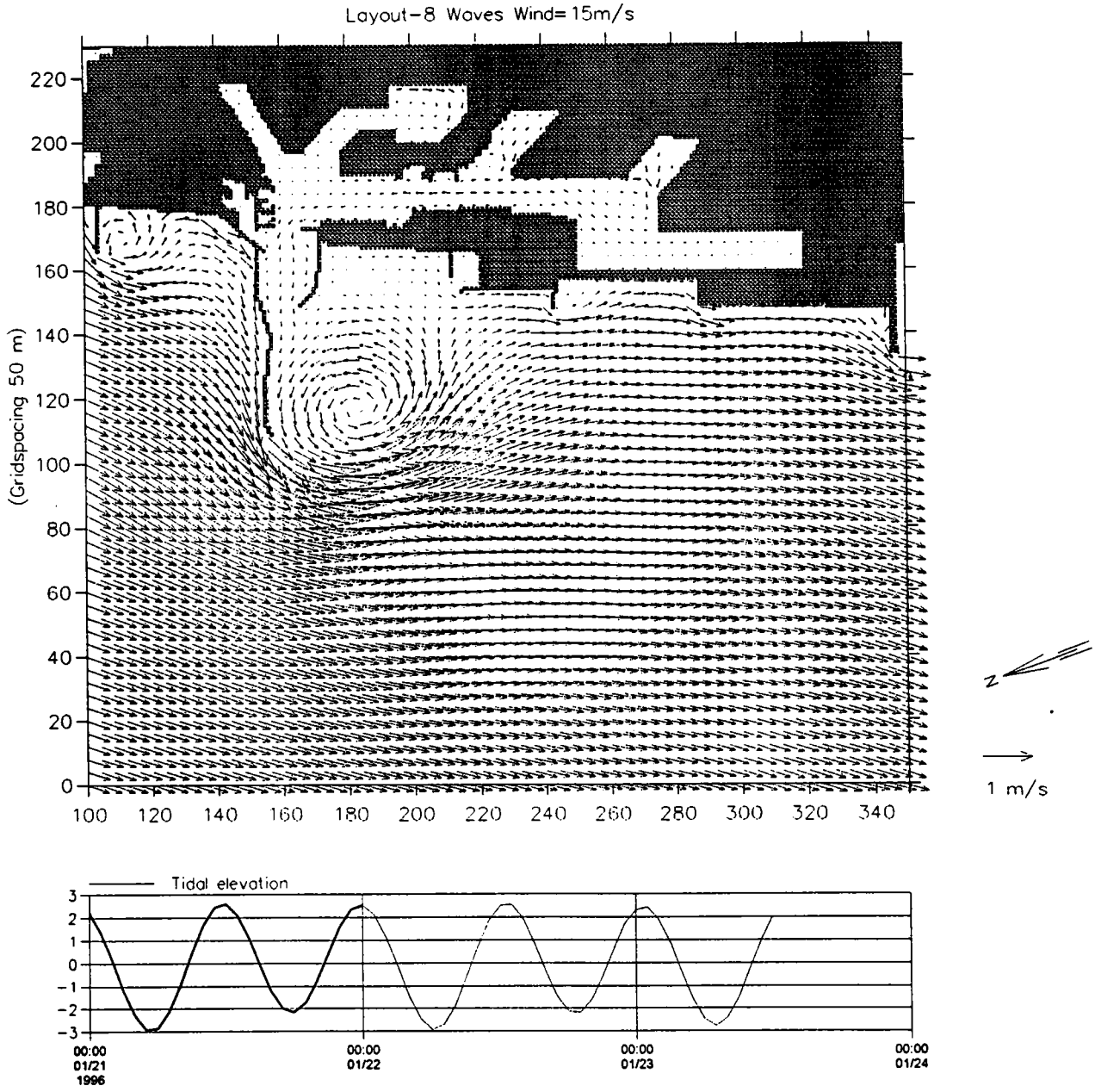
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

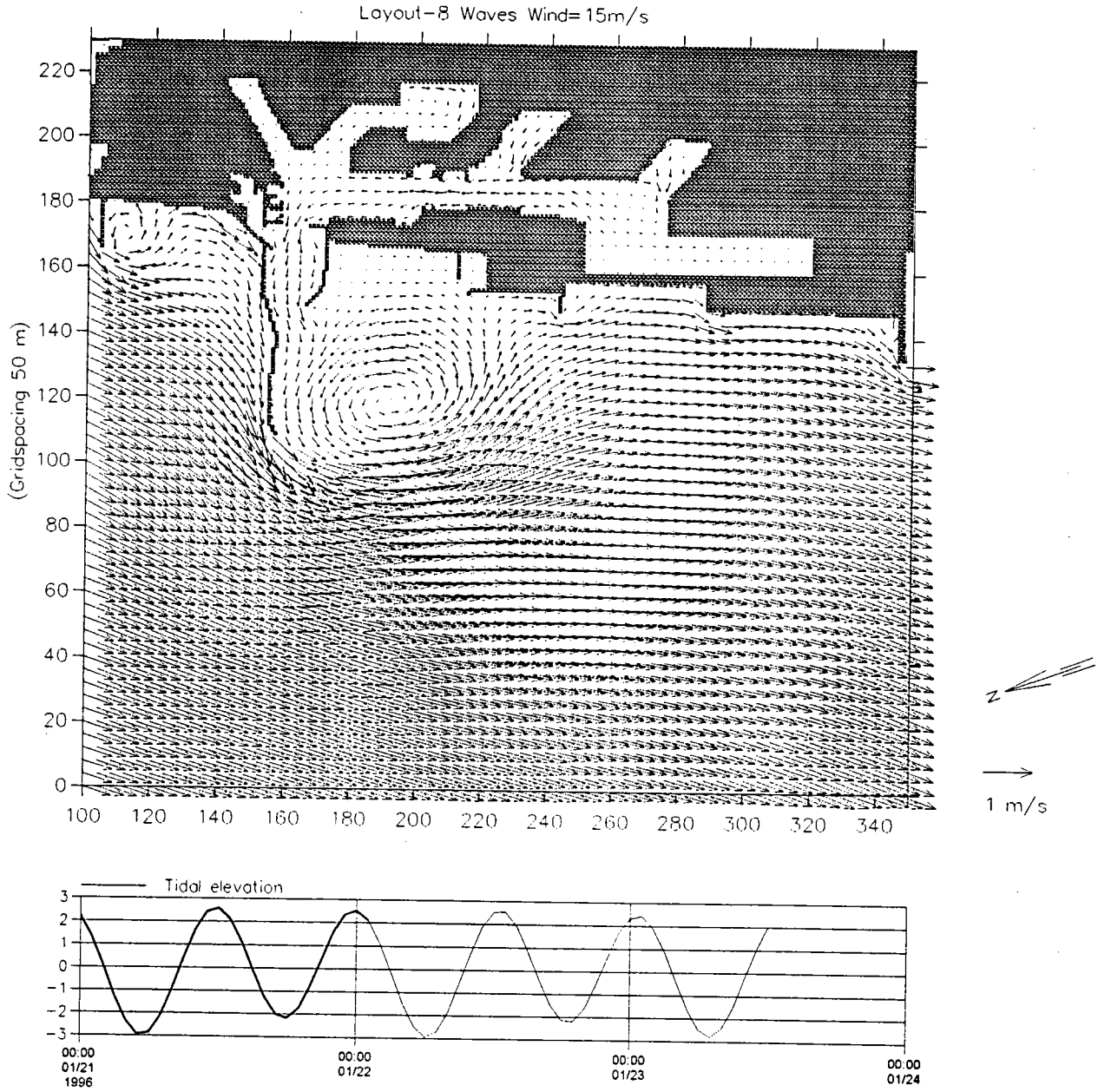
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

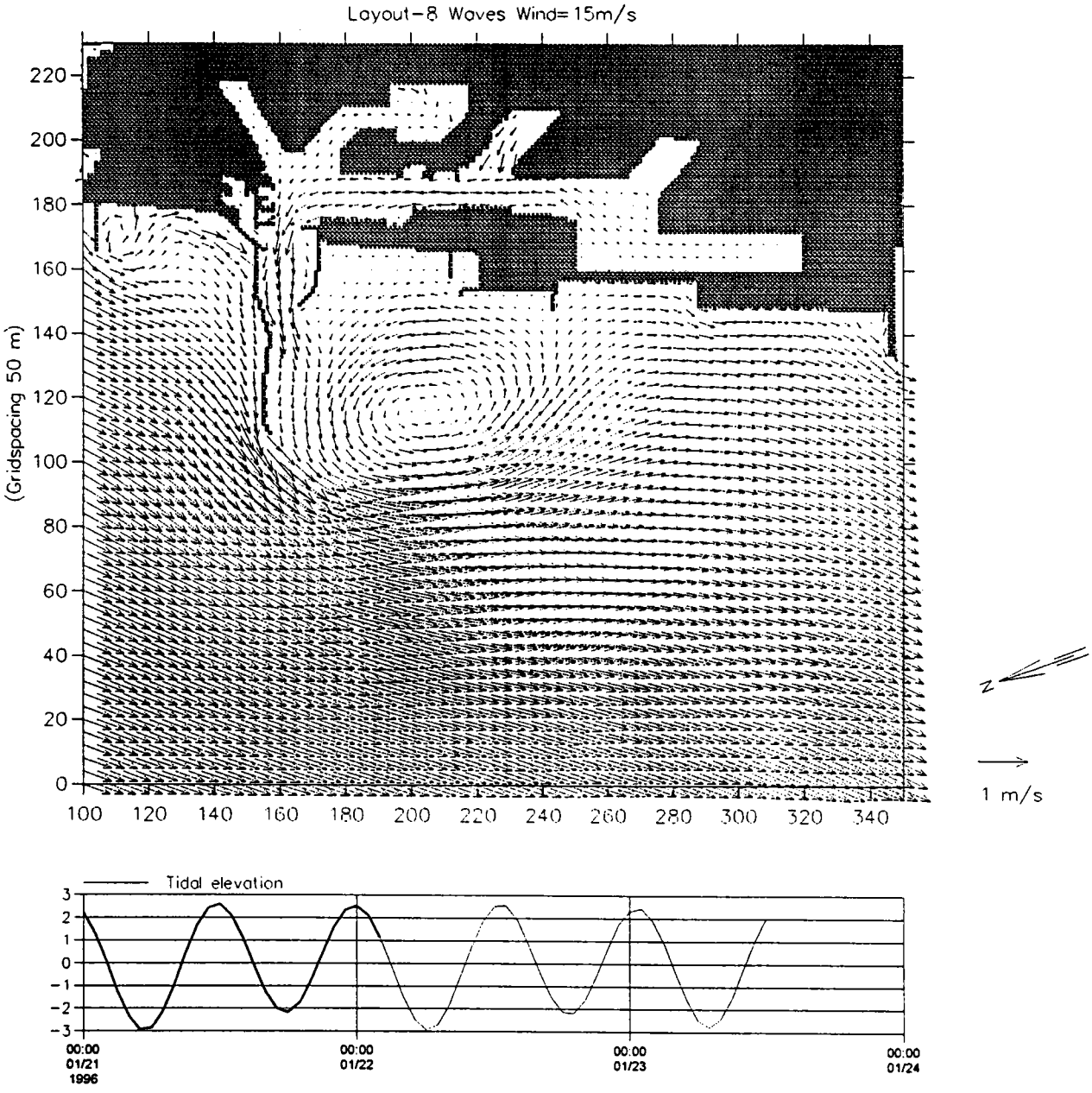


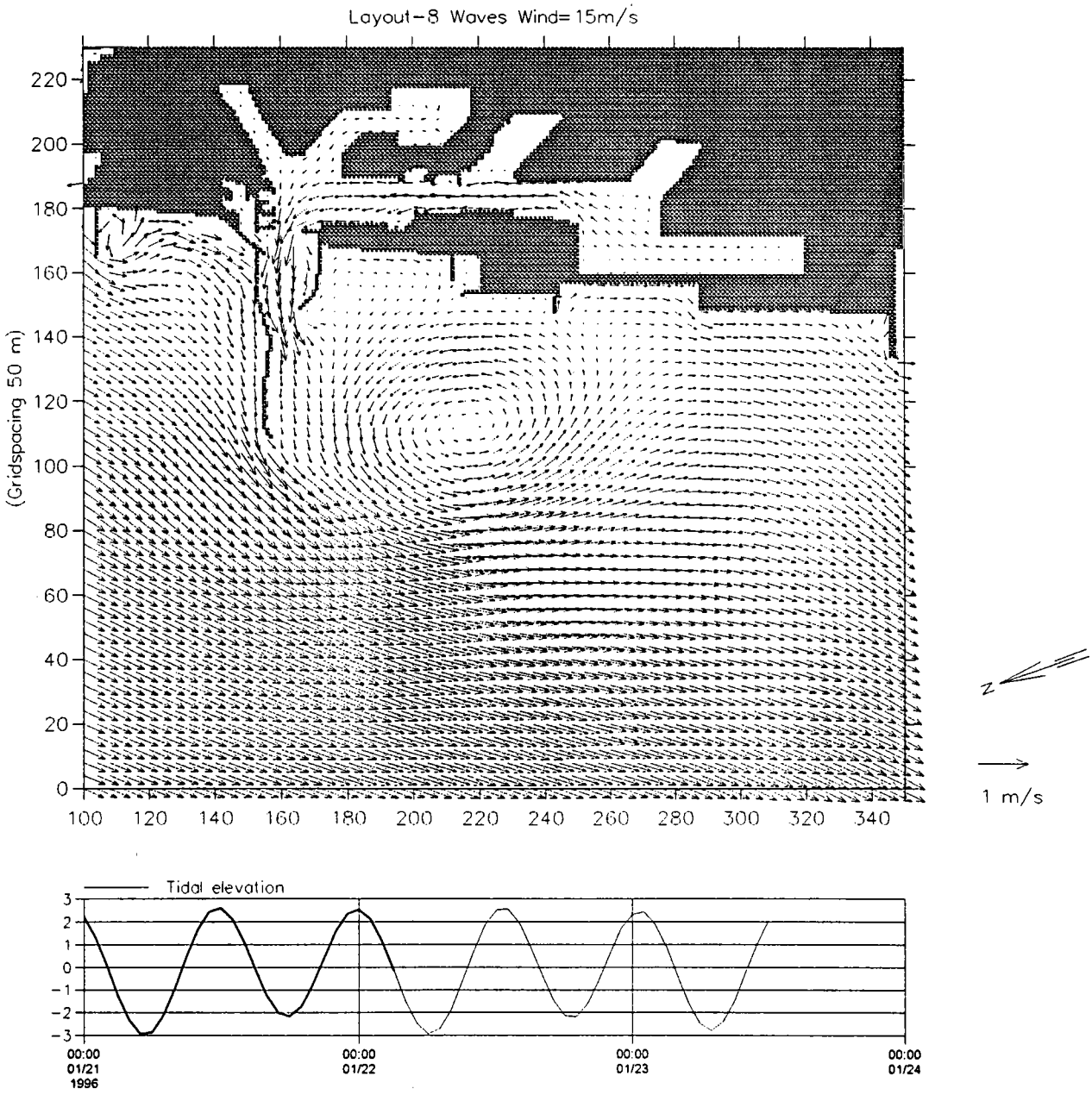

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

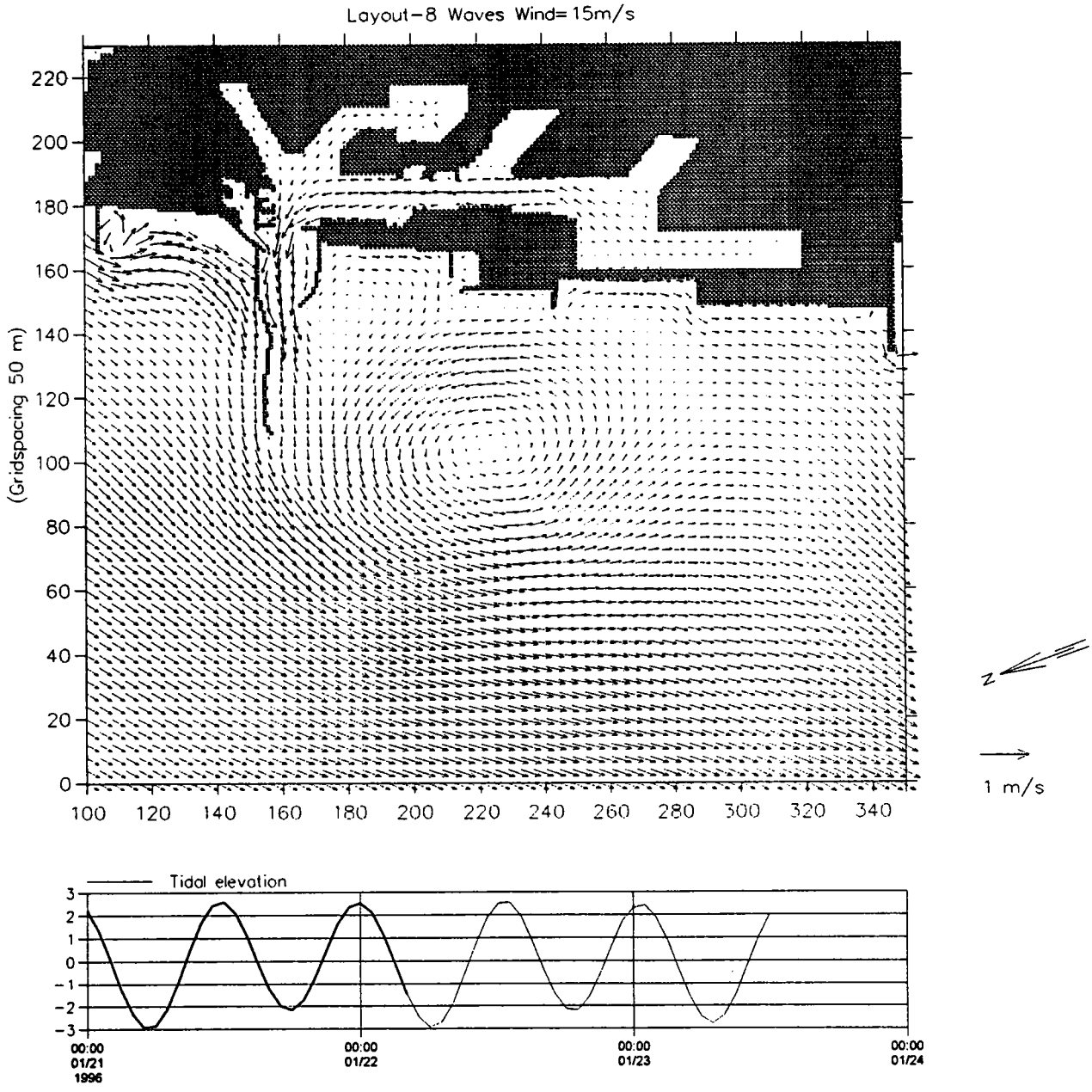

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

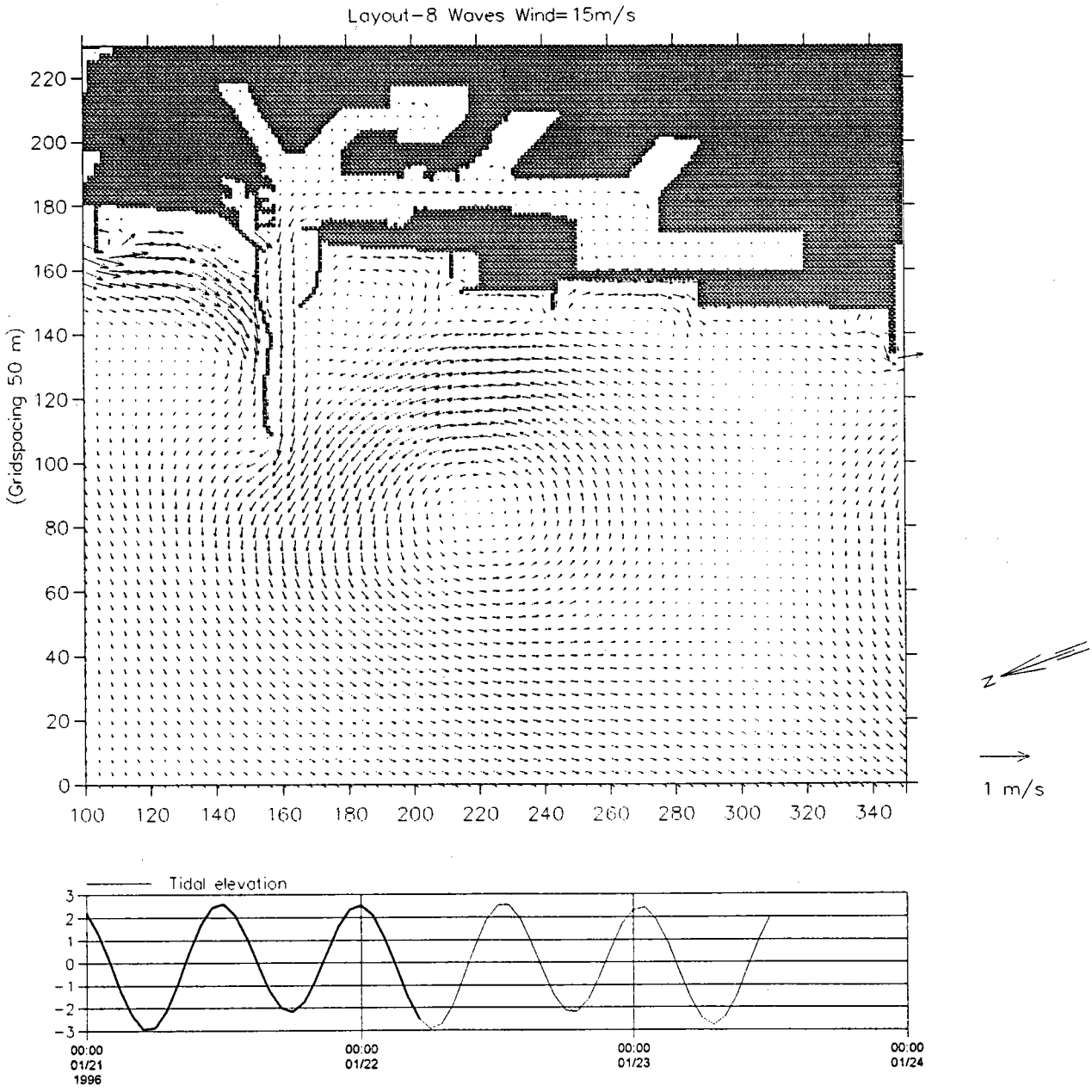

Layout-8 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

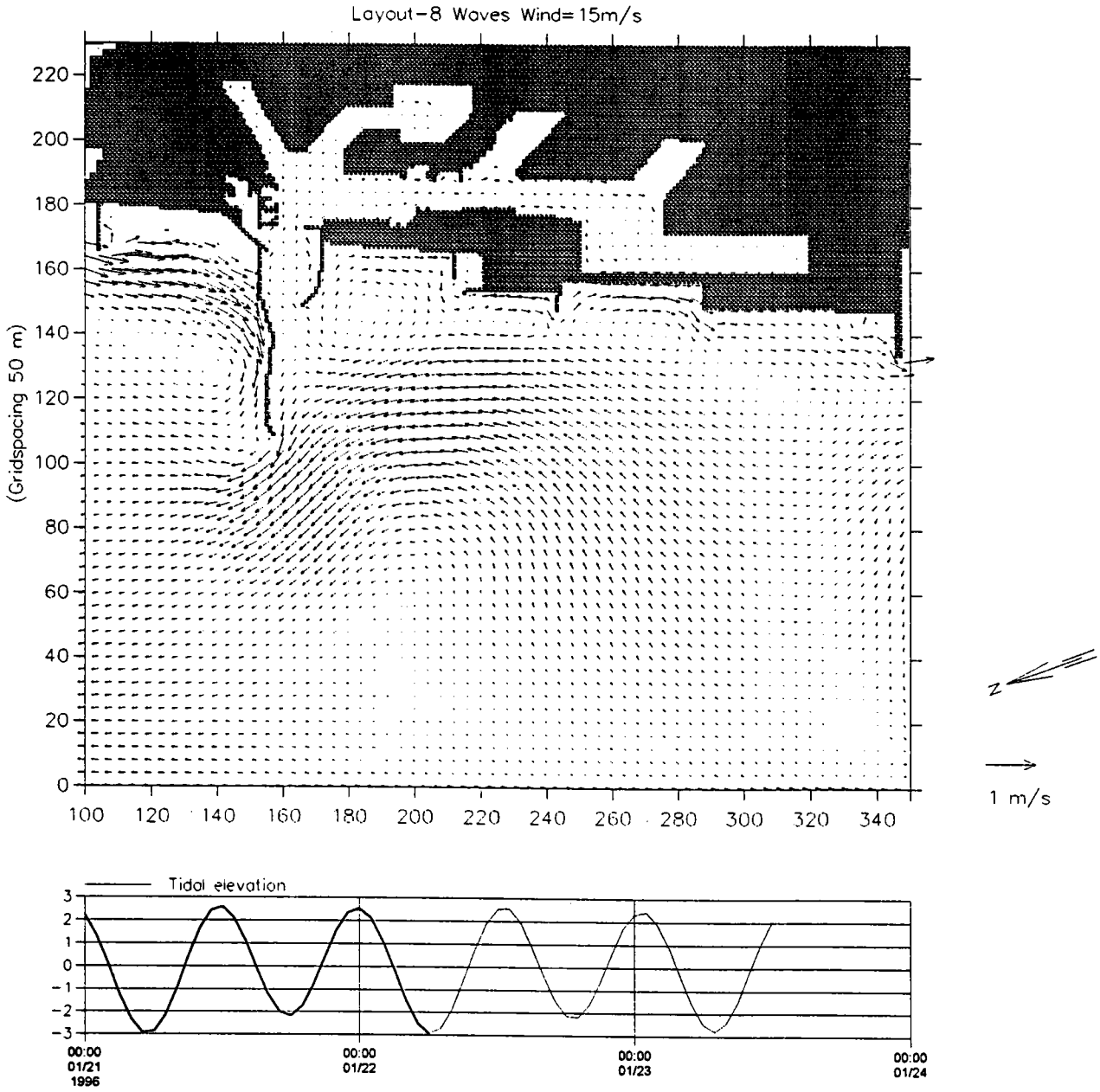

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

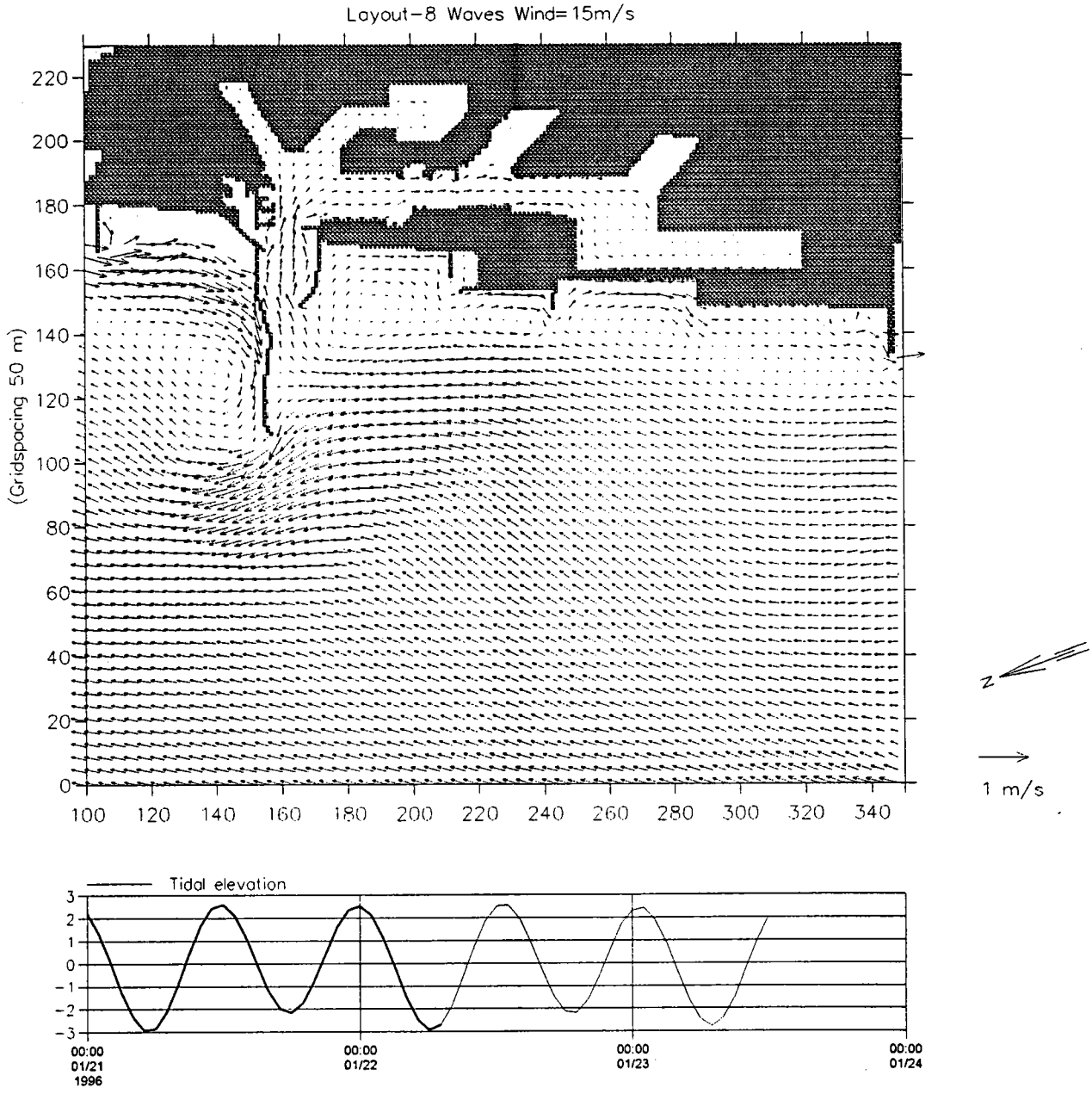

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

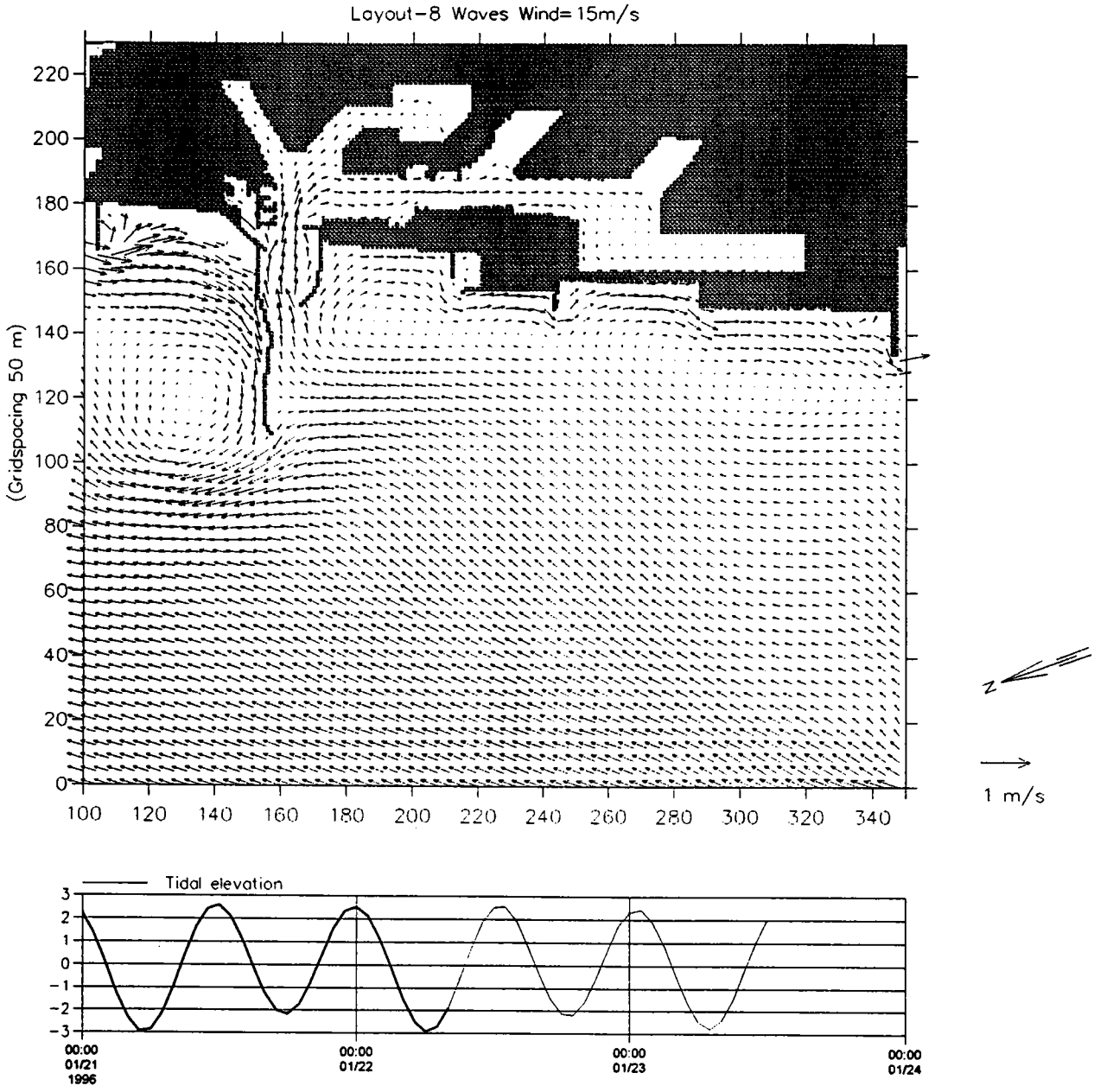

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

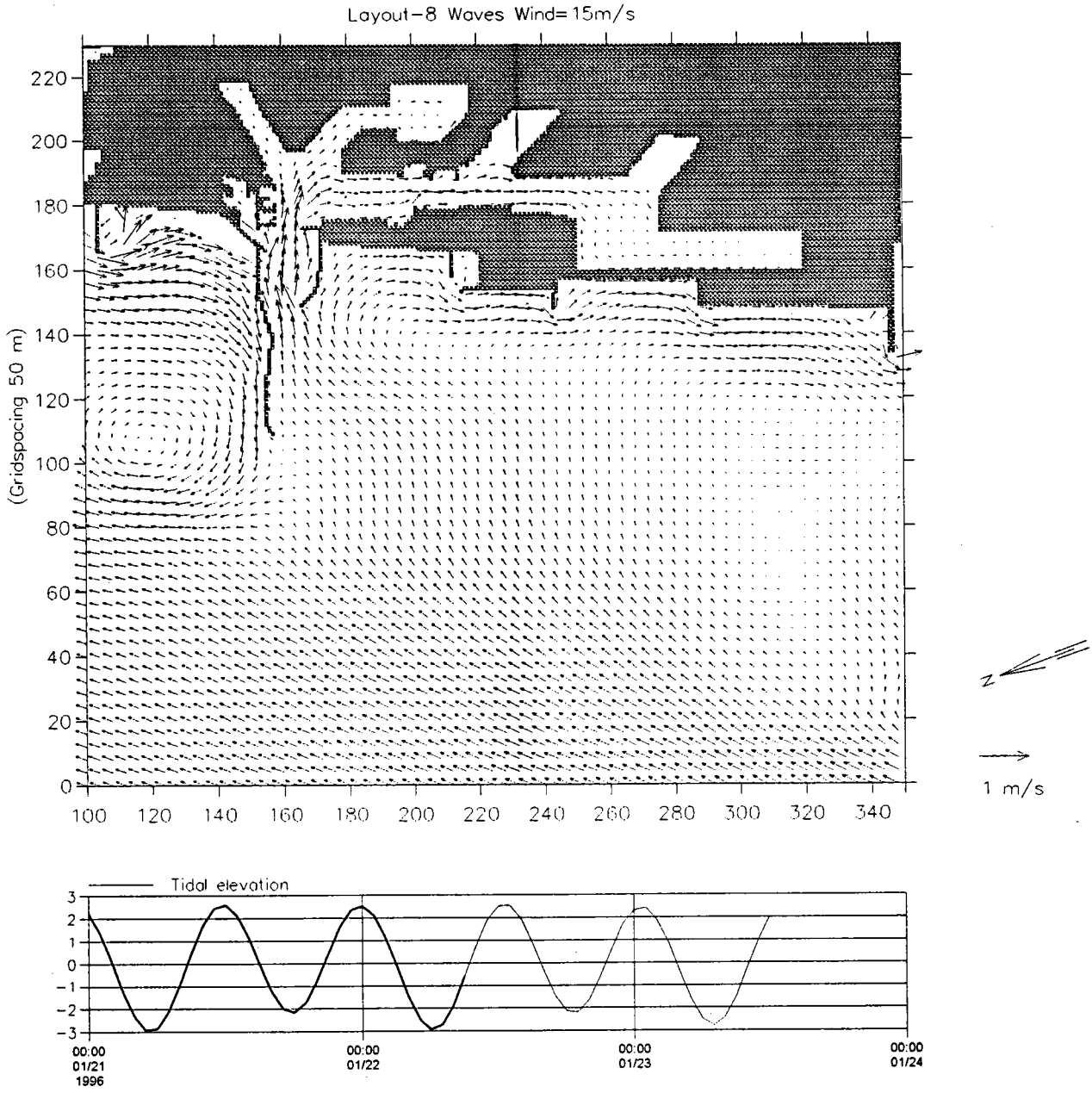

Layout-8 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

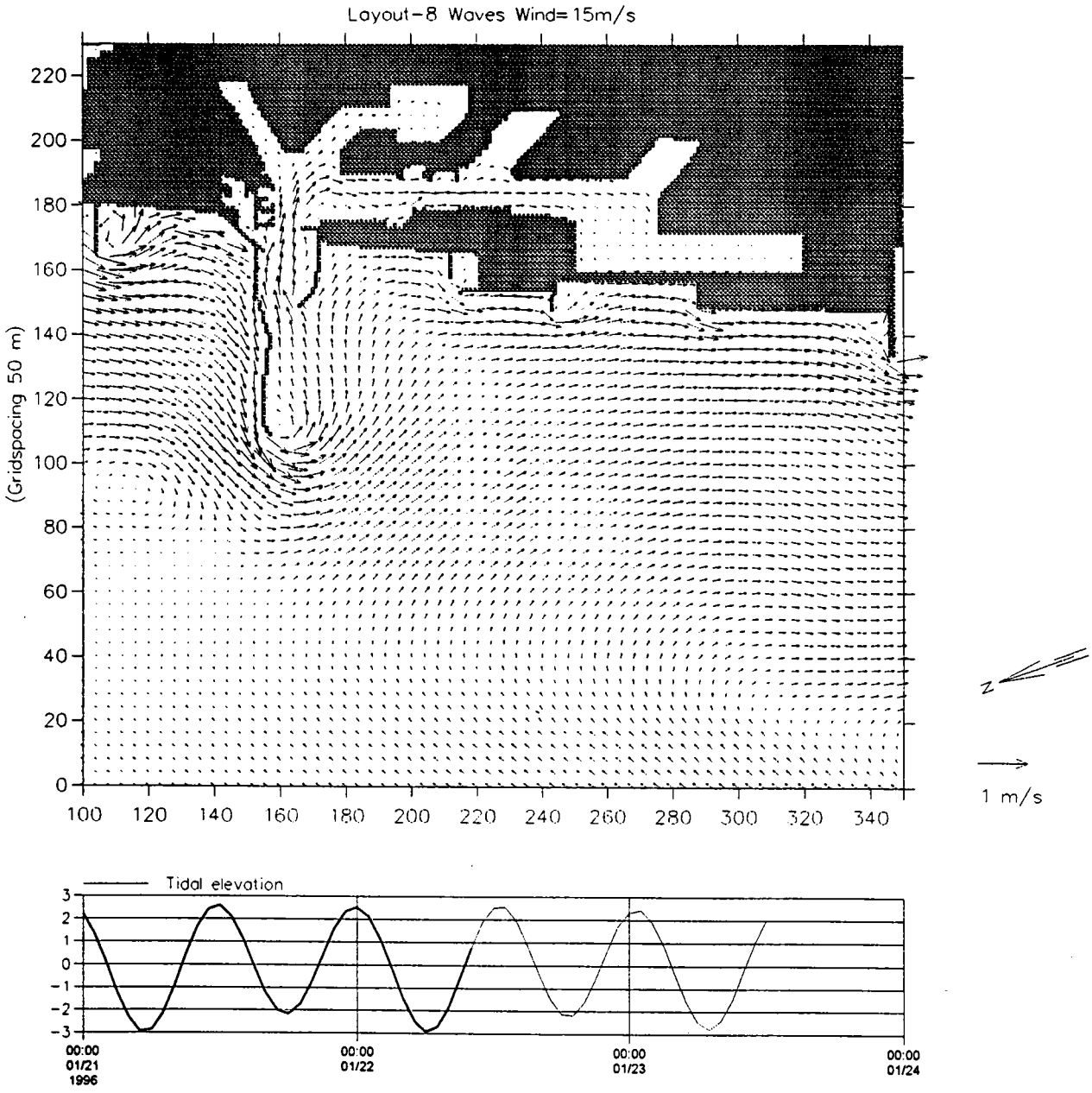

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

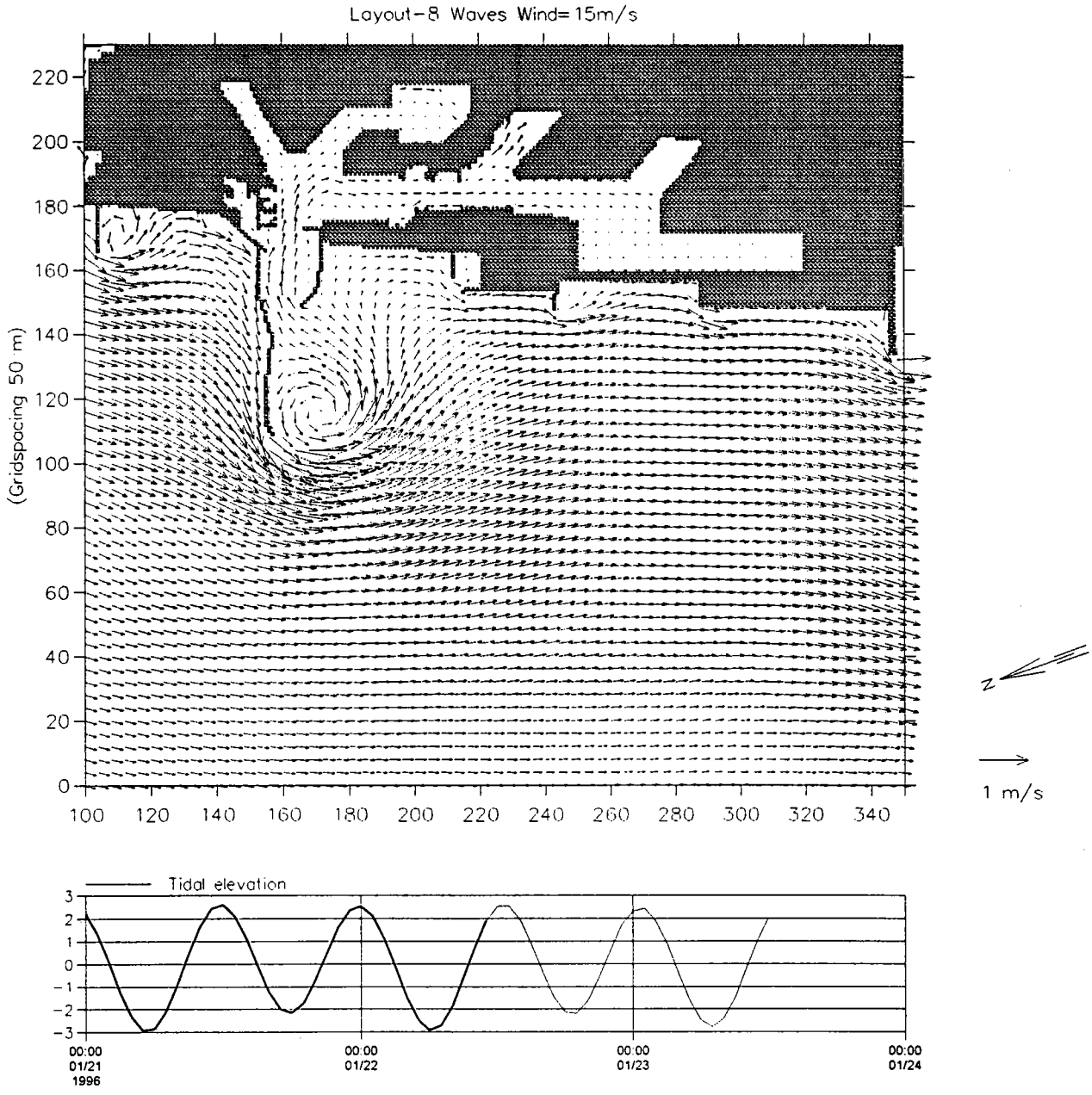

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

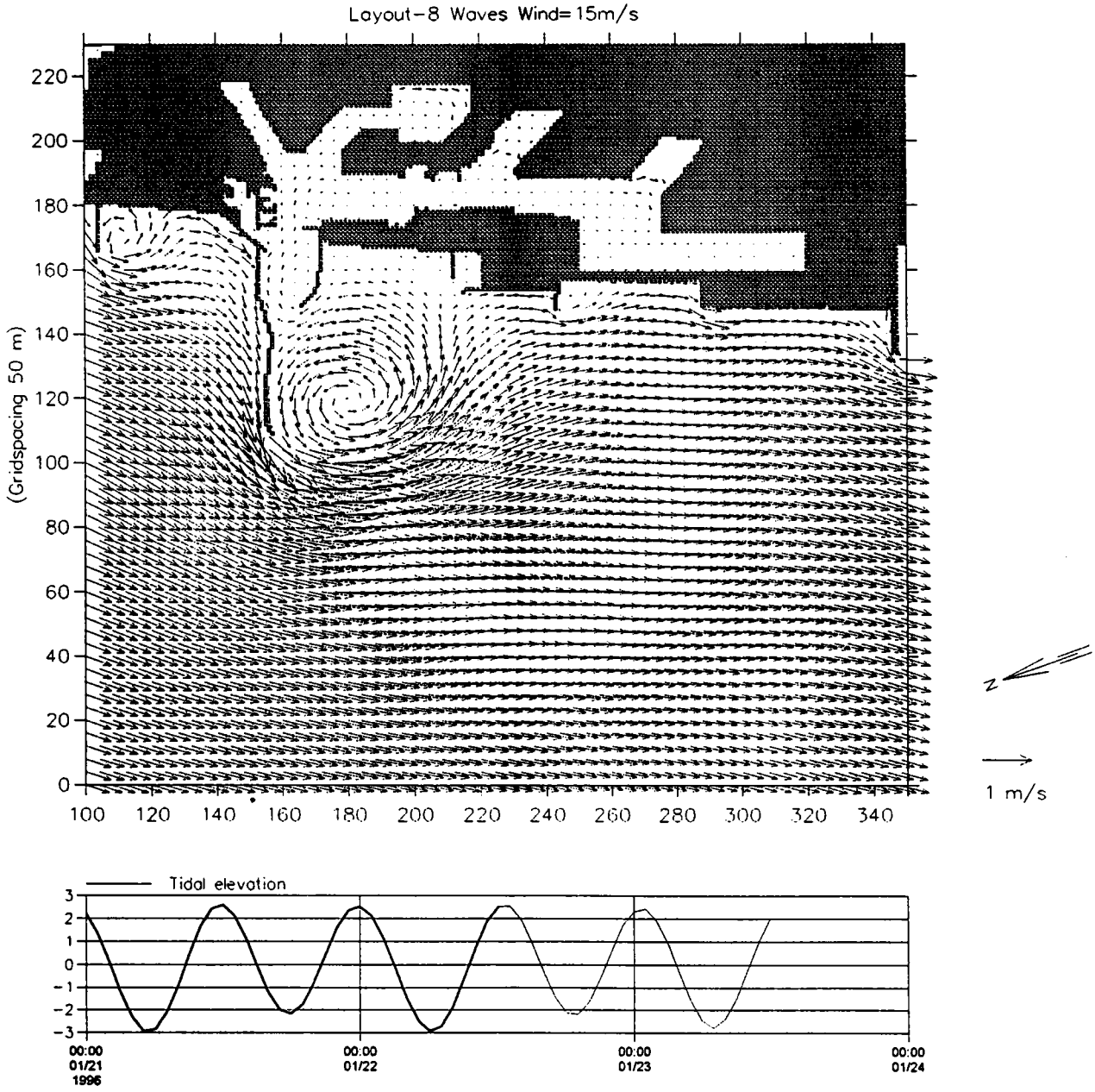

Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-8 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-8 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-8b

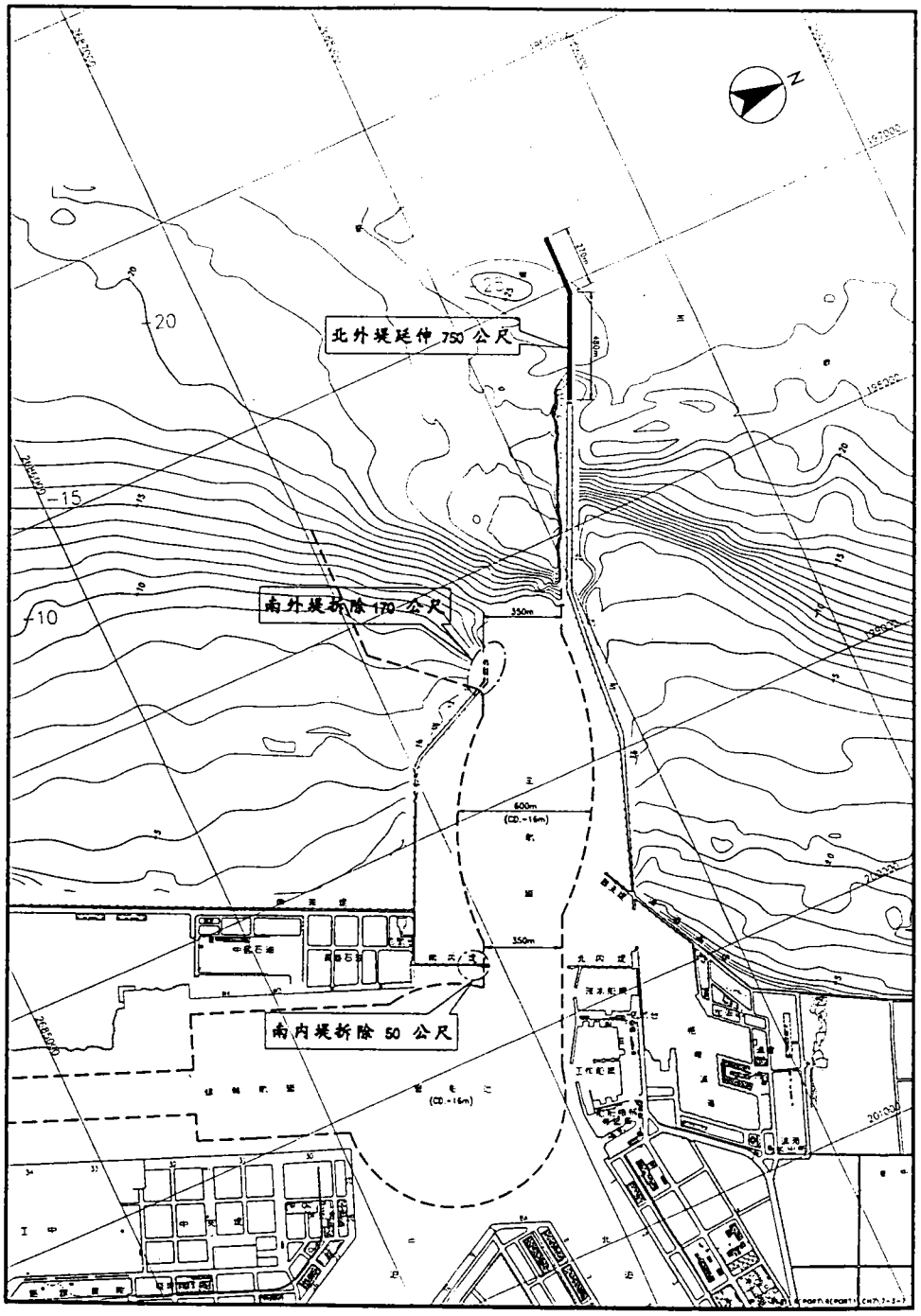
台中港港口二期擴建規劃---替選方案八

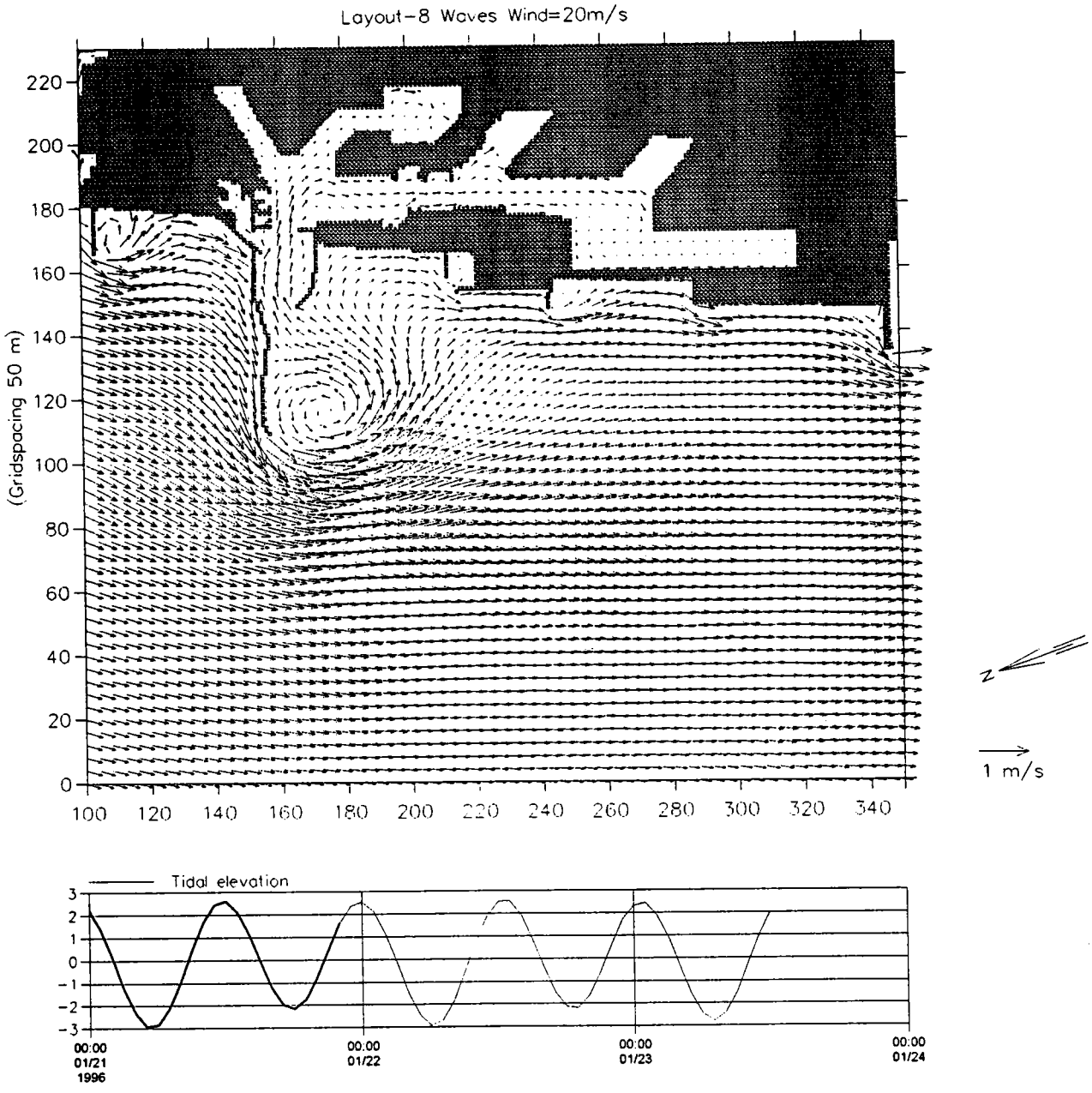
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

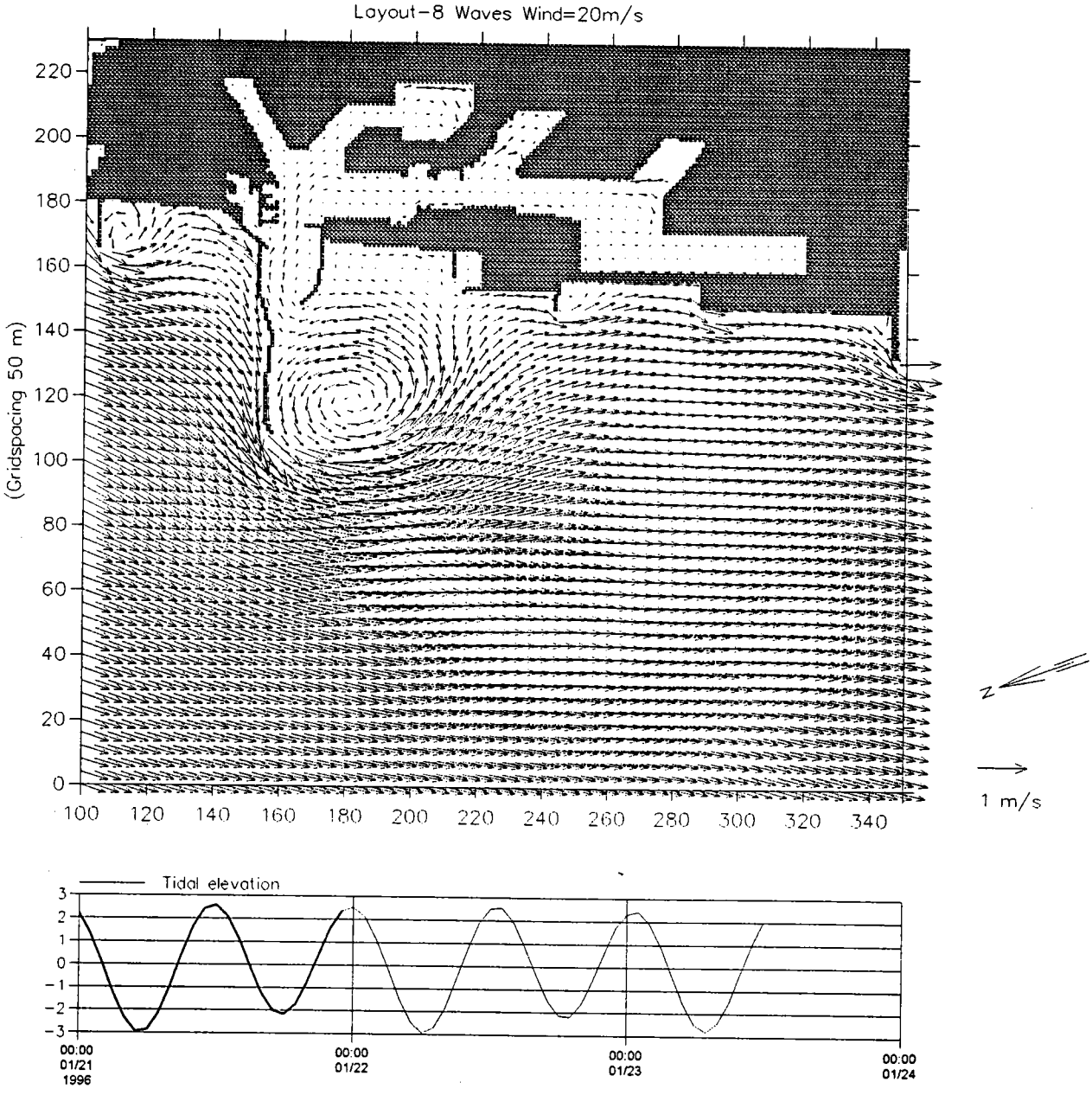
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

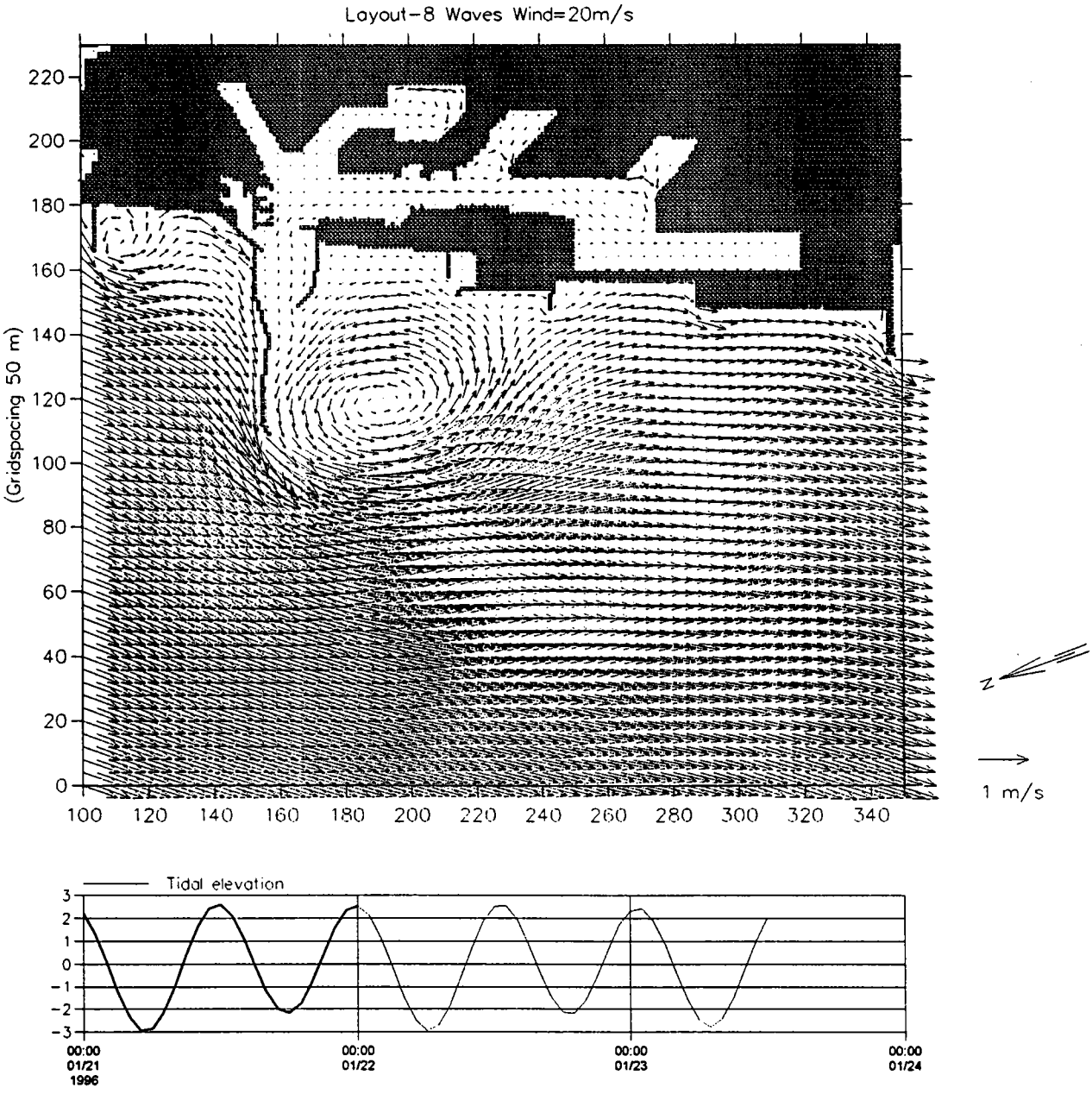
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

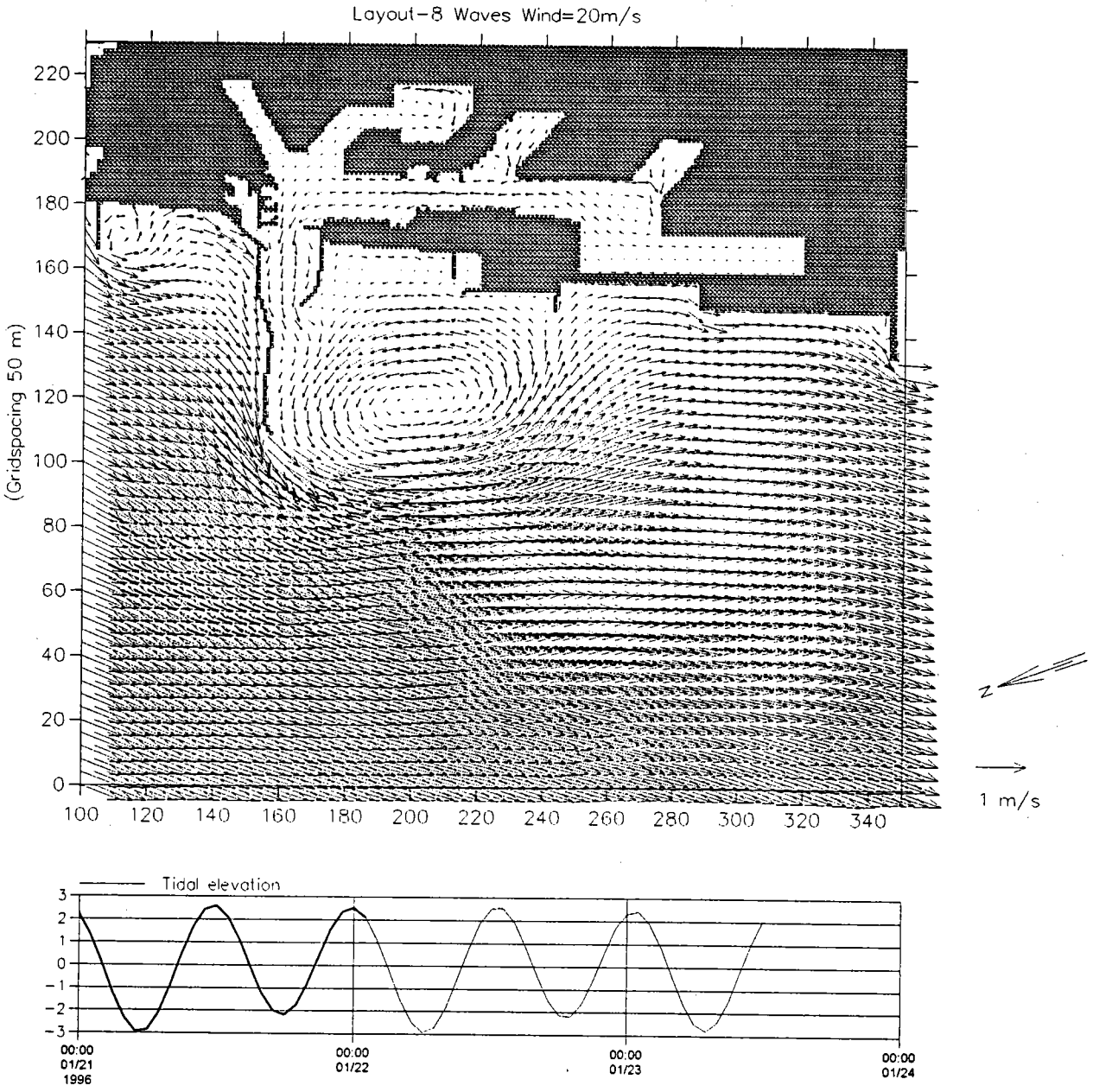
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

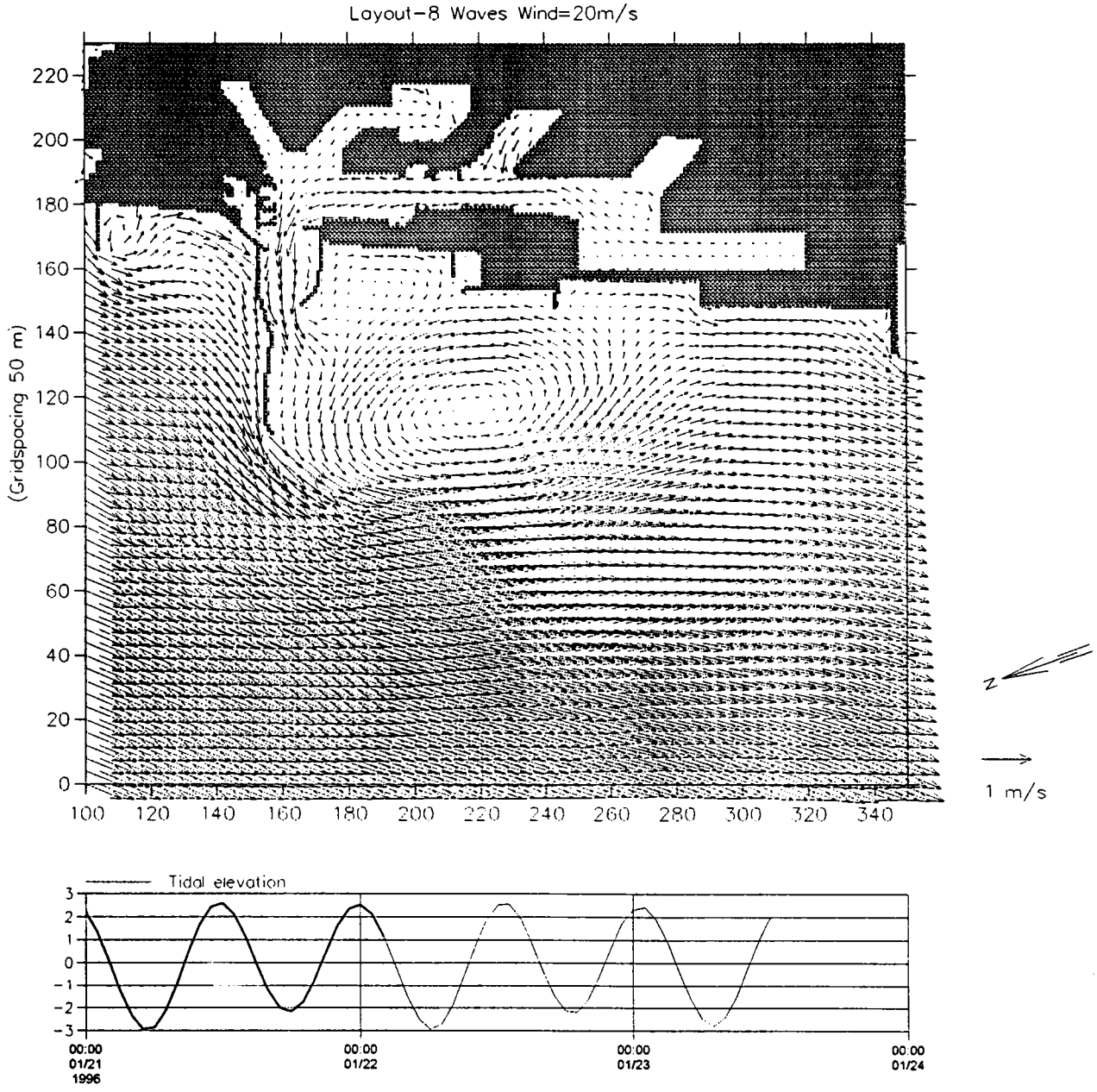



Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

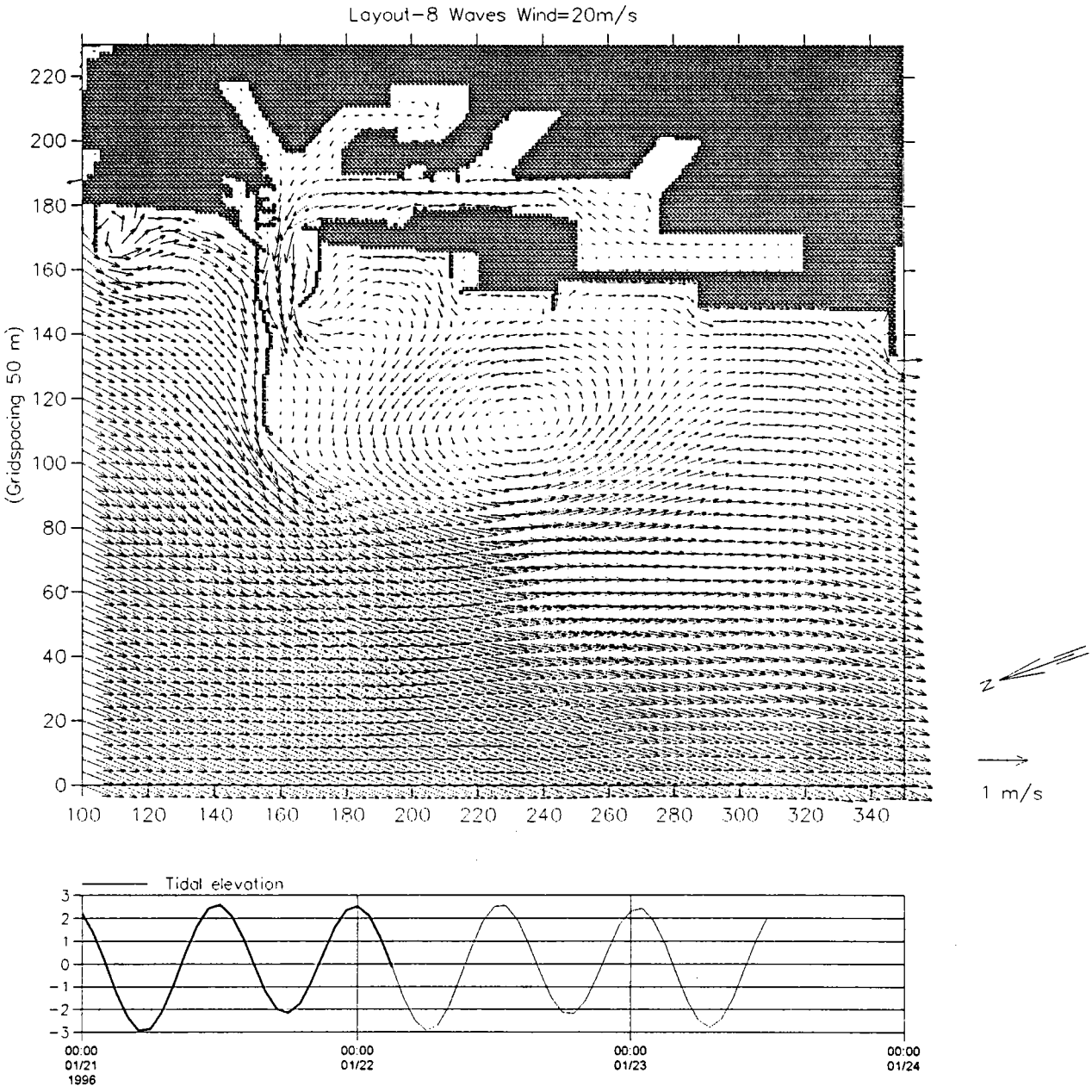

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

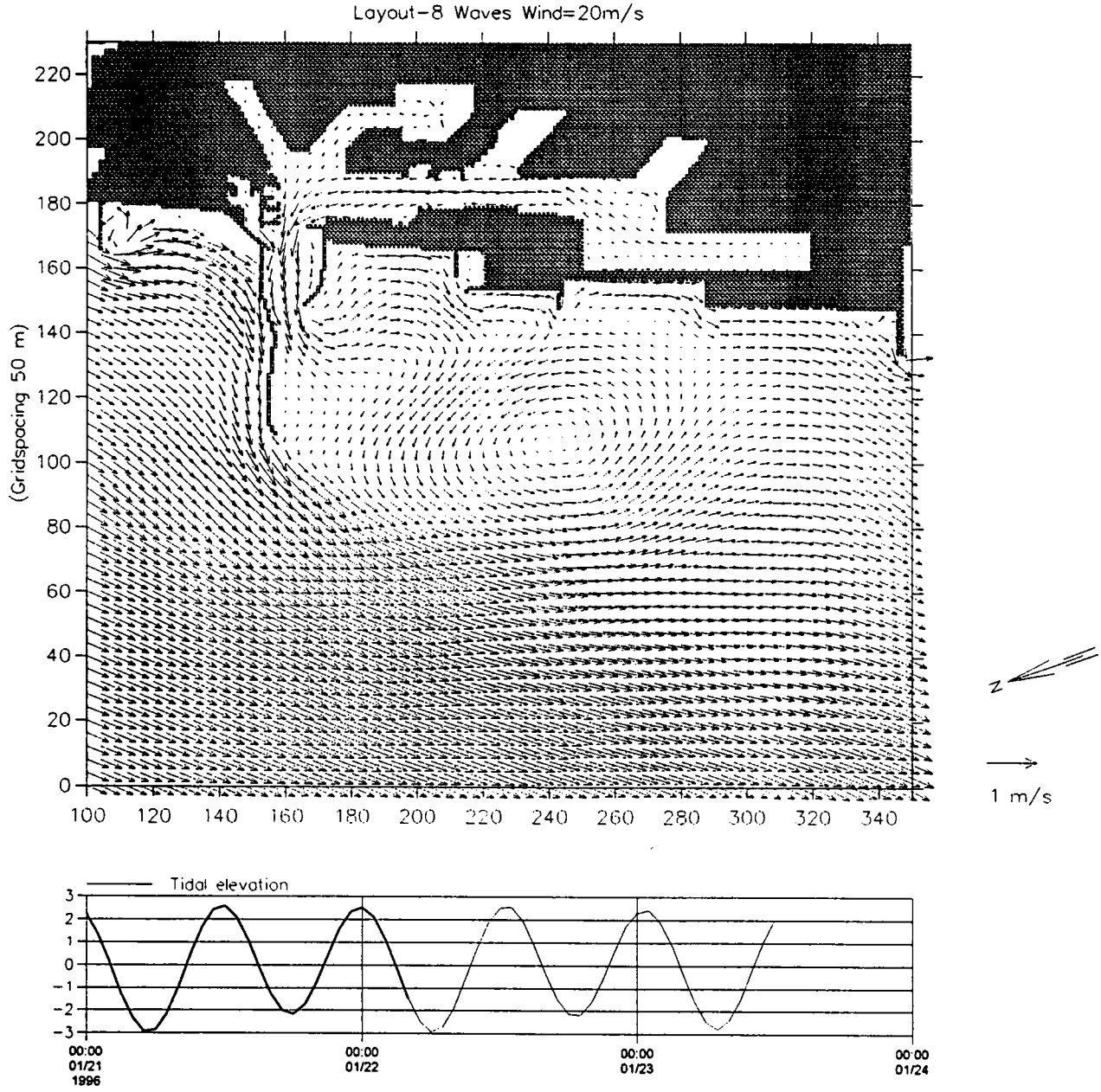

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

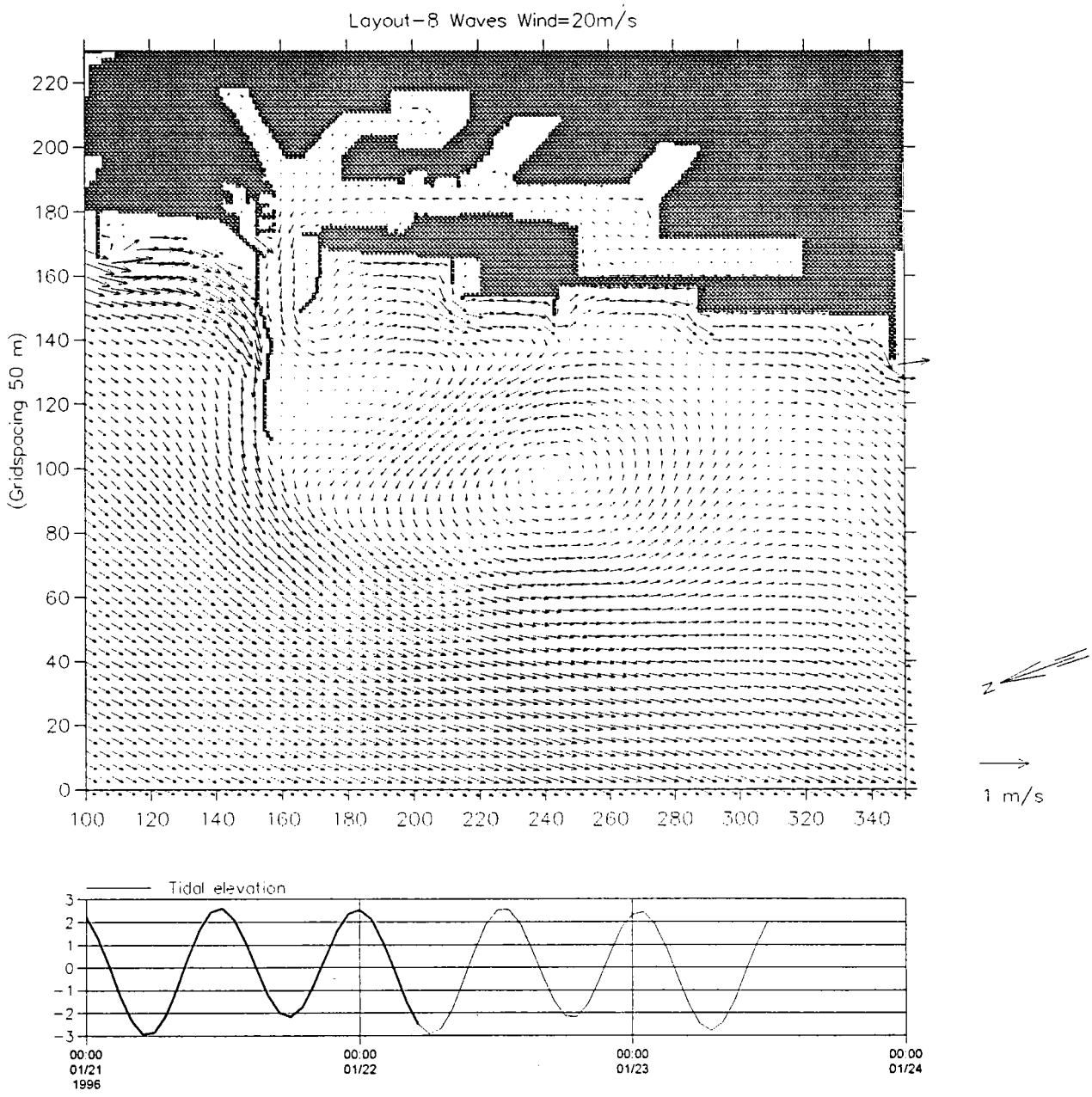

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

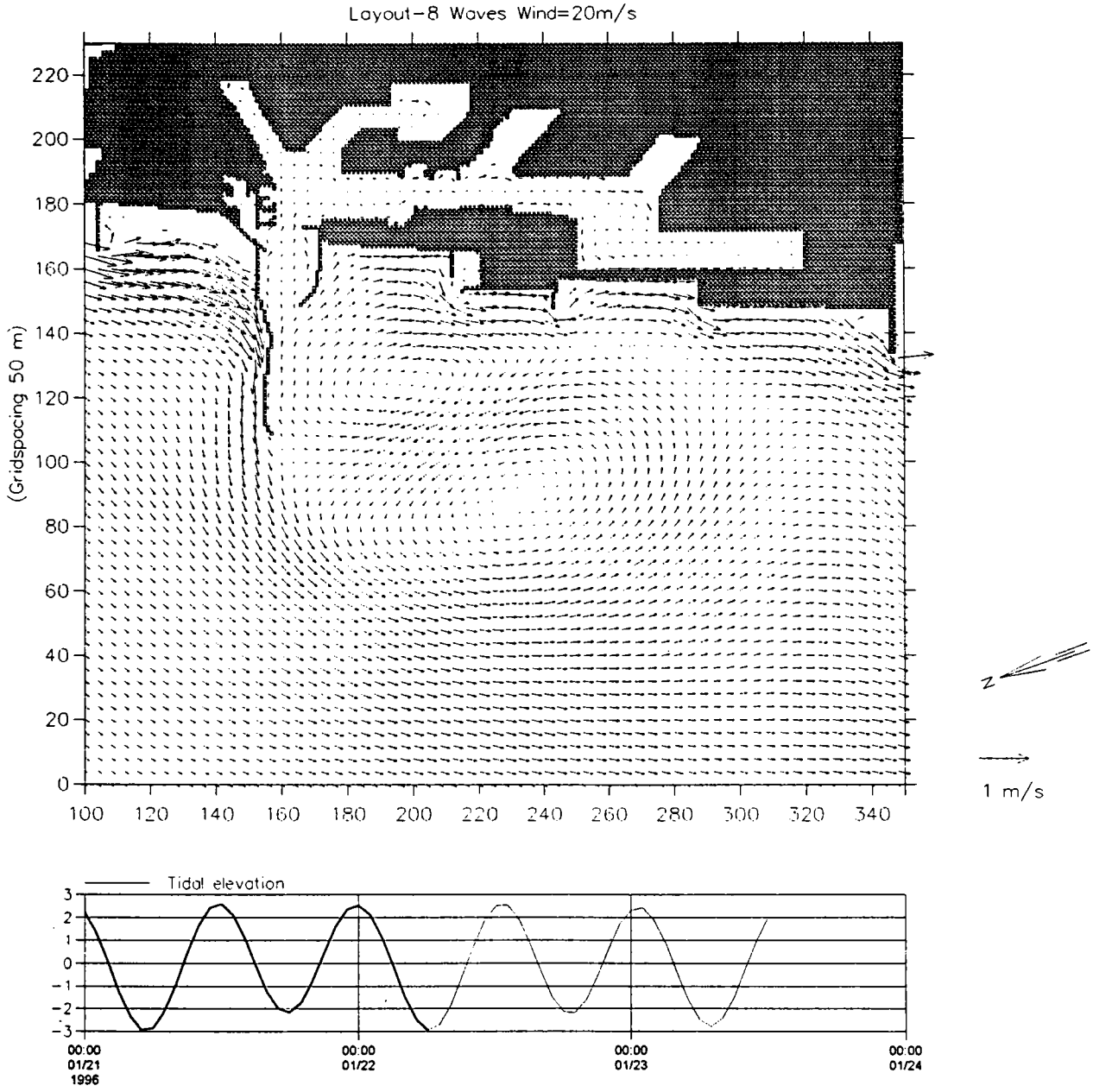

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

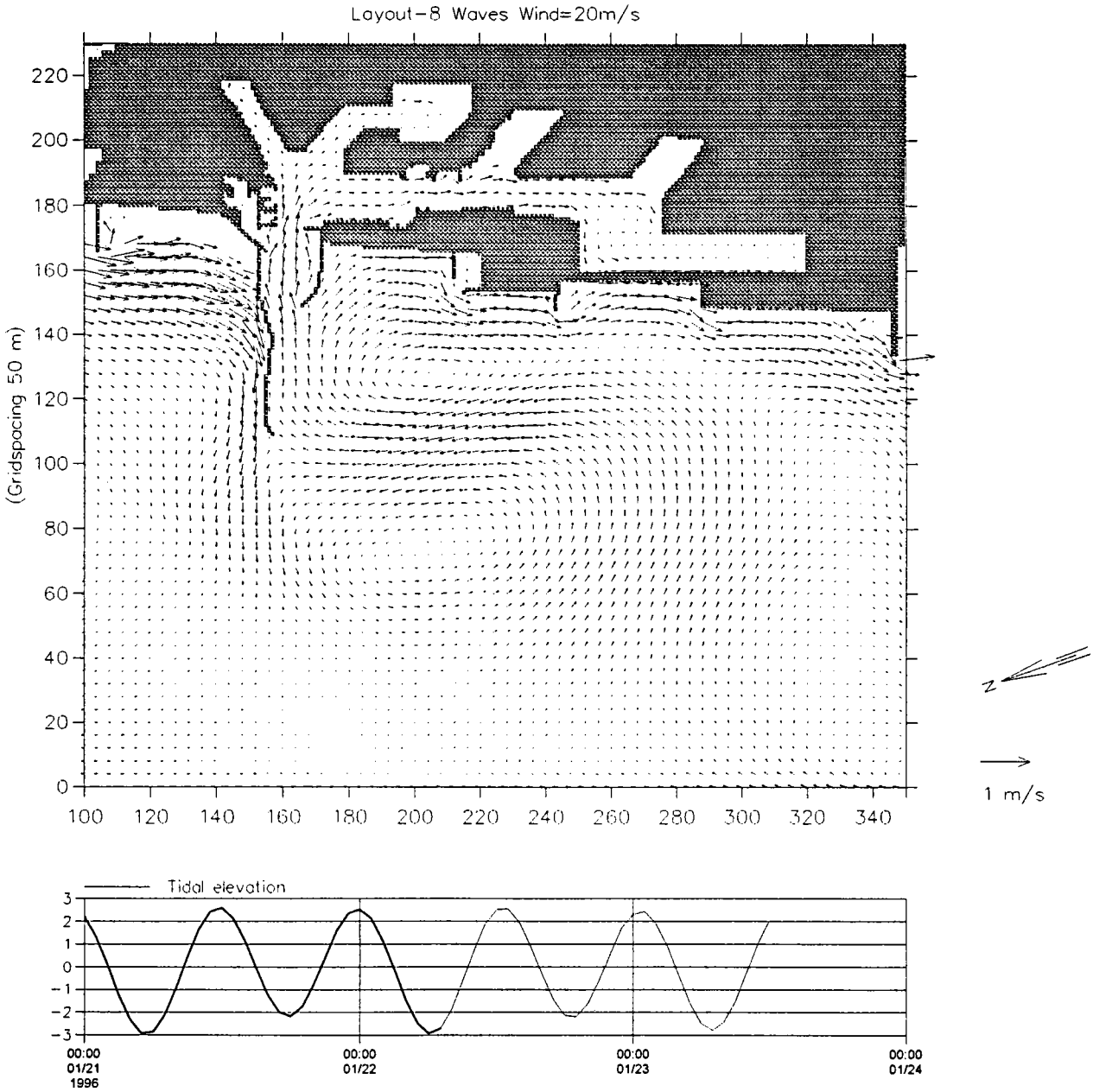
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

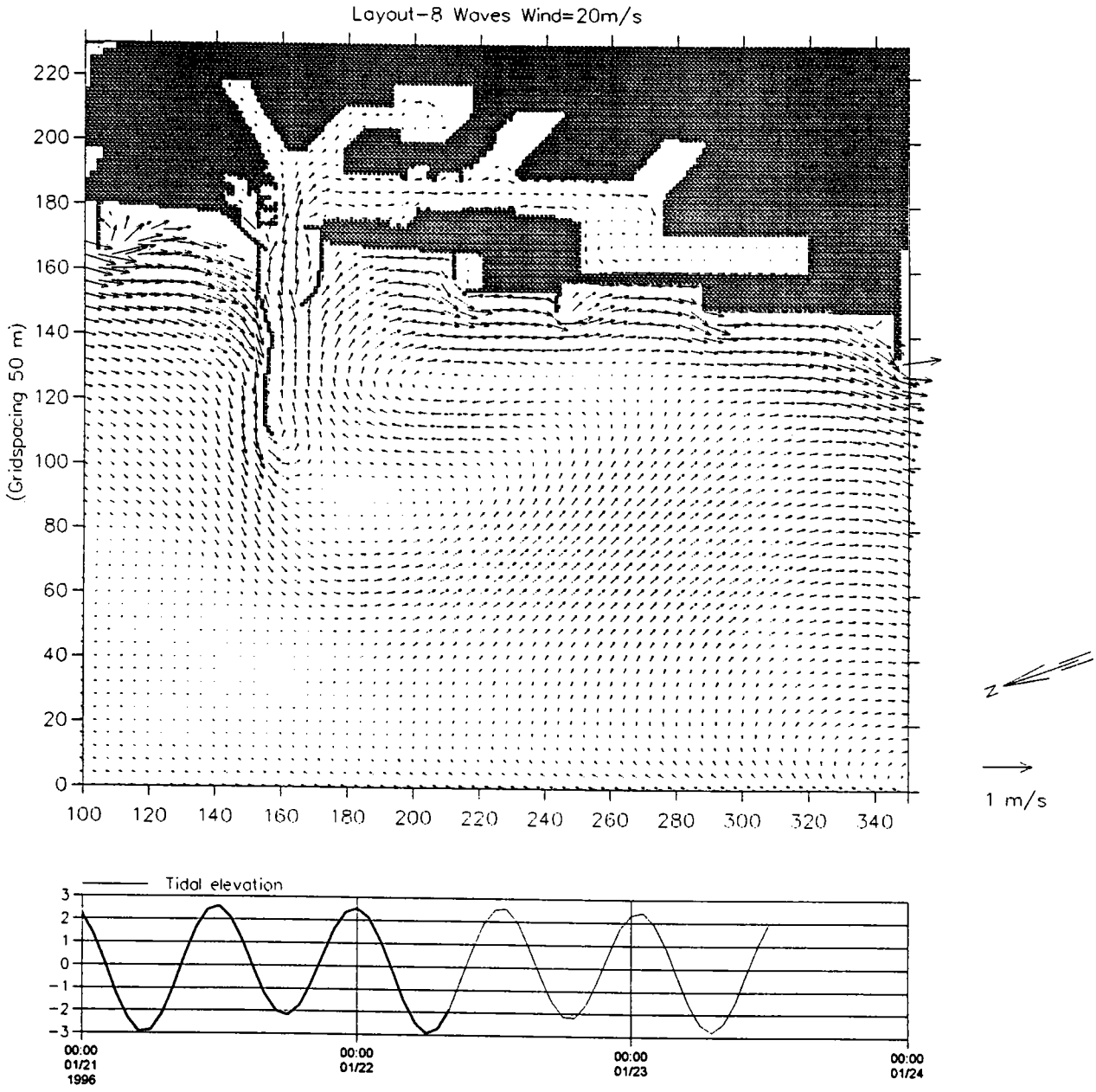

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

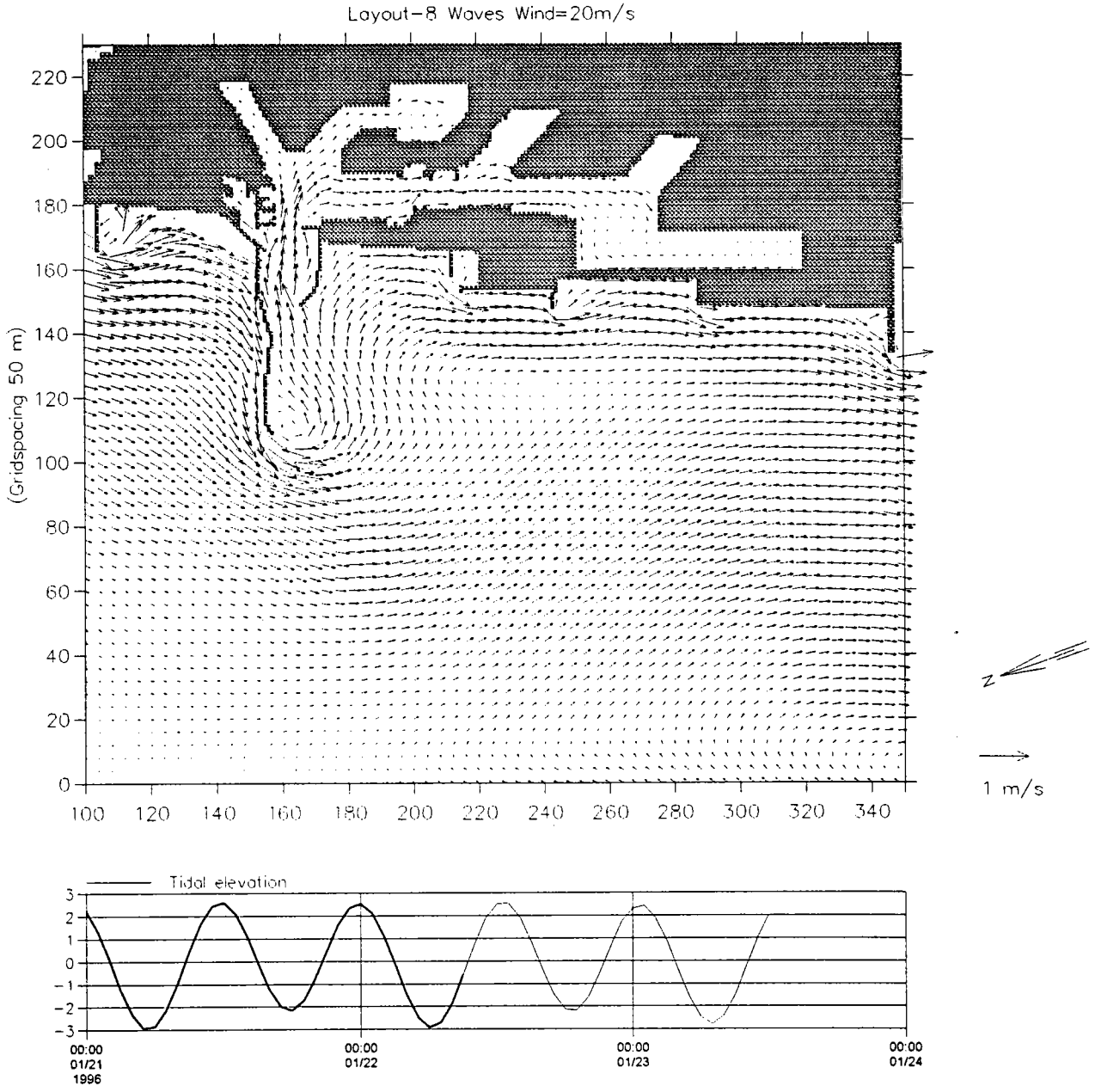

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

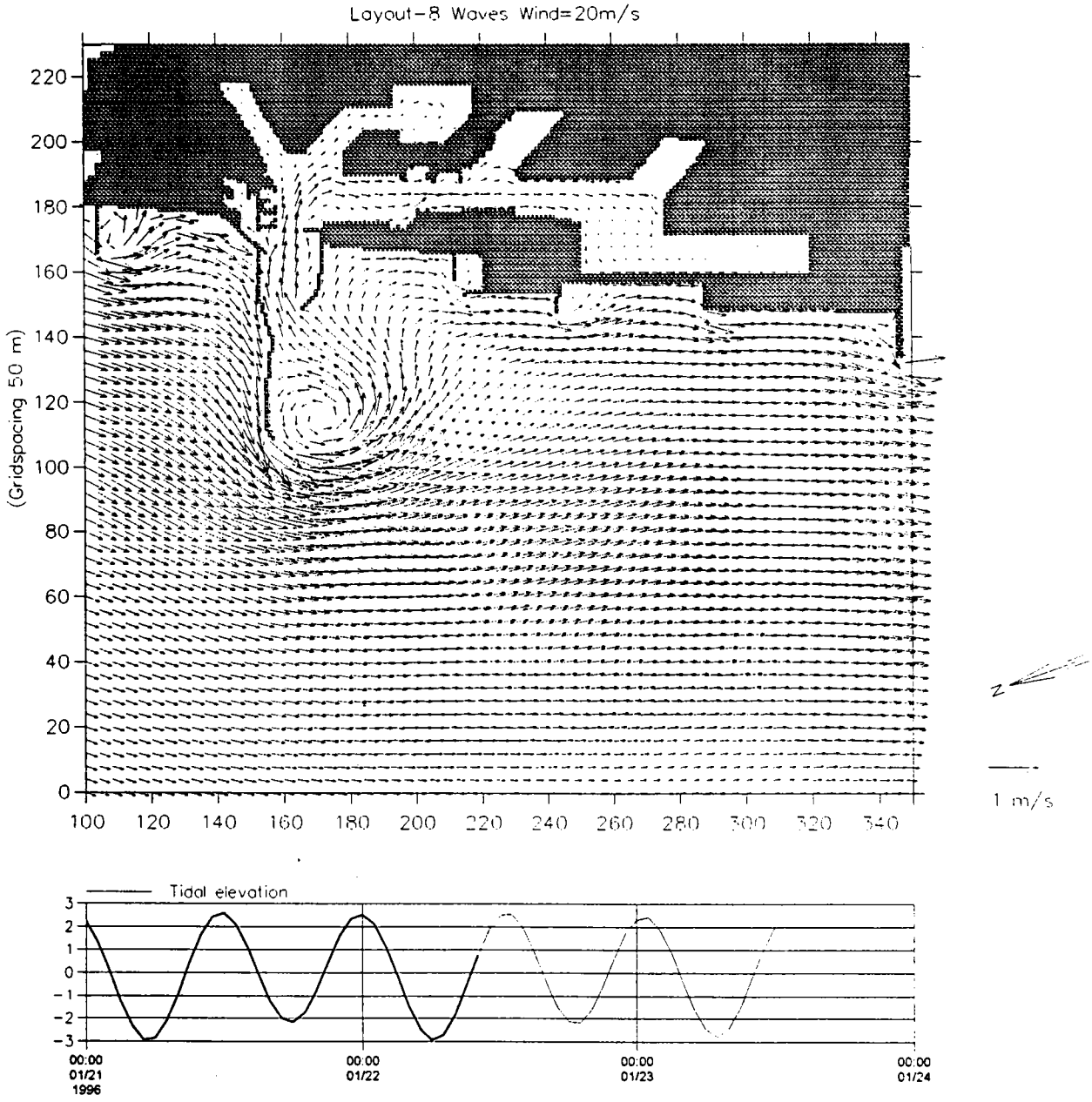

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

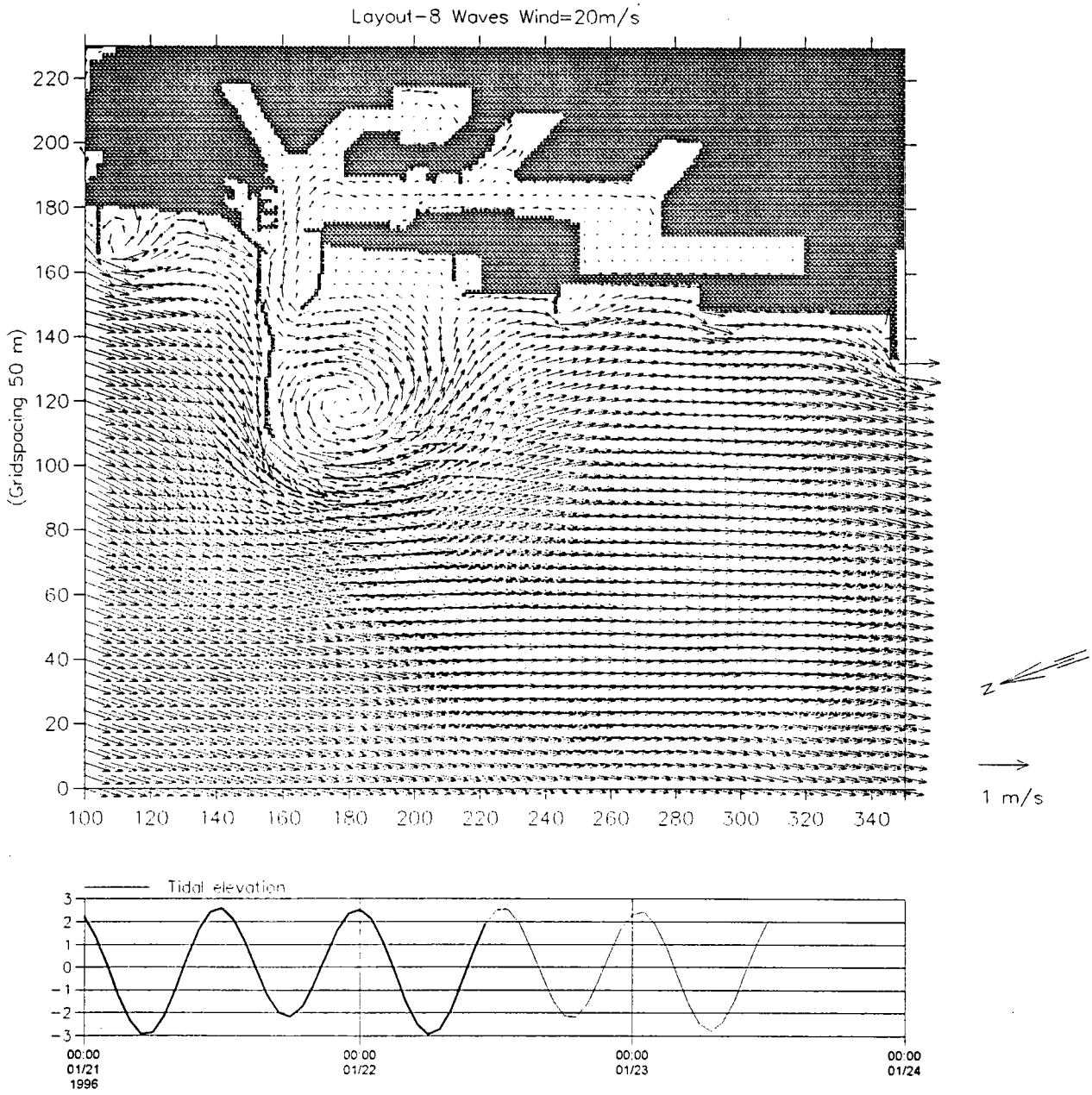
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

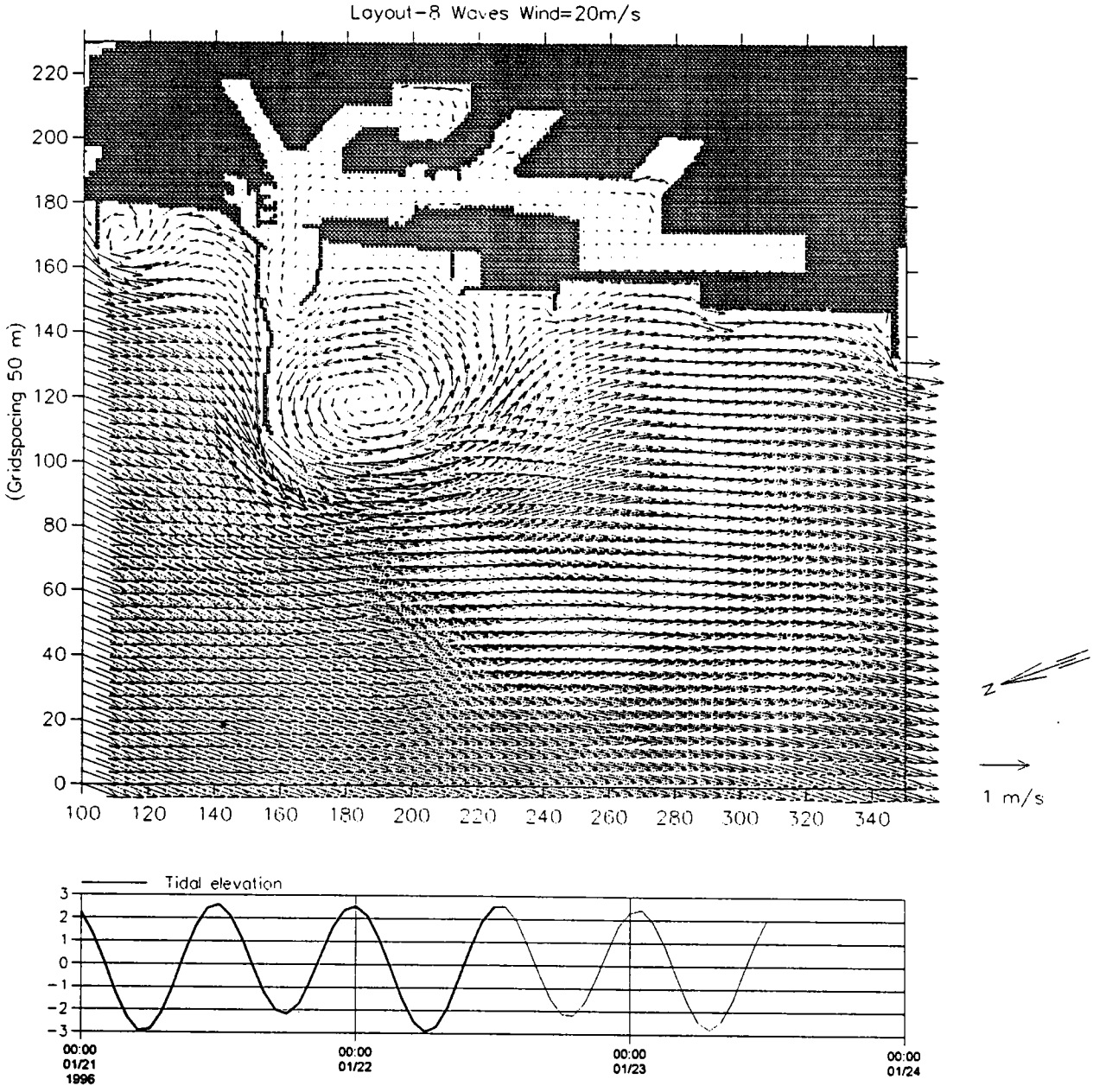

Layout-8 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-9a

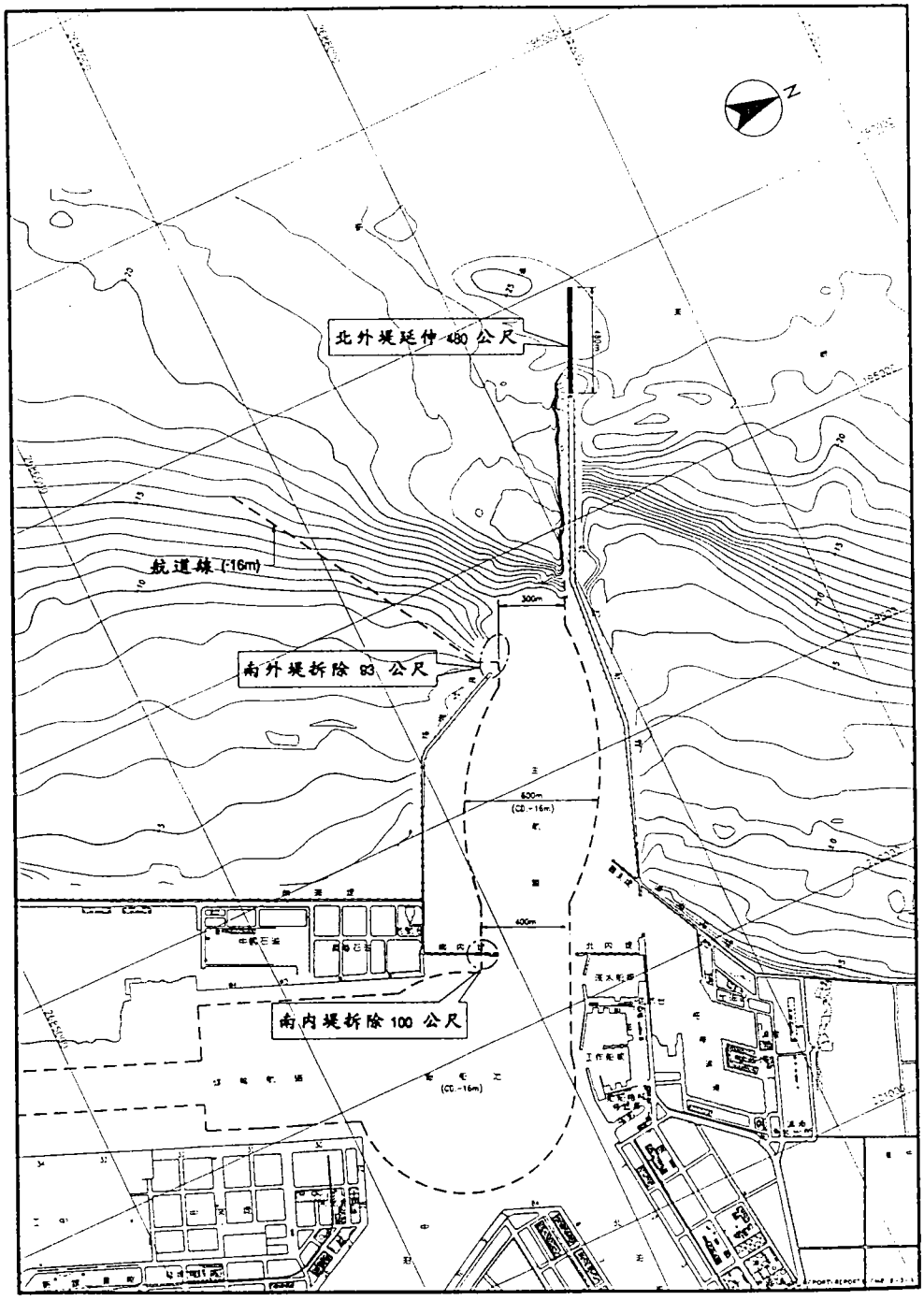
台中港港口二期擴建規劃---替選方案九

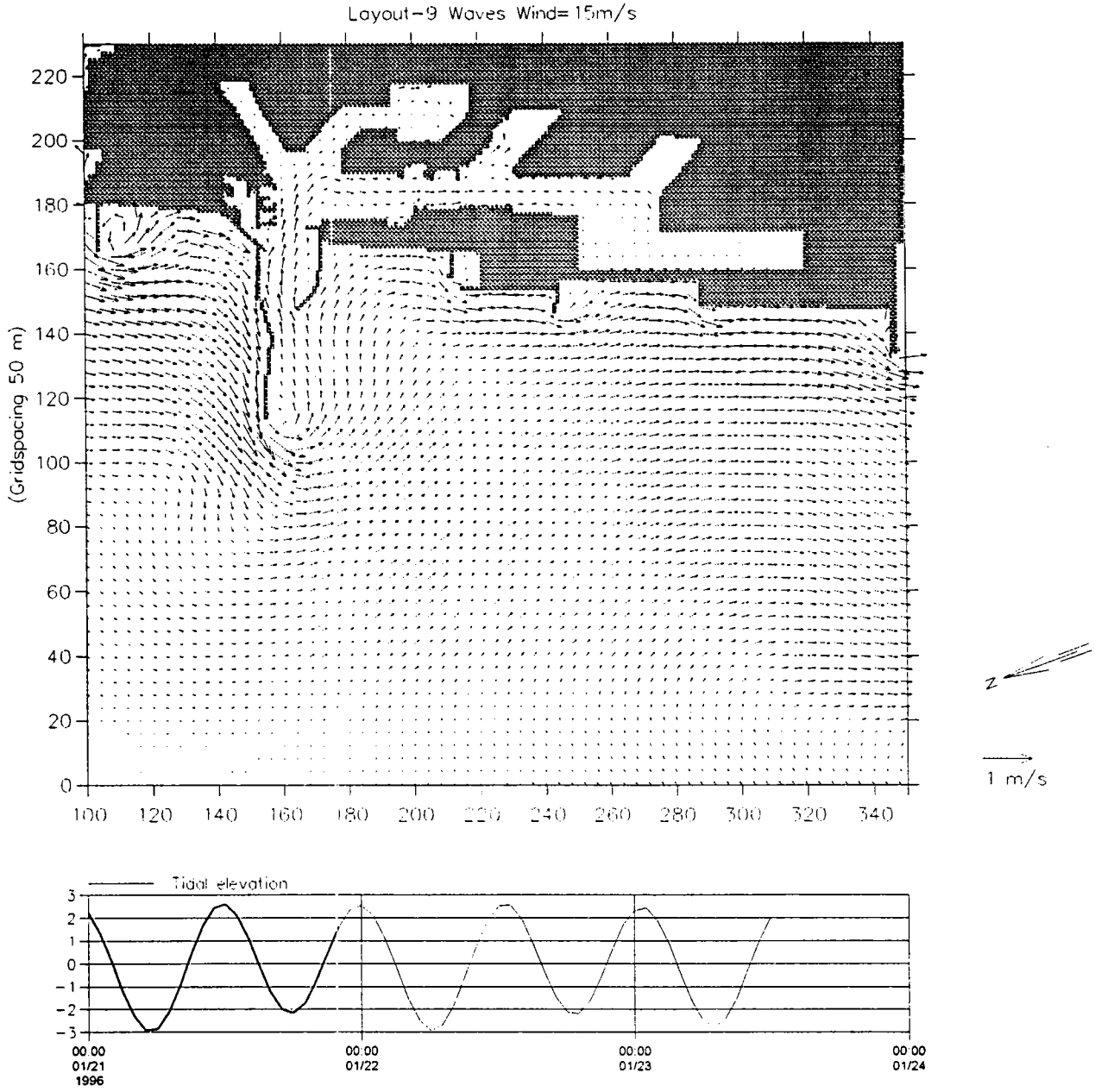
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

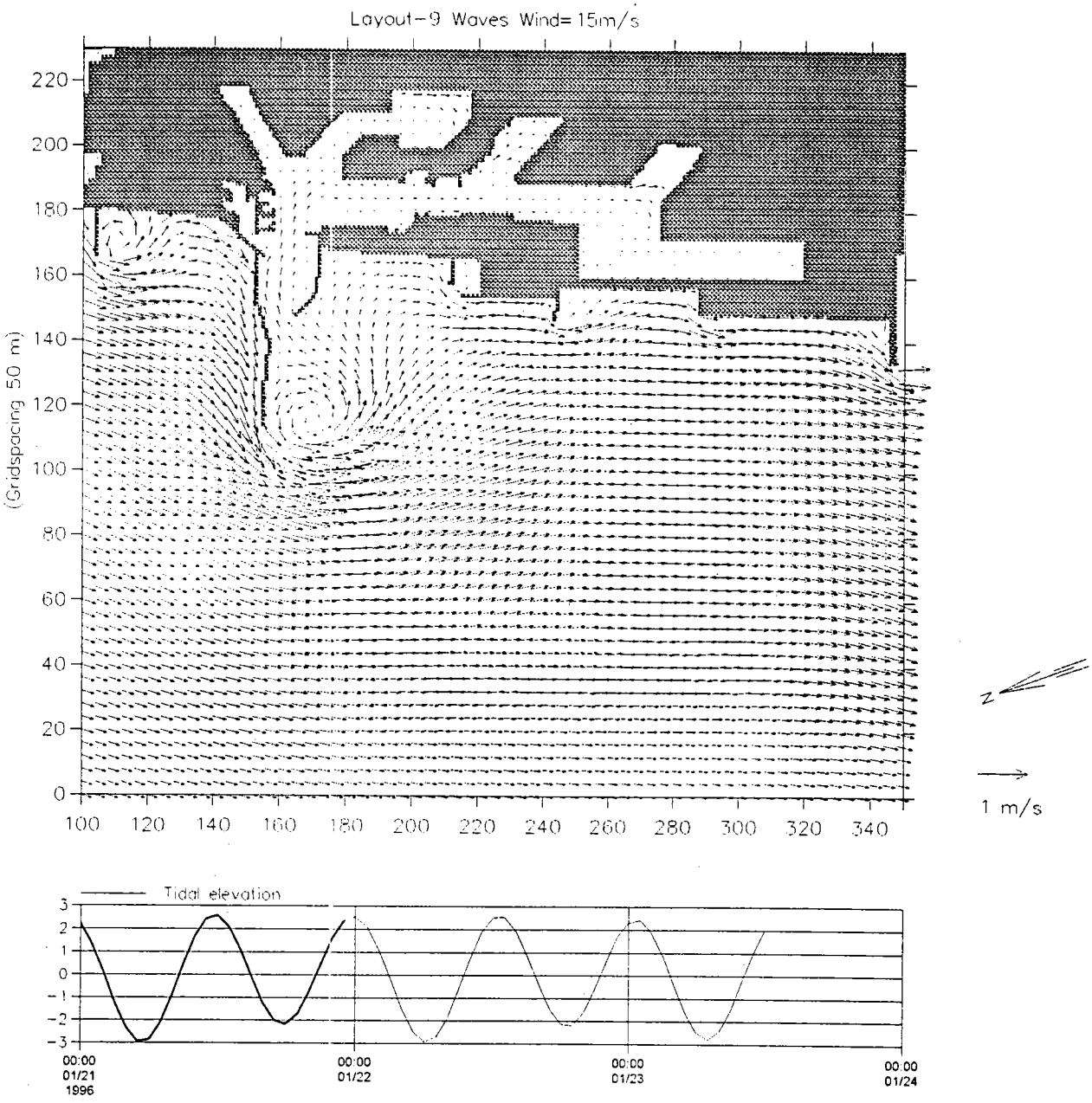
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

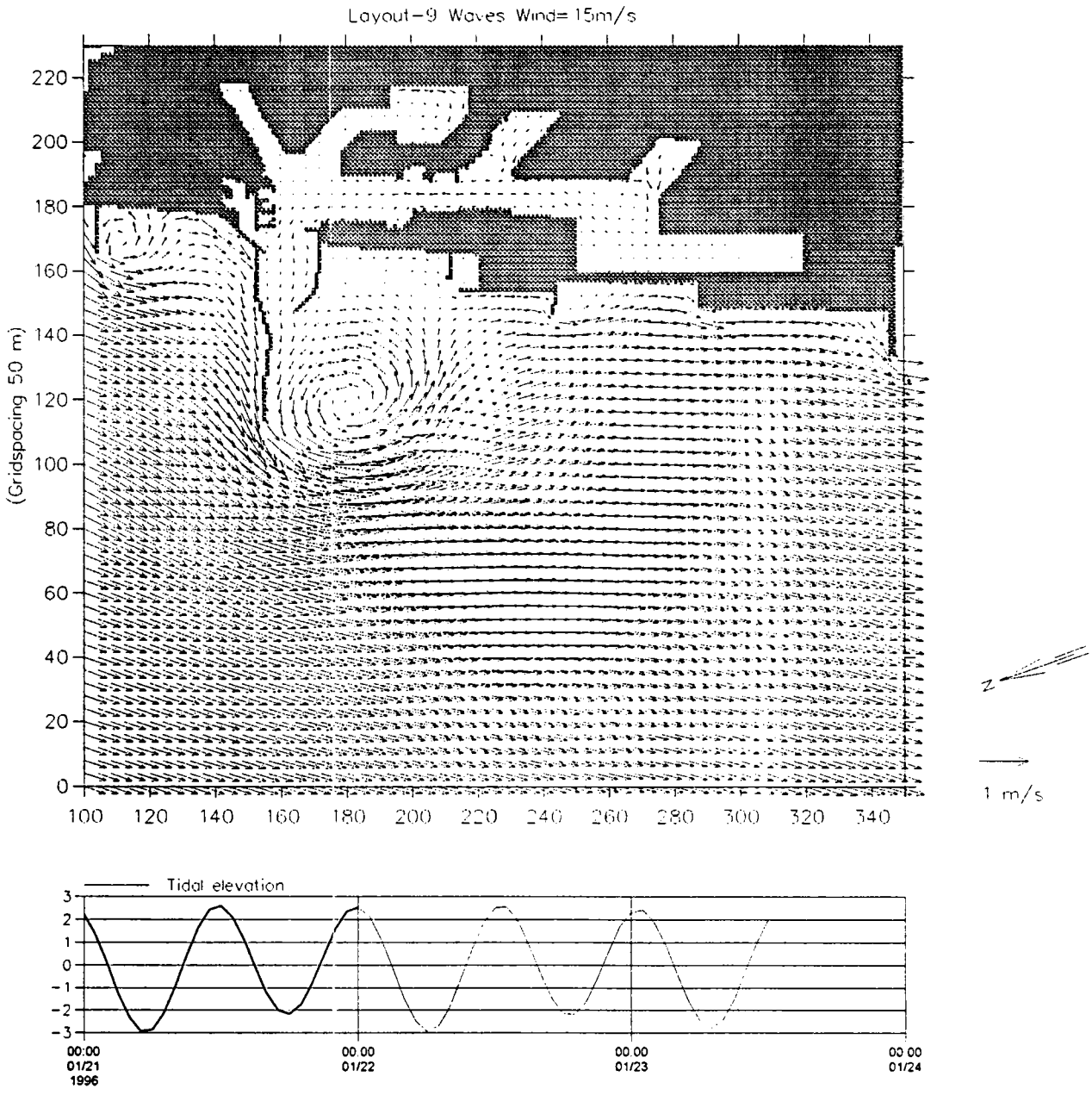
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

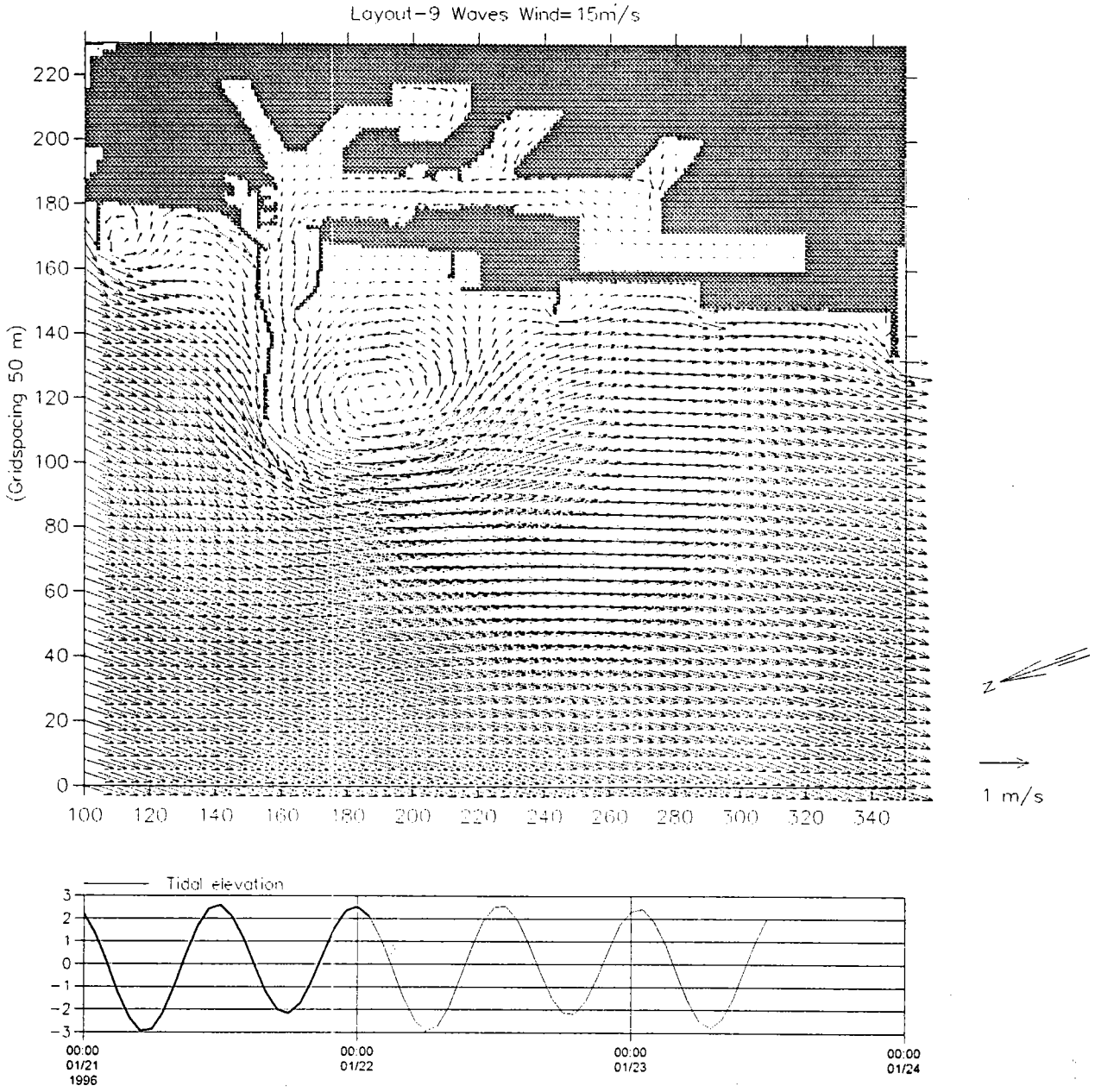
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

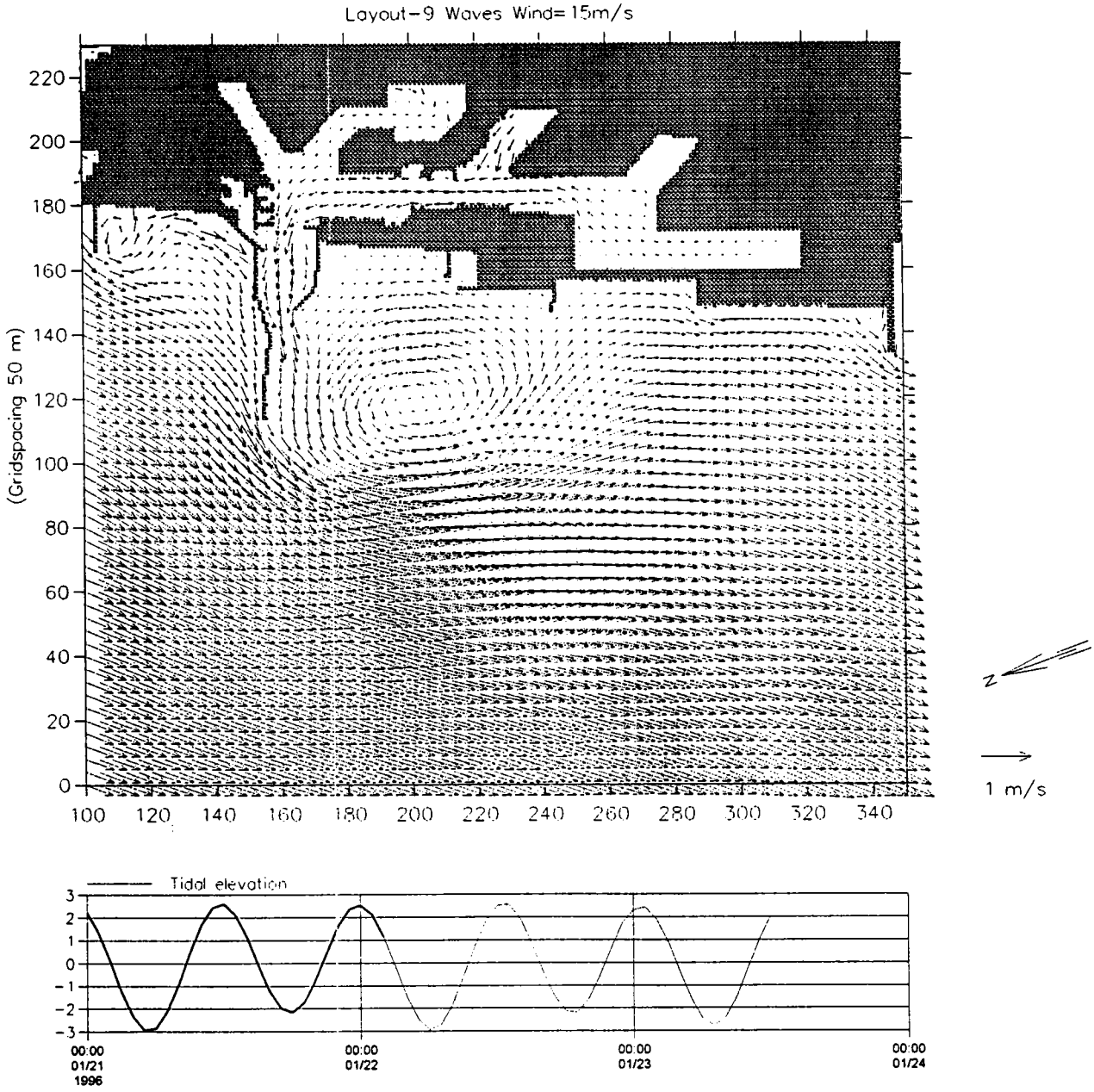


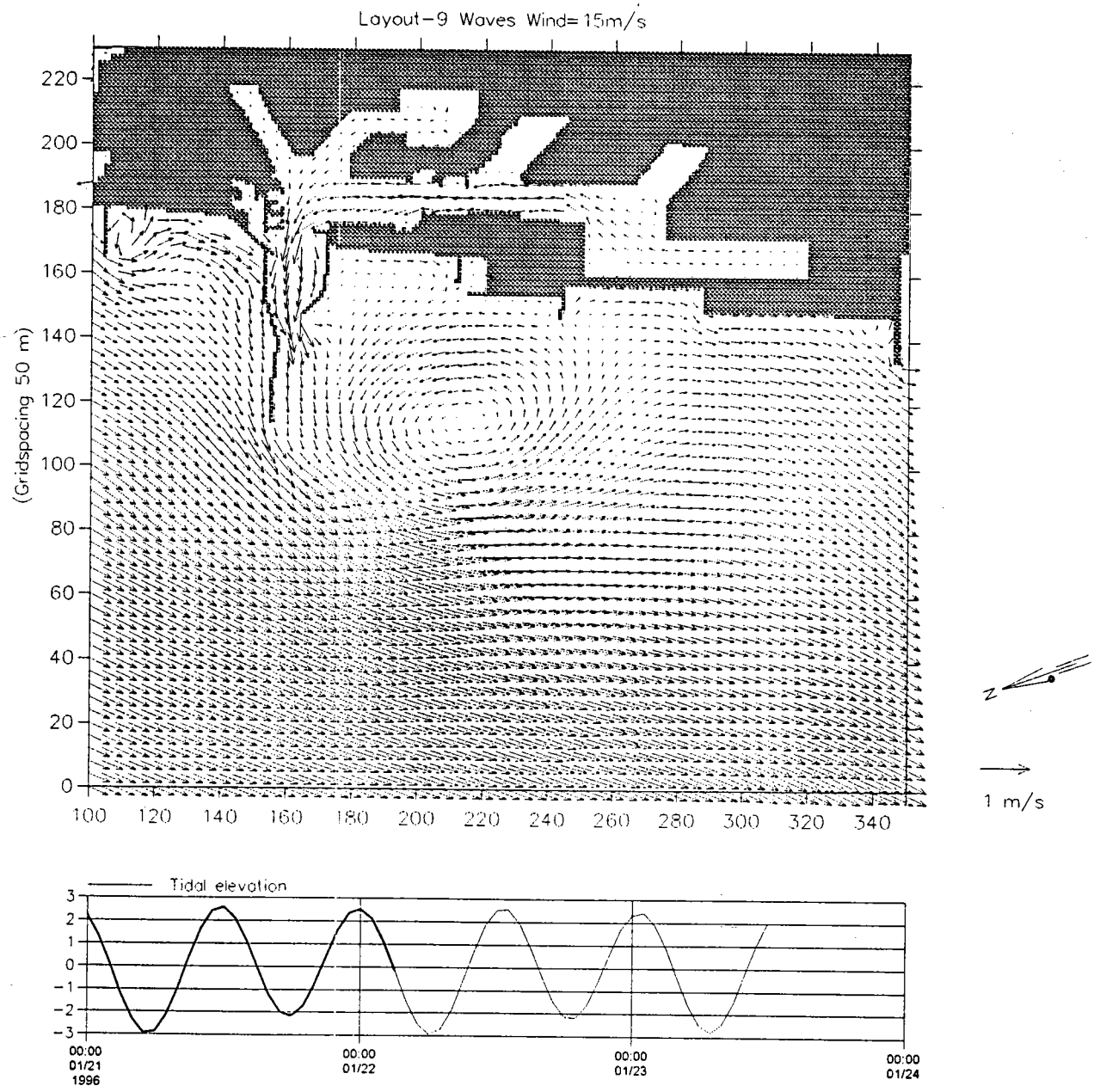

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

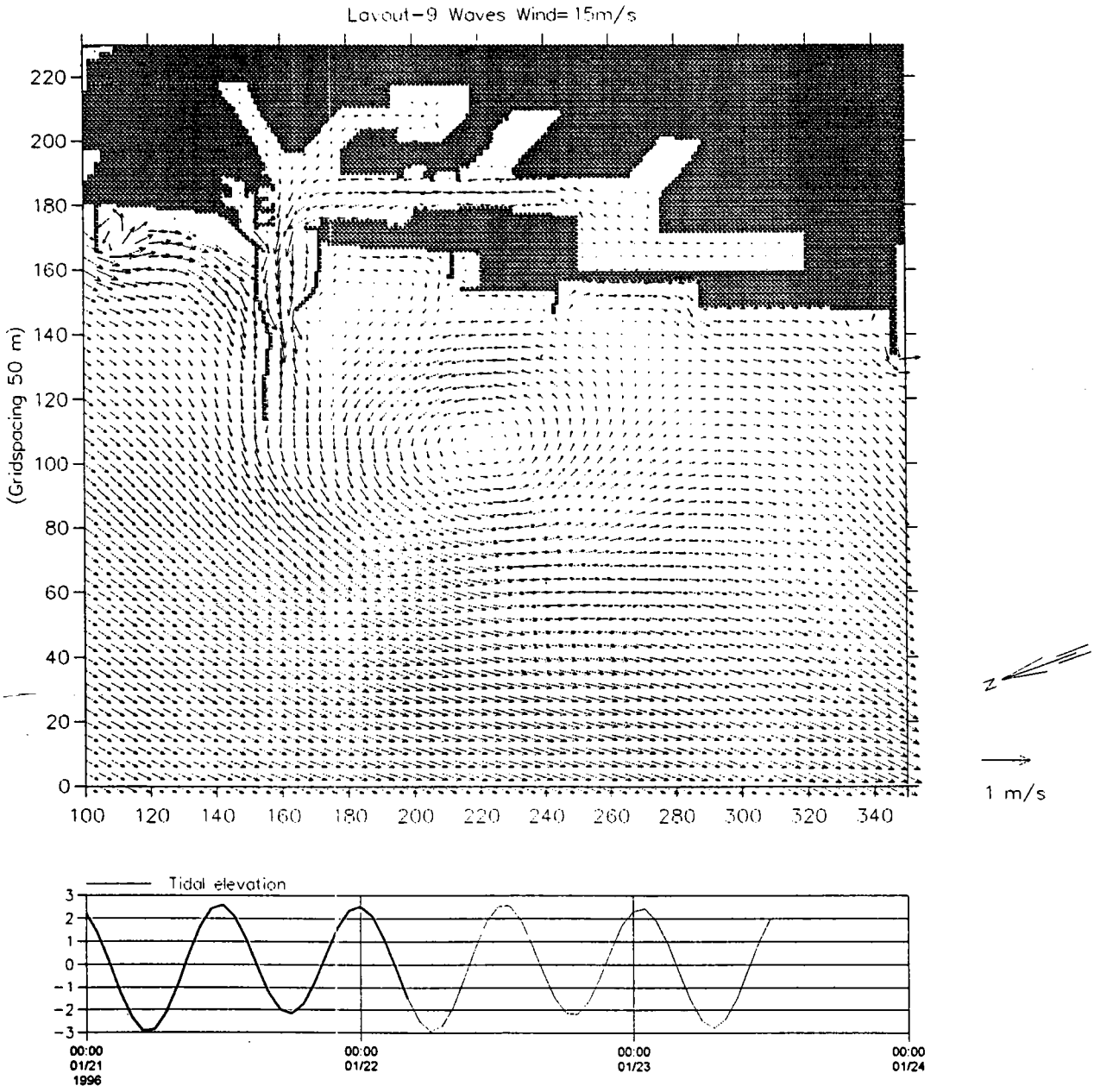

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

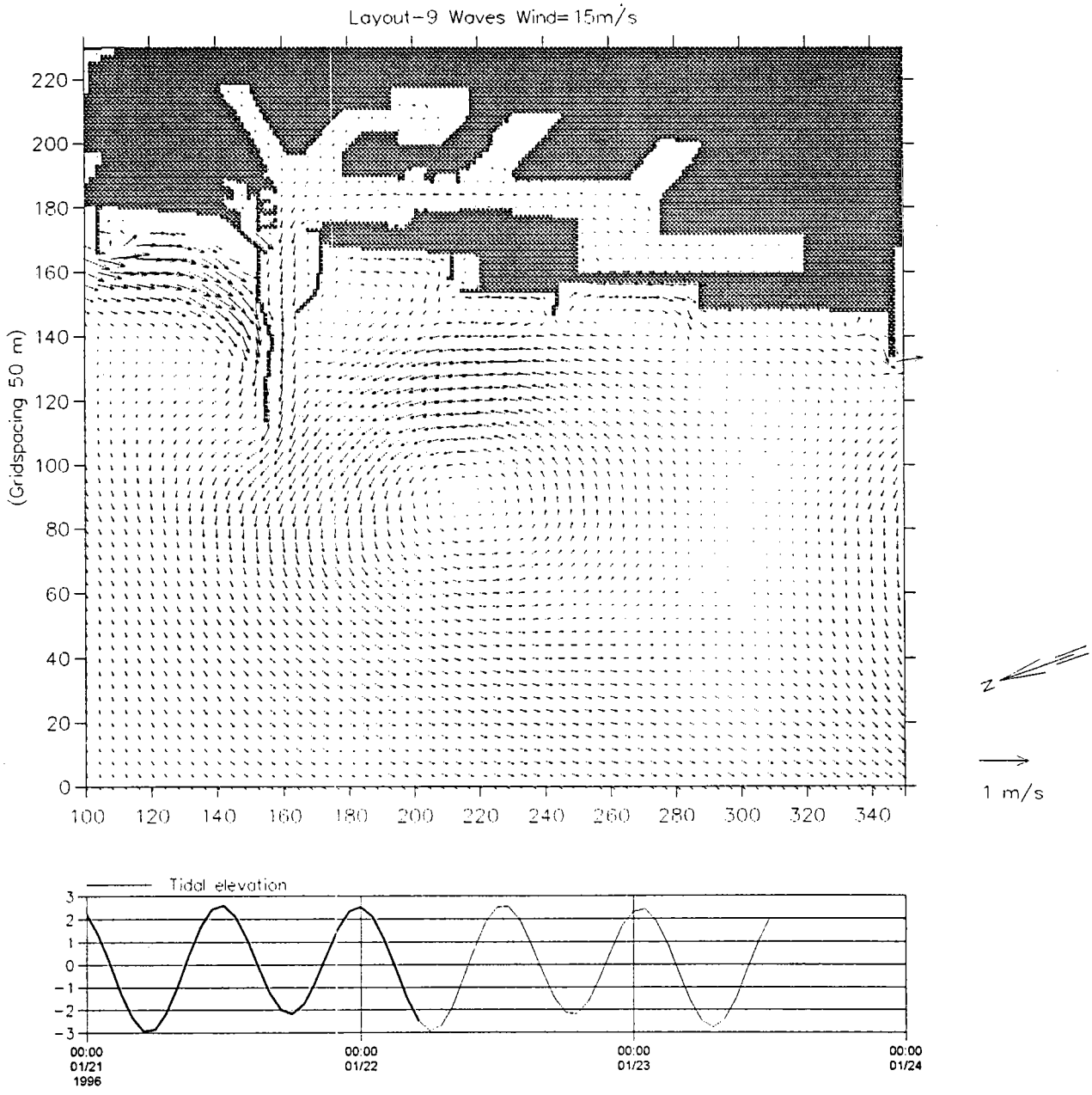

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00.00
01/22
00.00
01/23
00.00
01/24

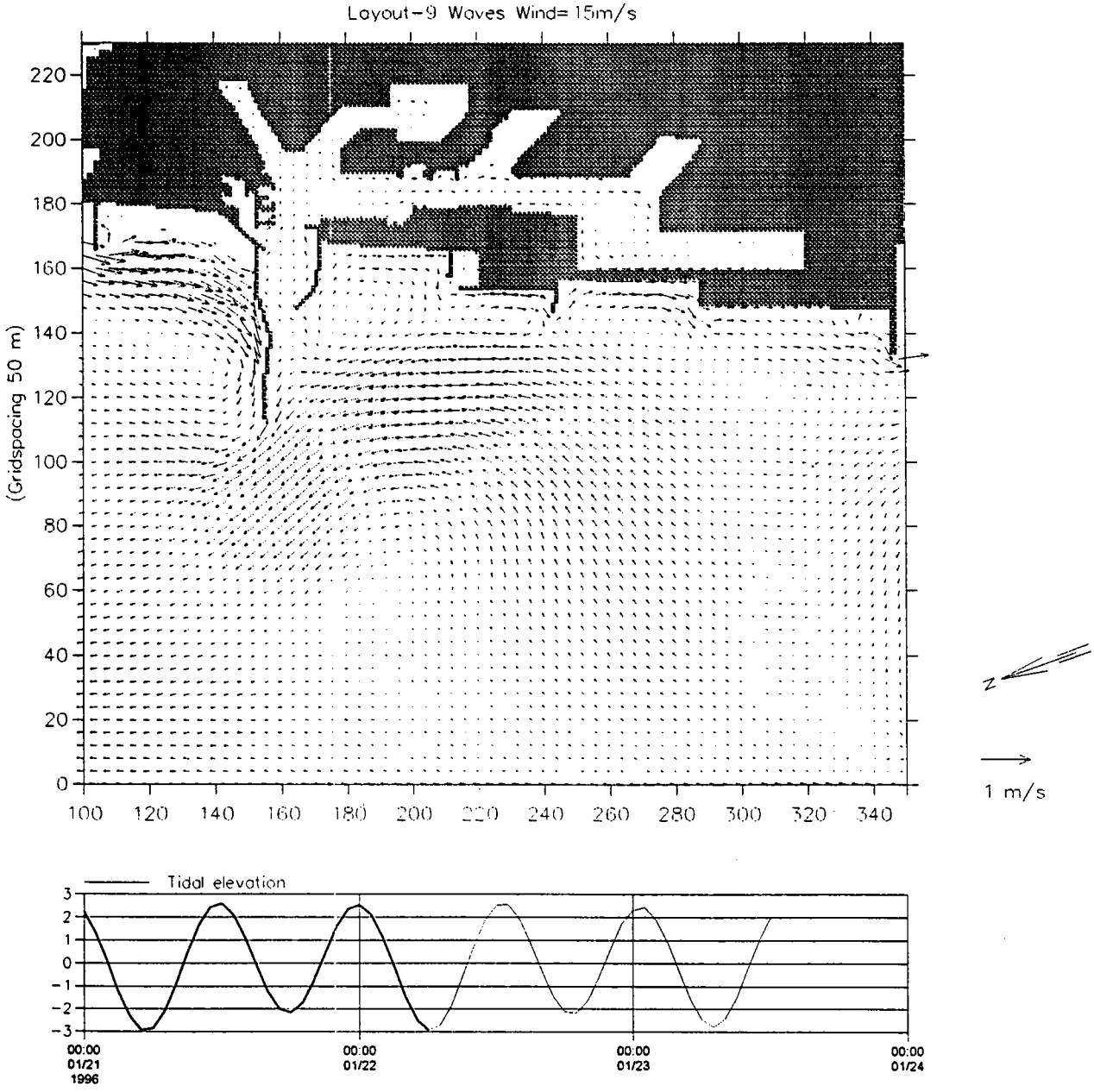

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

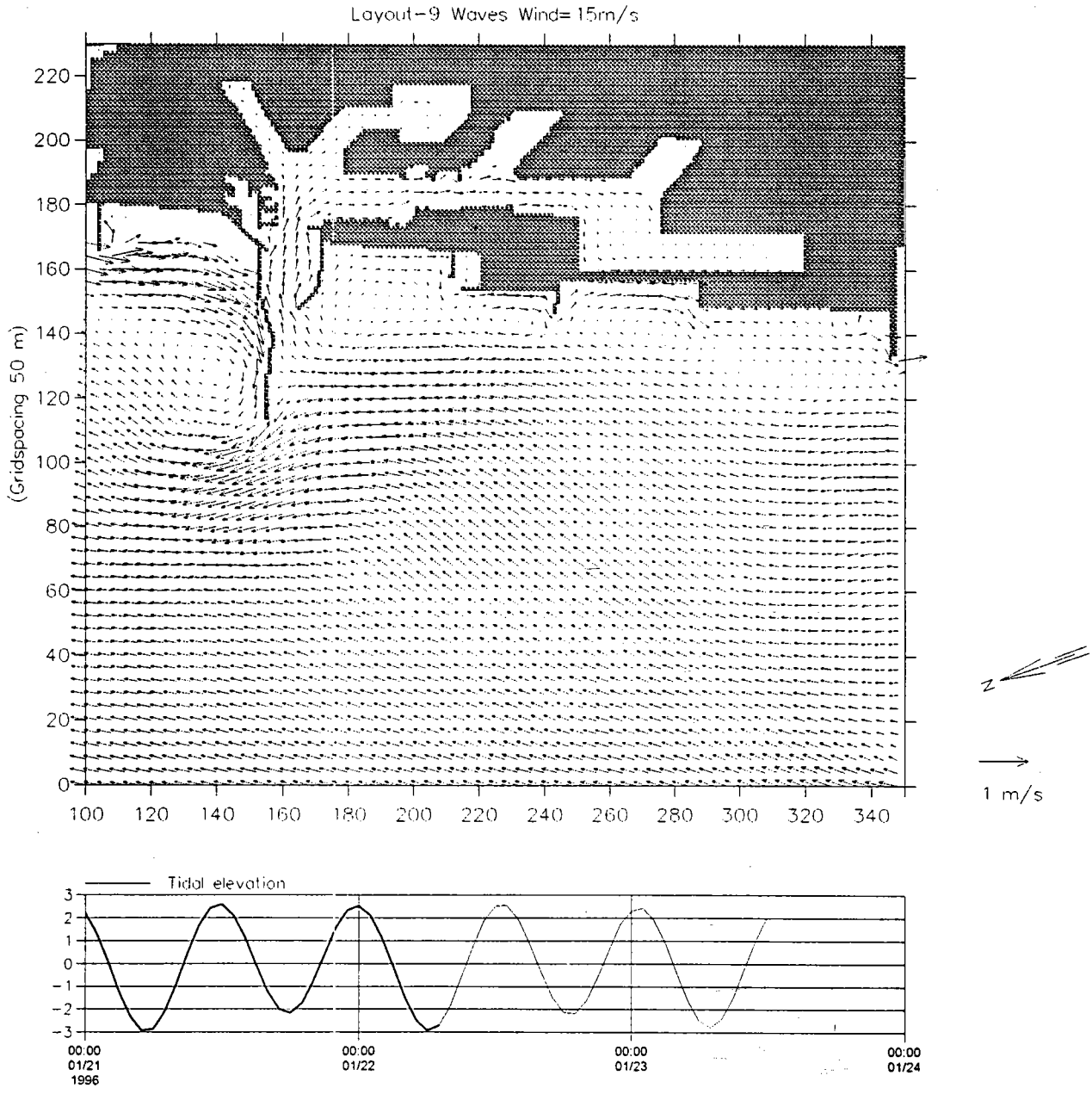

Layout-9 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

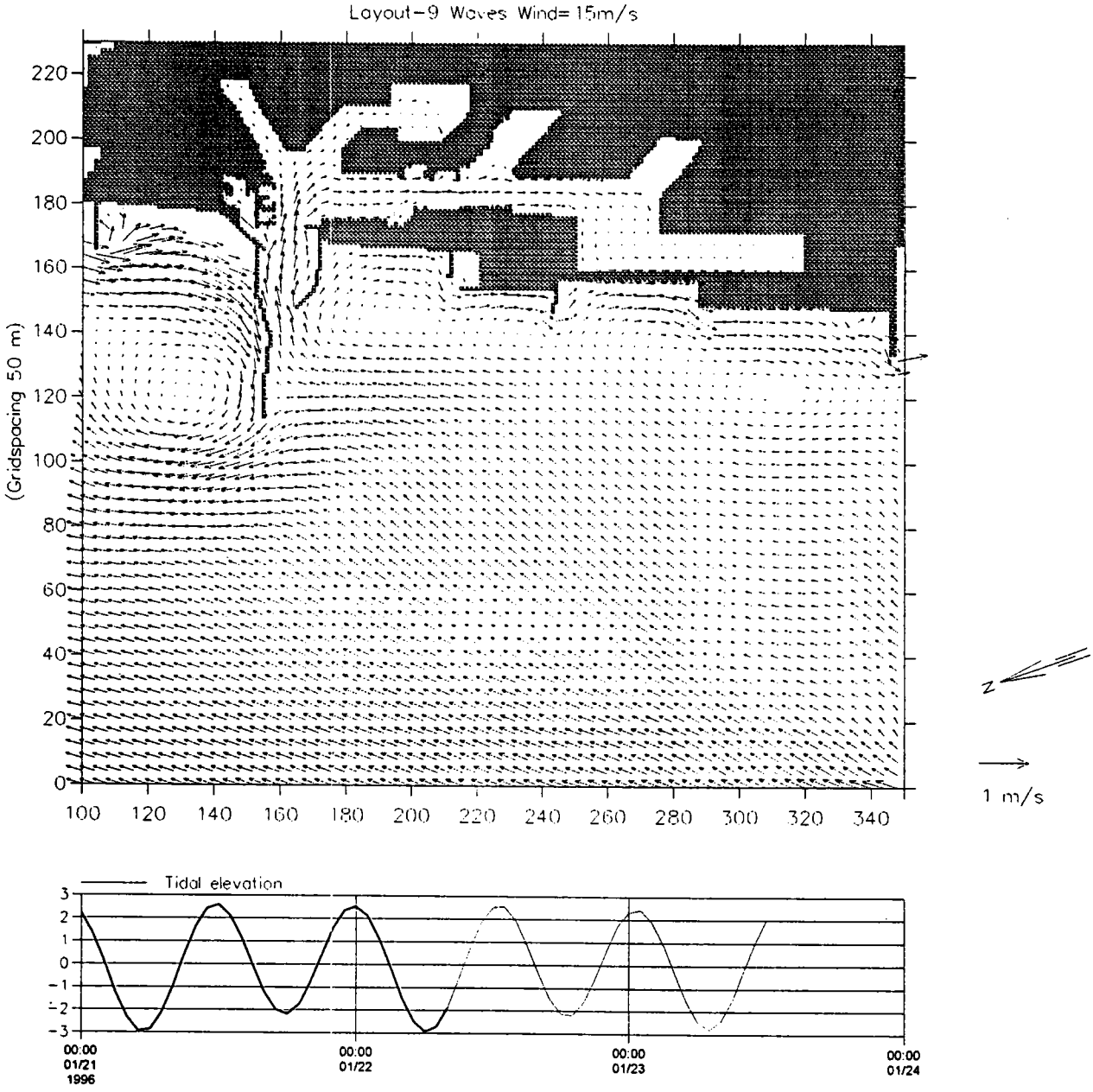

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

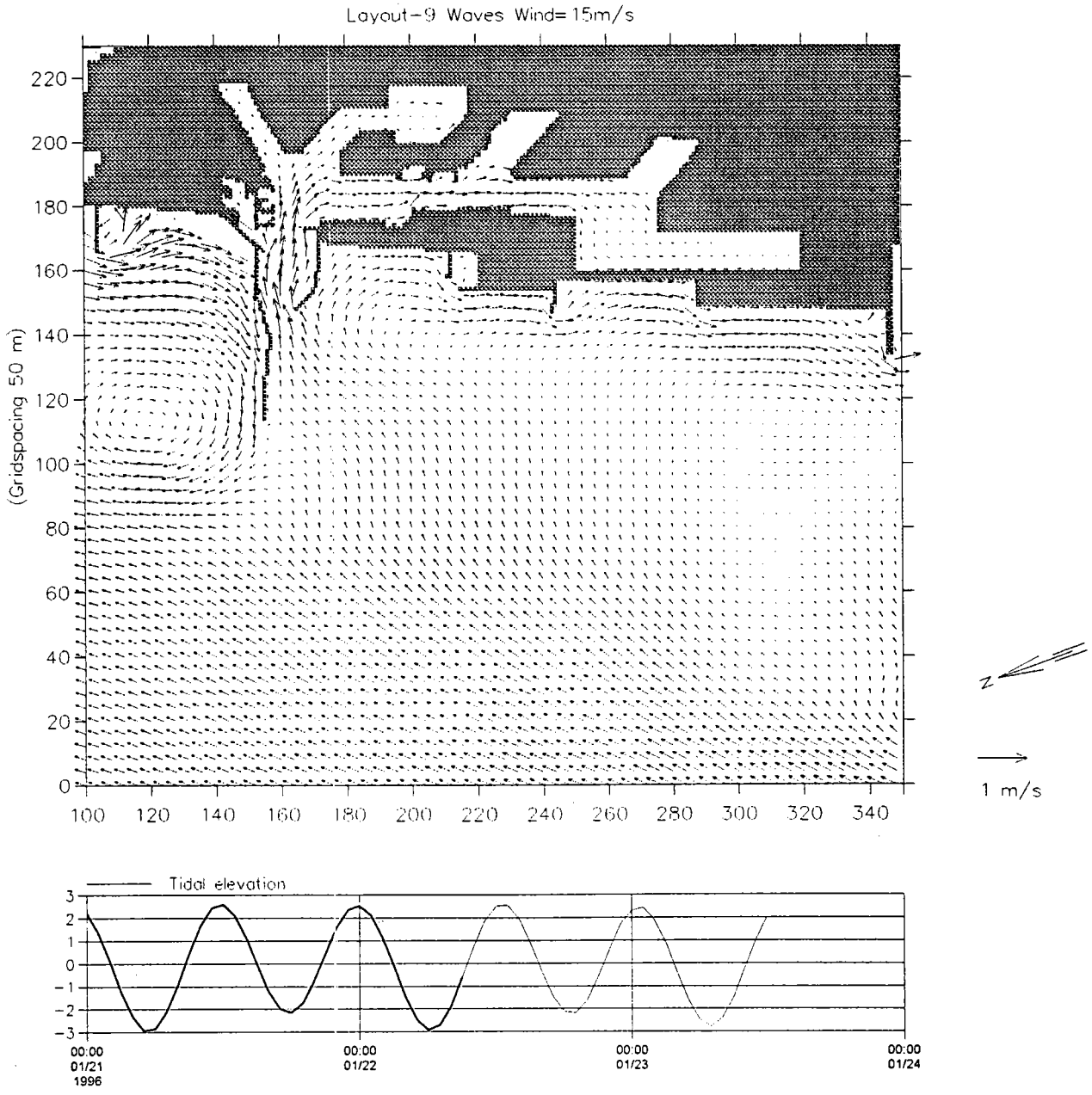

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

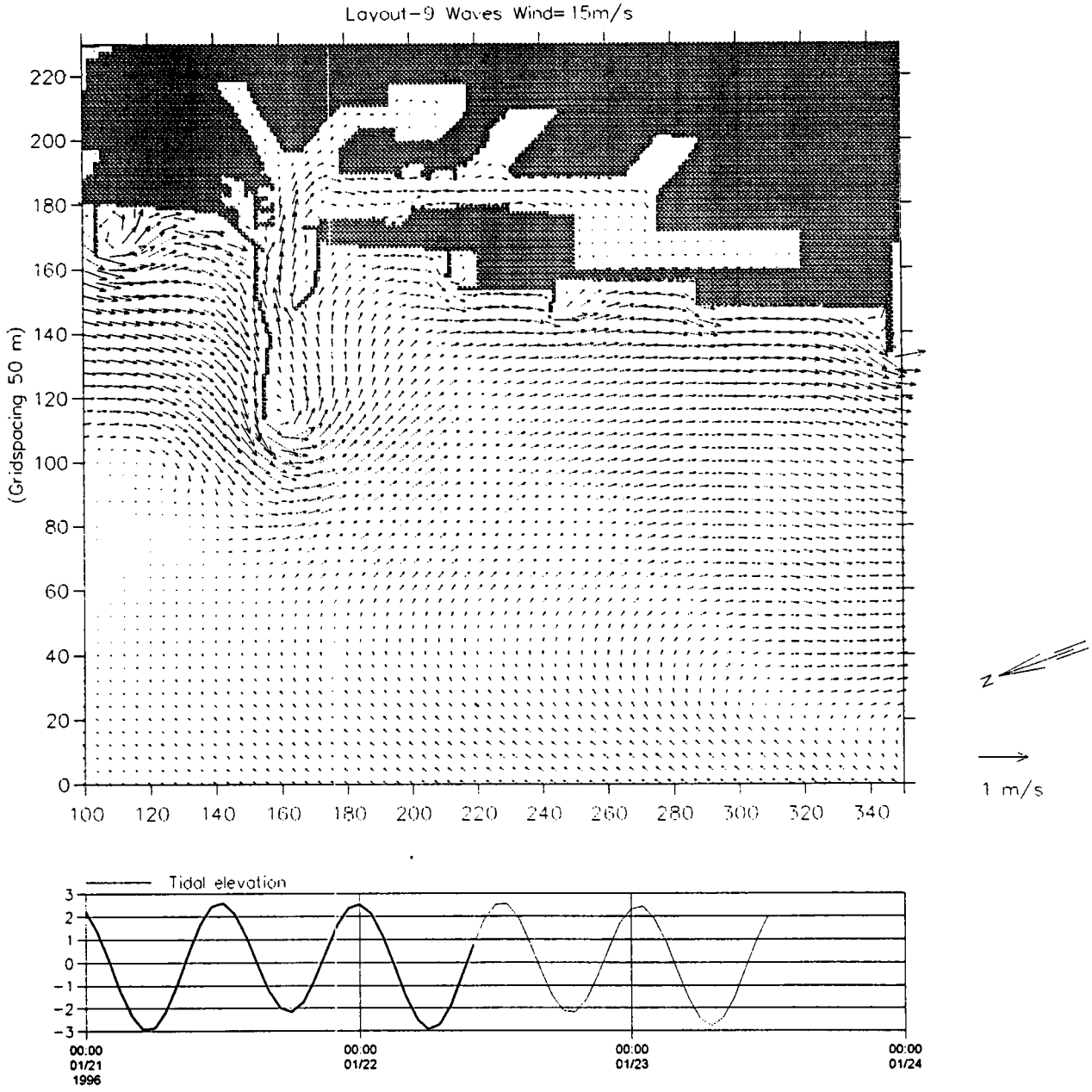

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

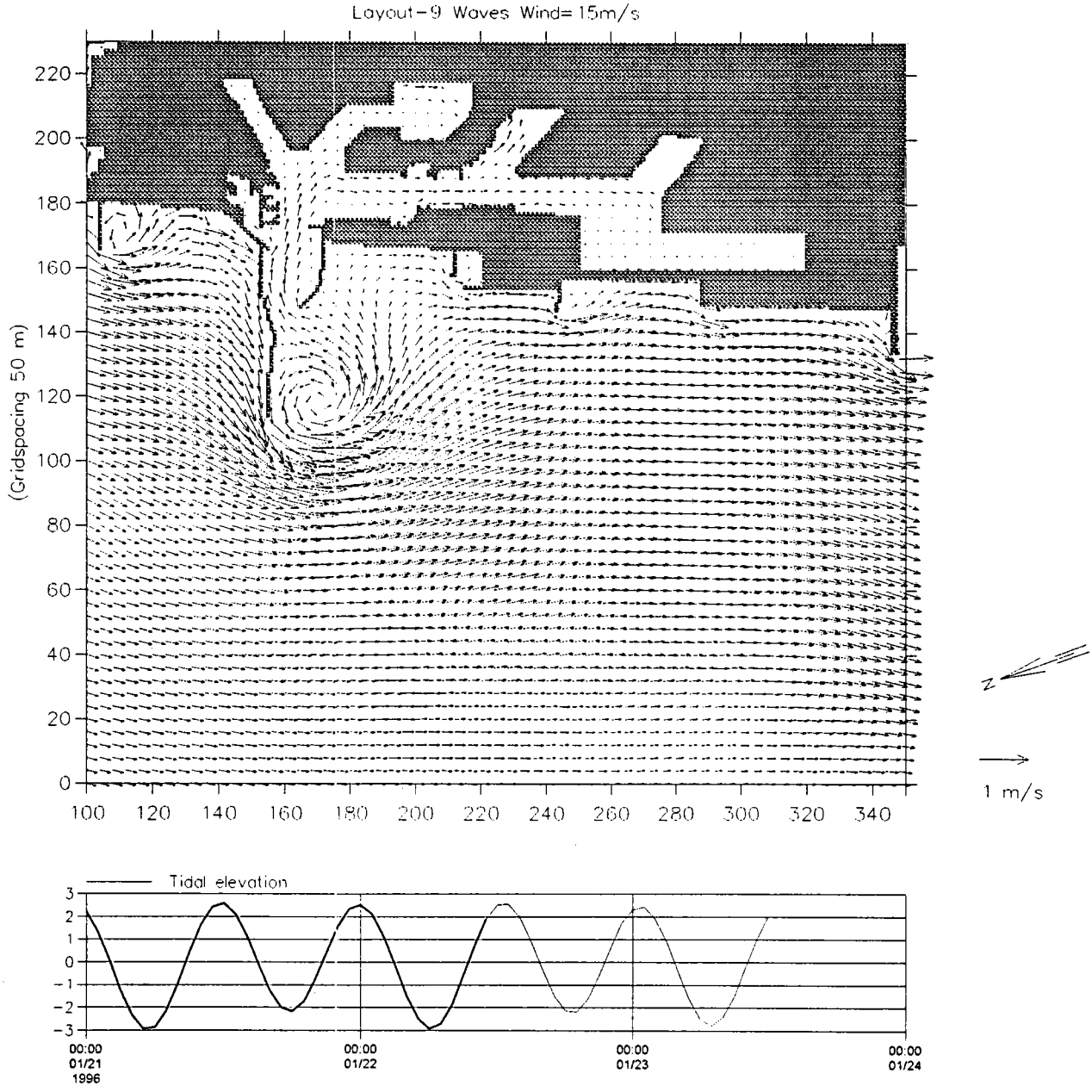

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

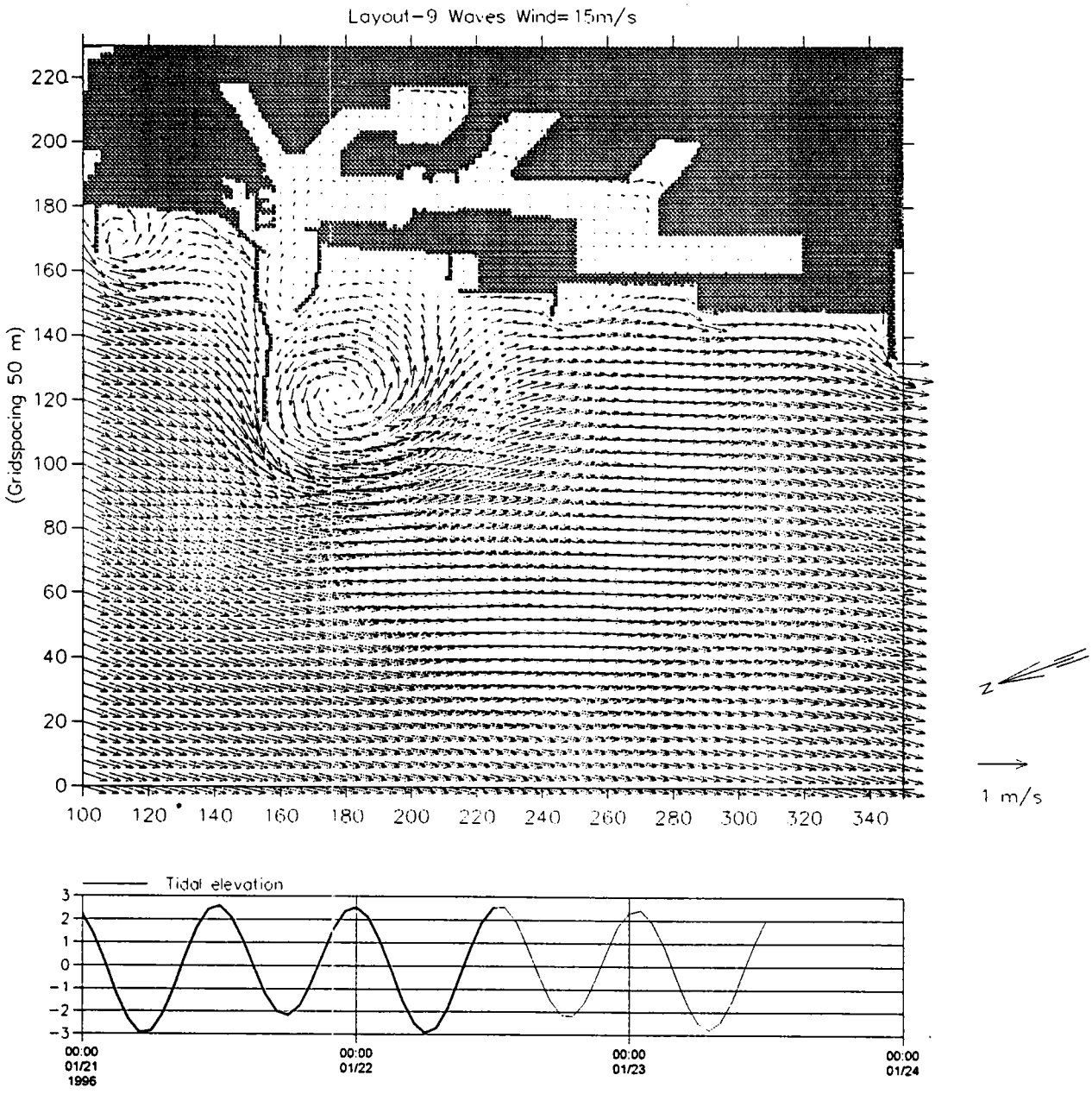

Layout-9 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

圖 4-2-9b

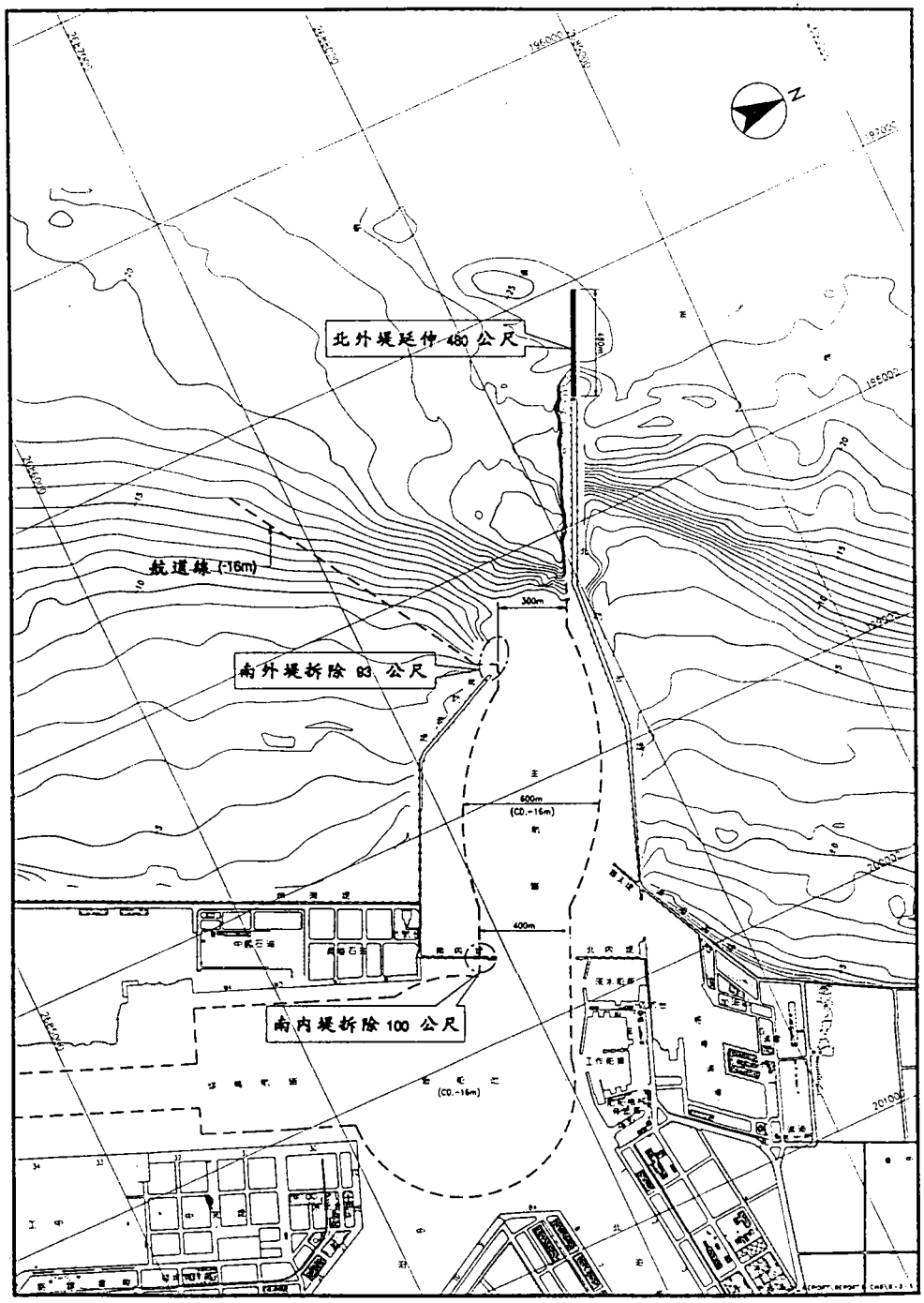
台中港港口二期擴建規劃---替選方案九

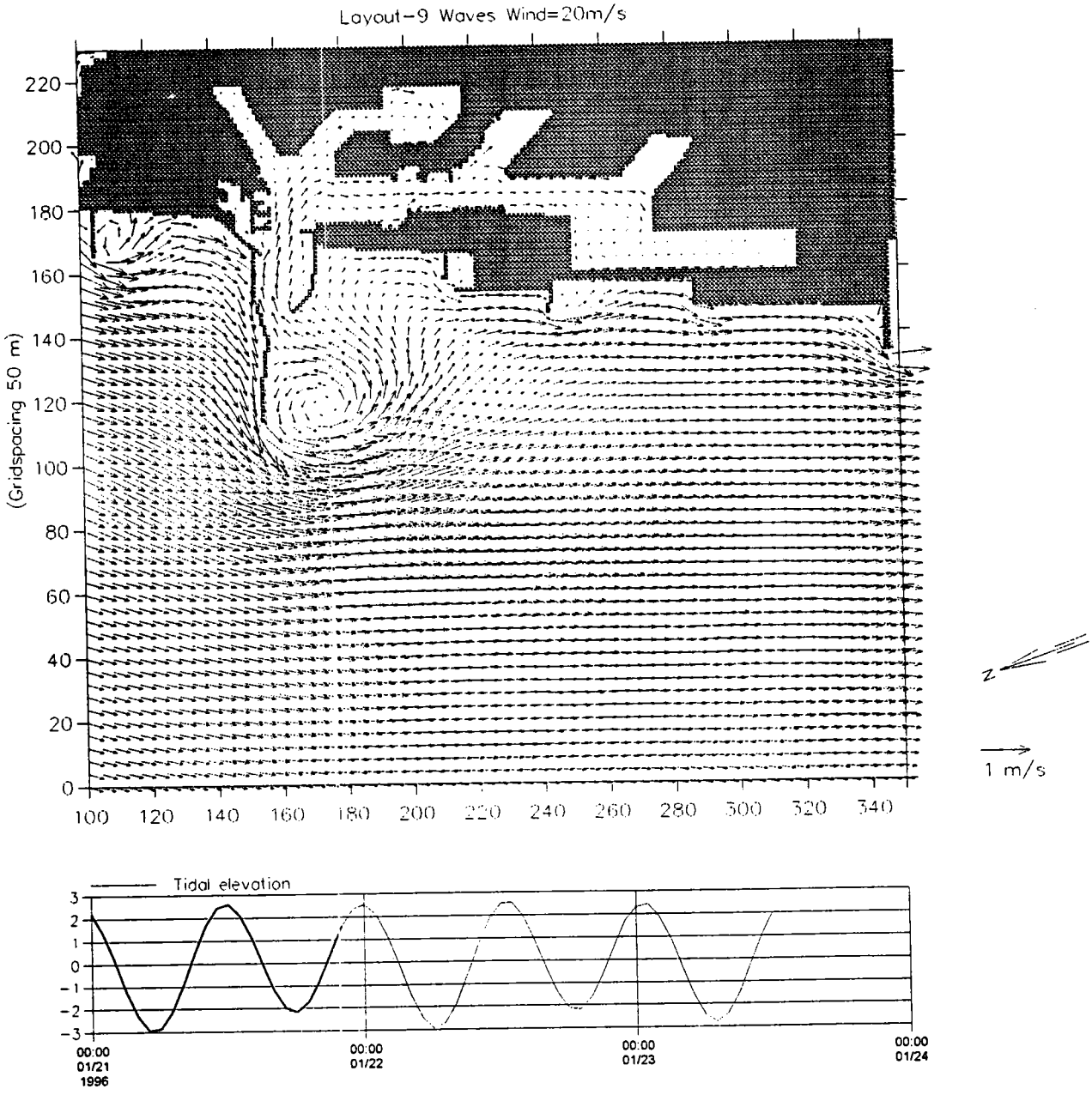
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

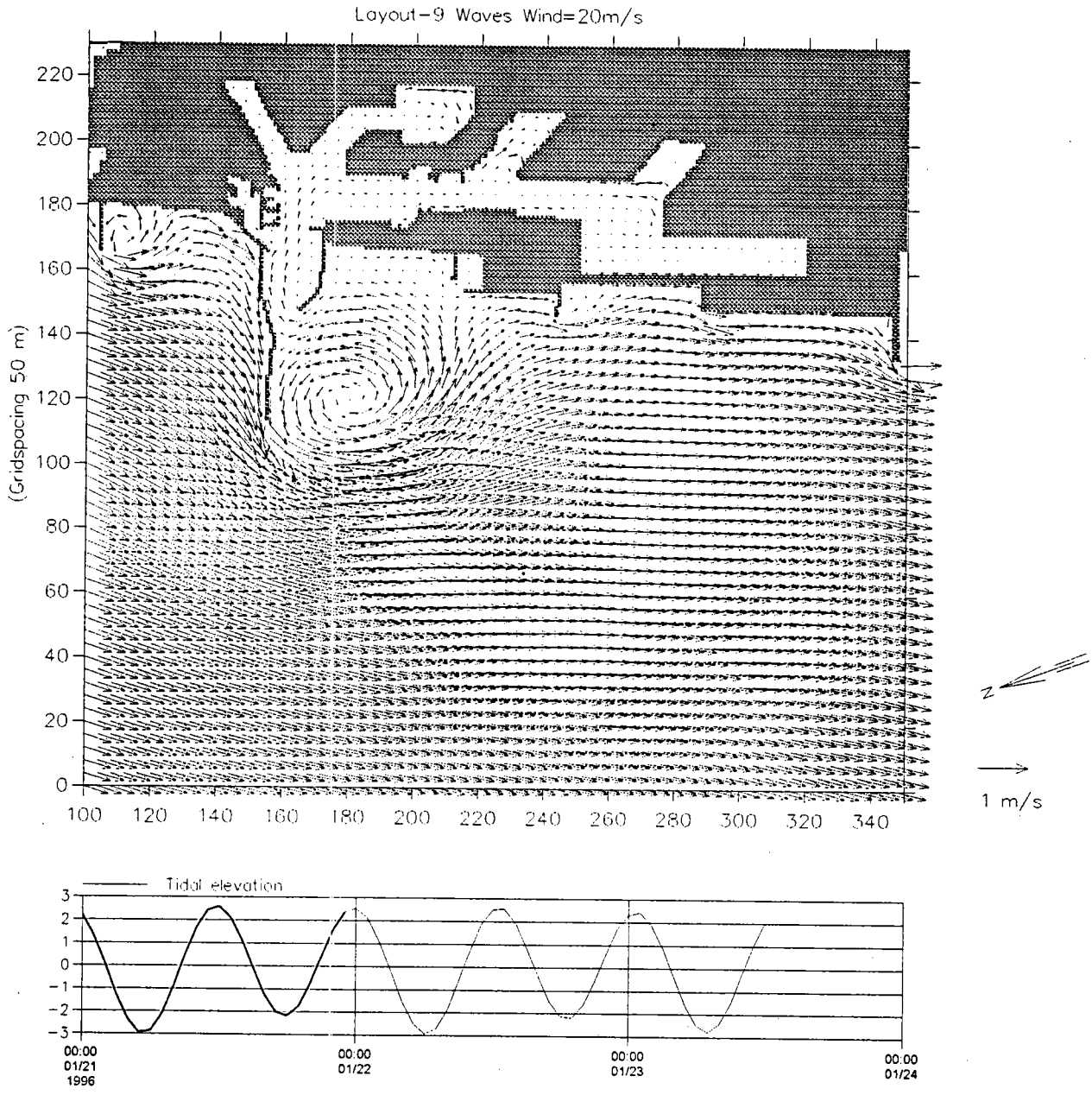
風速：恒常 20m/s；　風向：NE

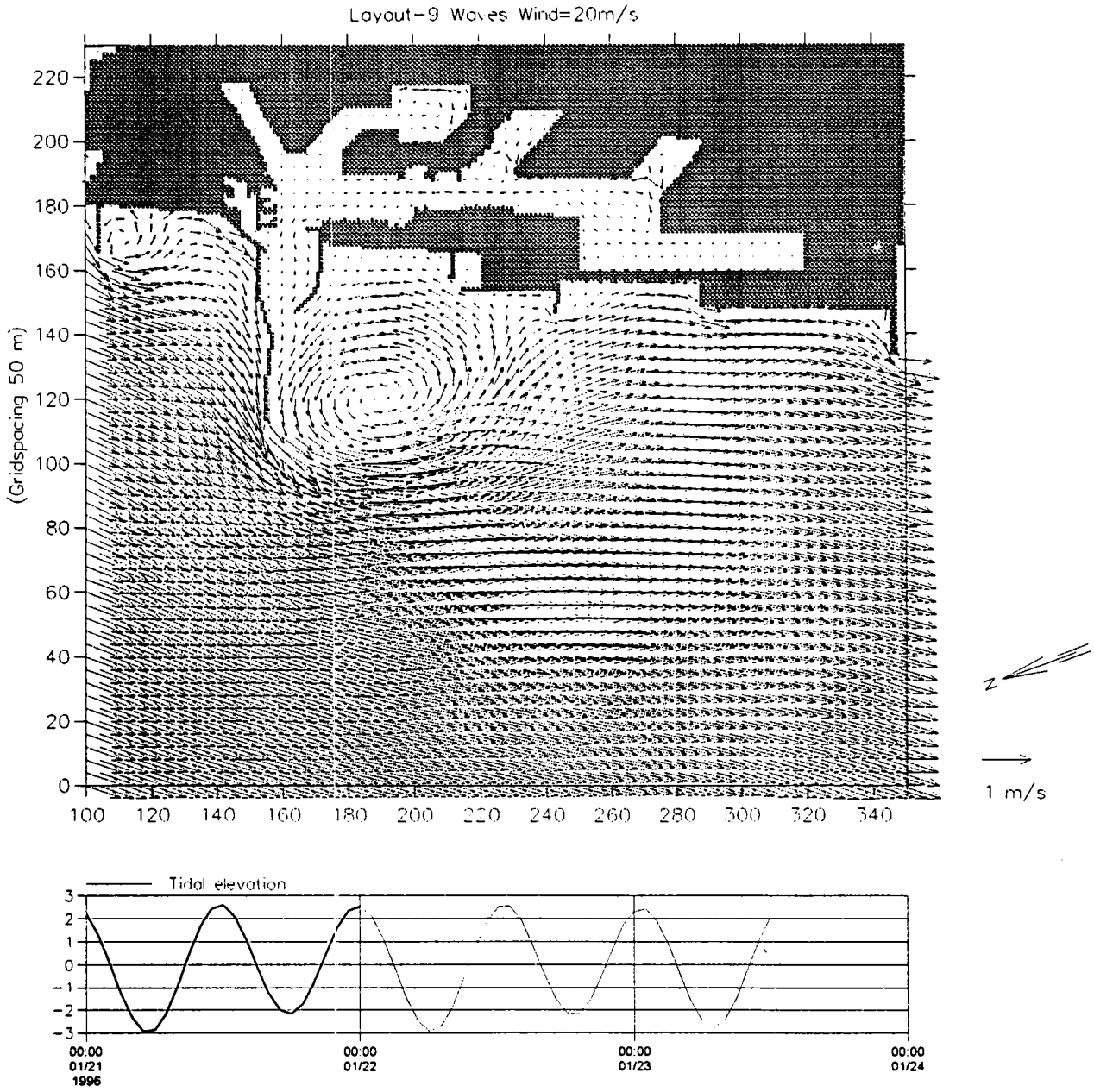
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

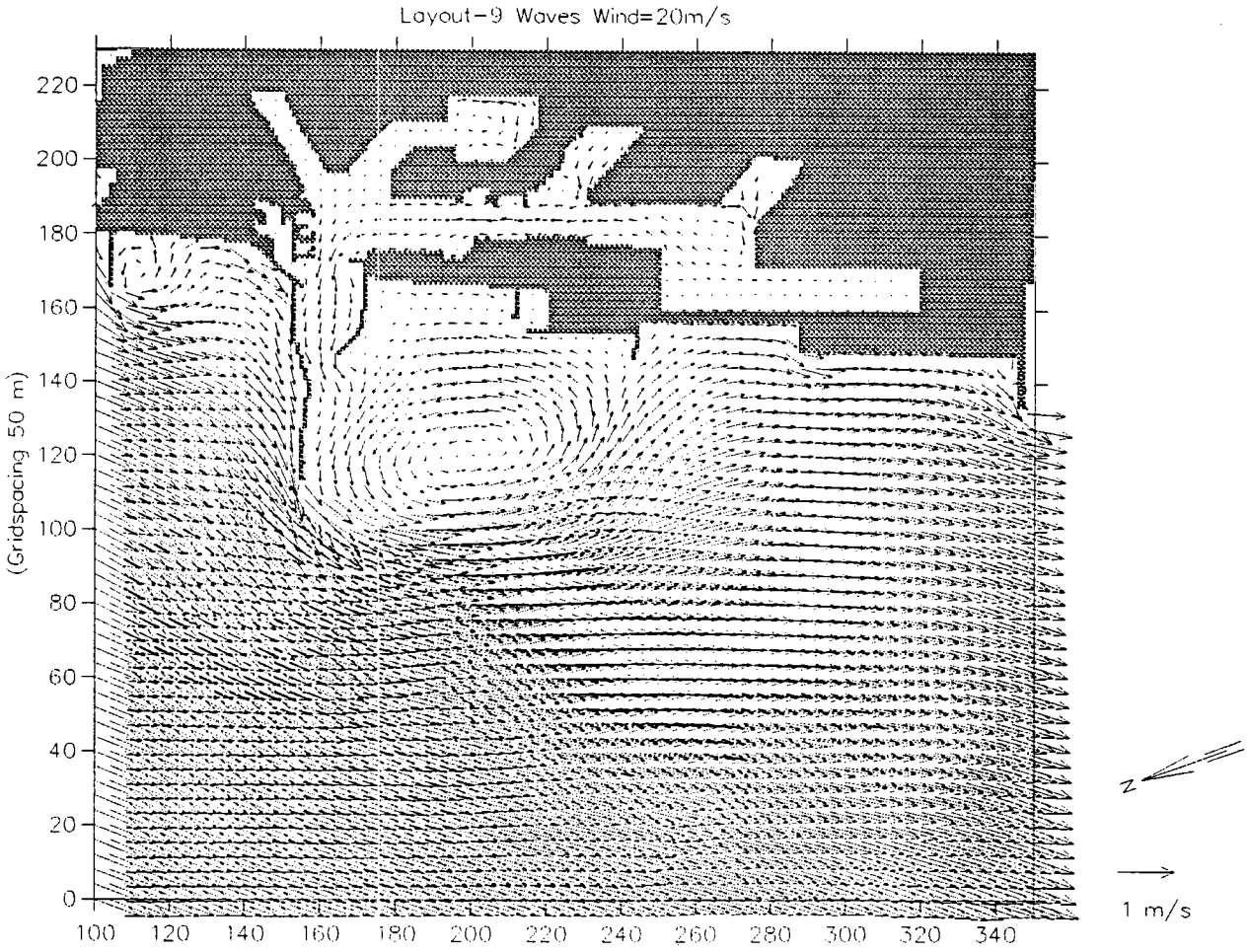


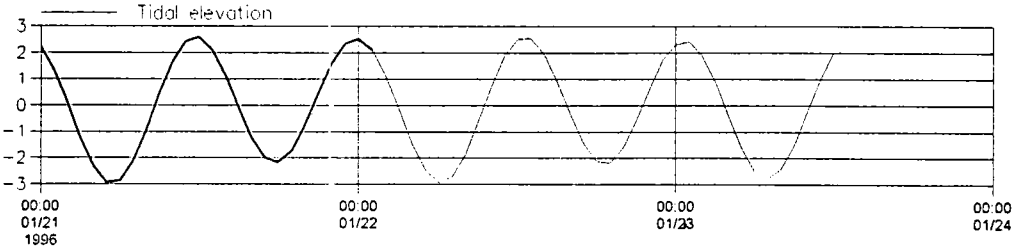

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

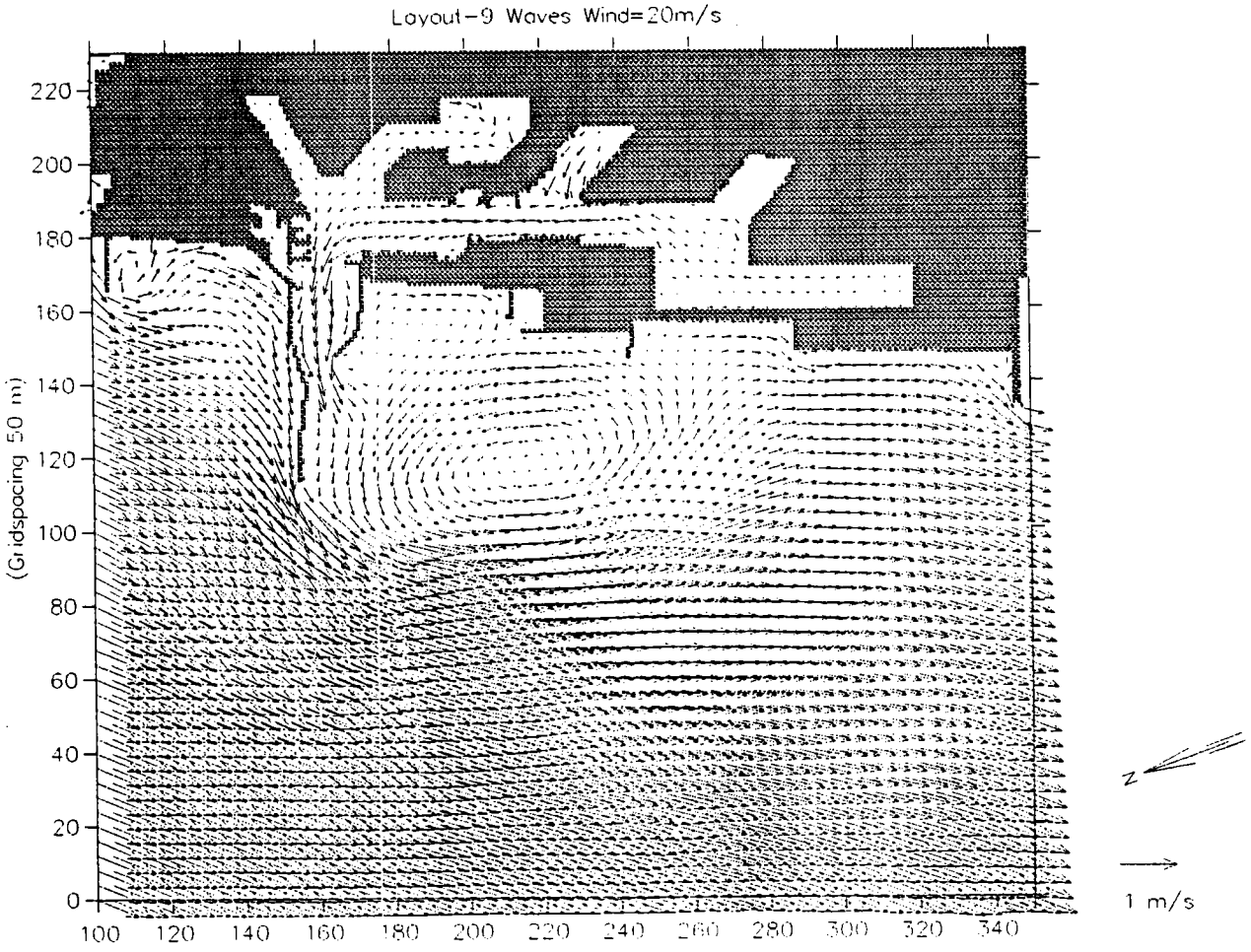

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

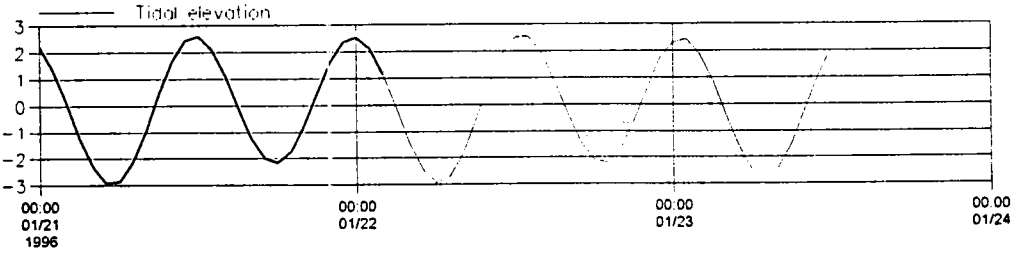

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

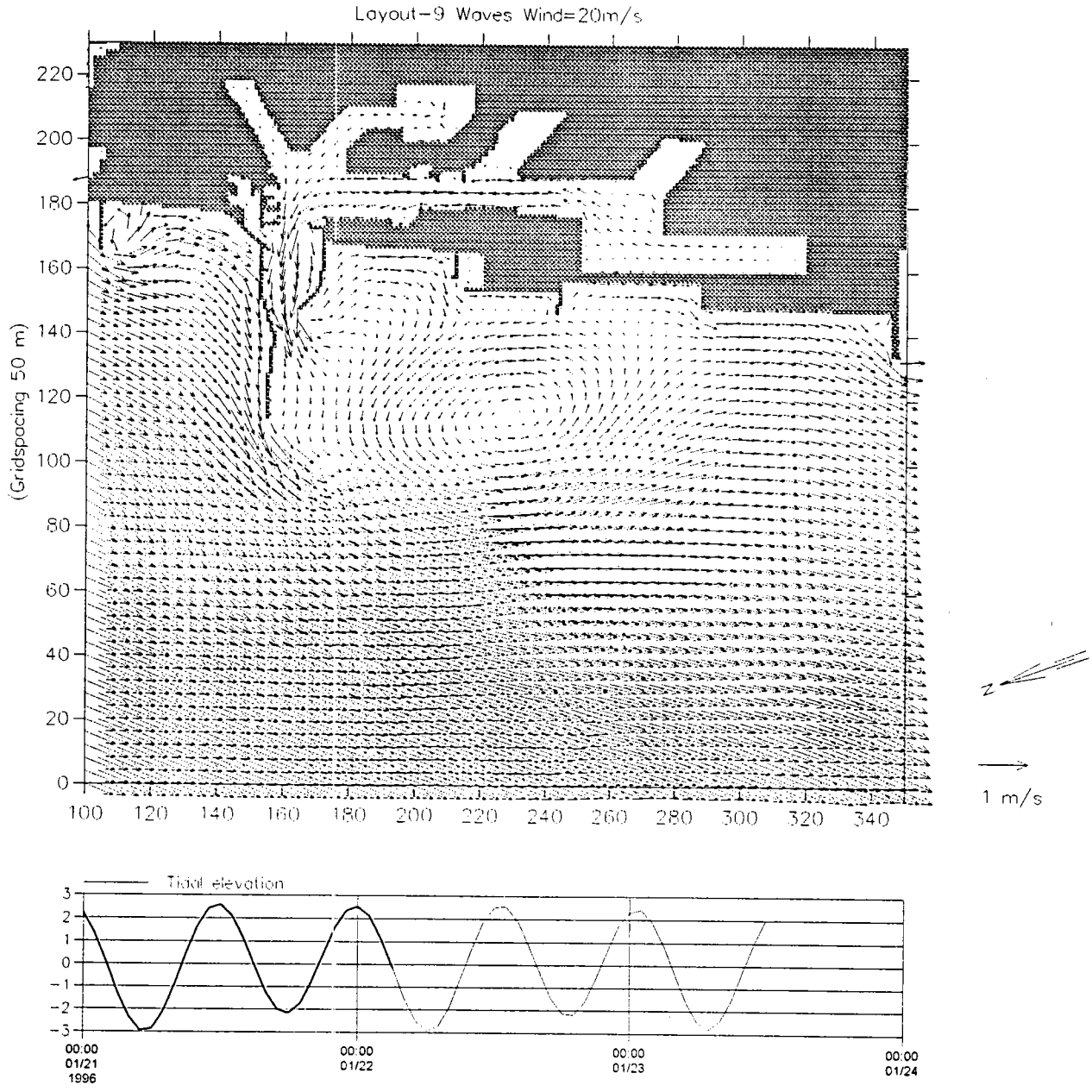
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

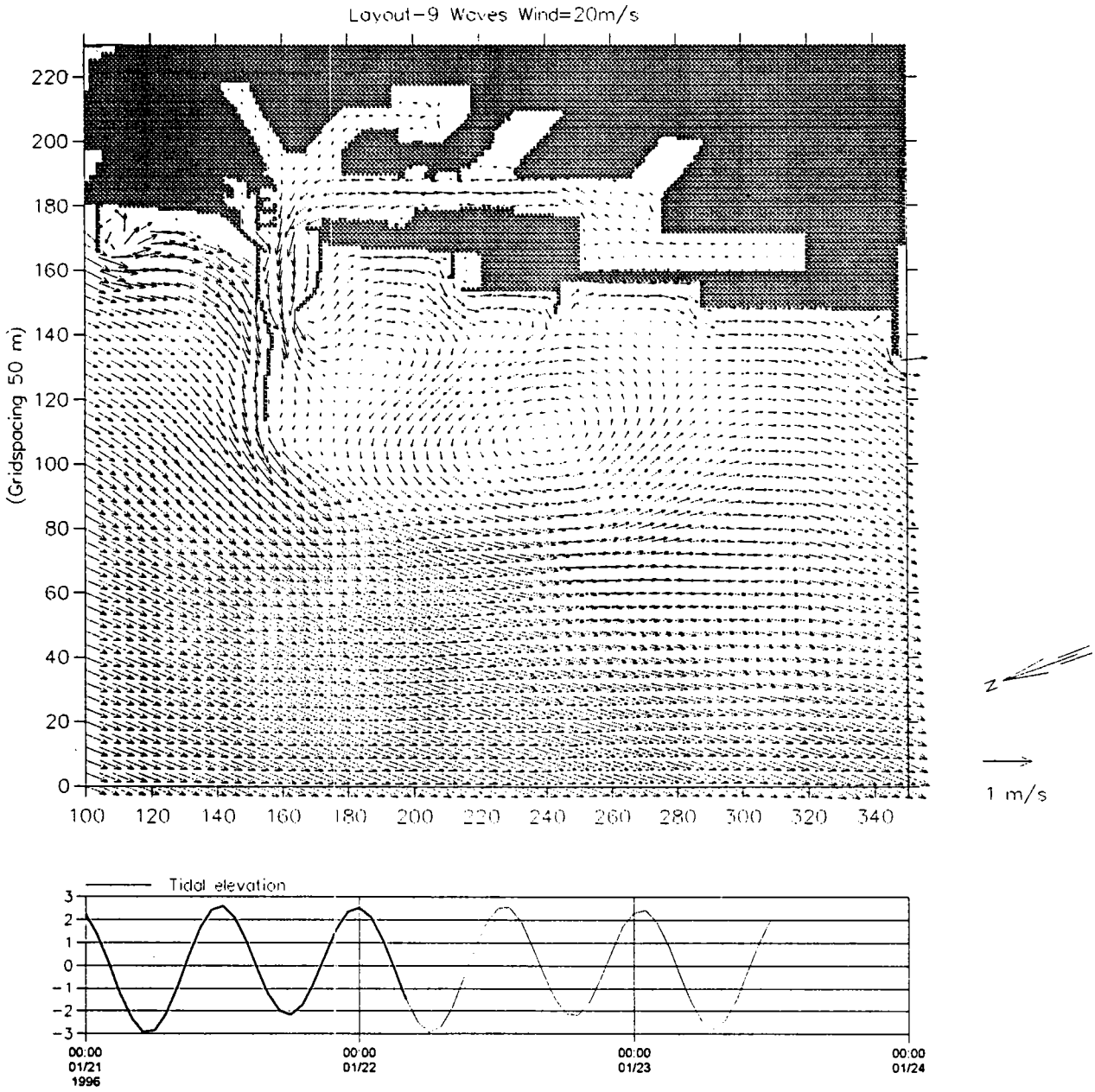

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

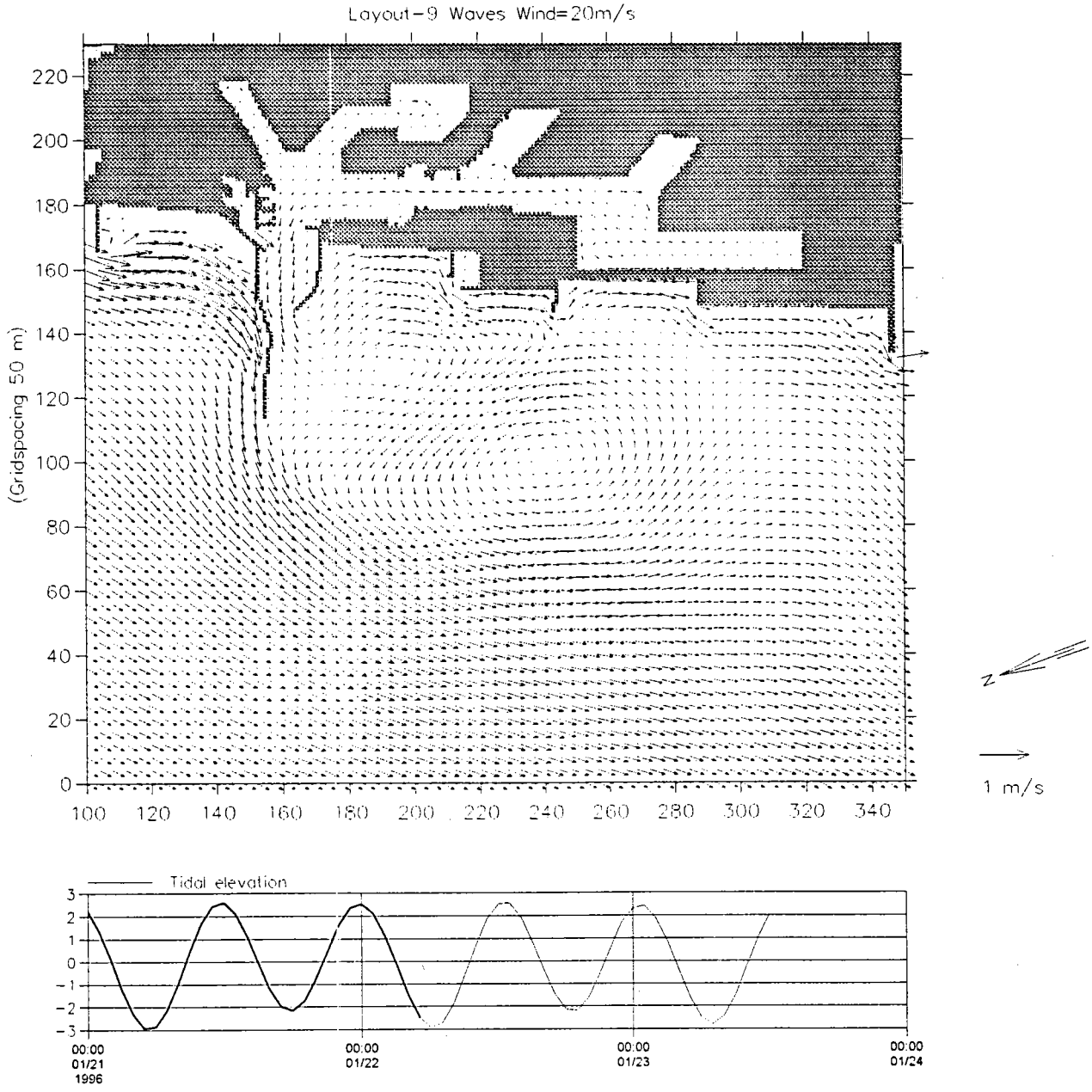

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

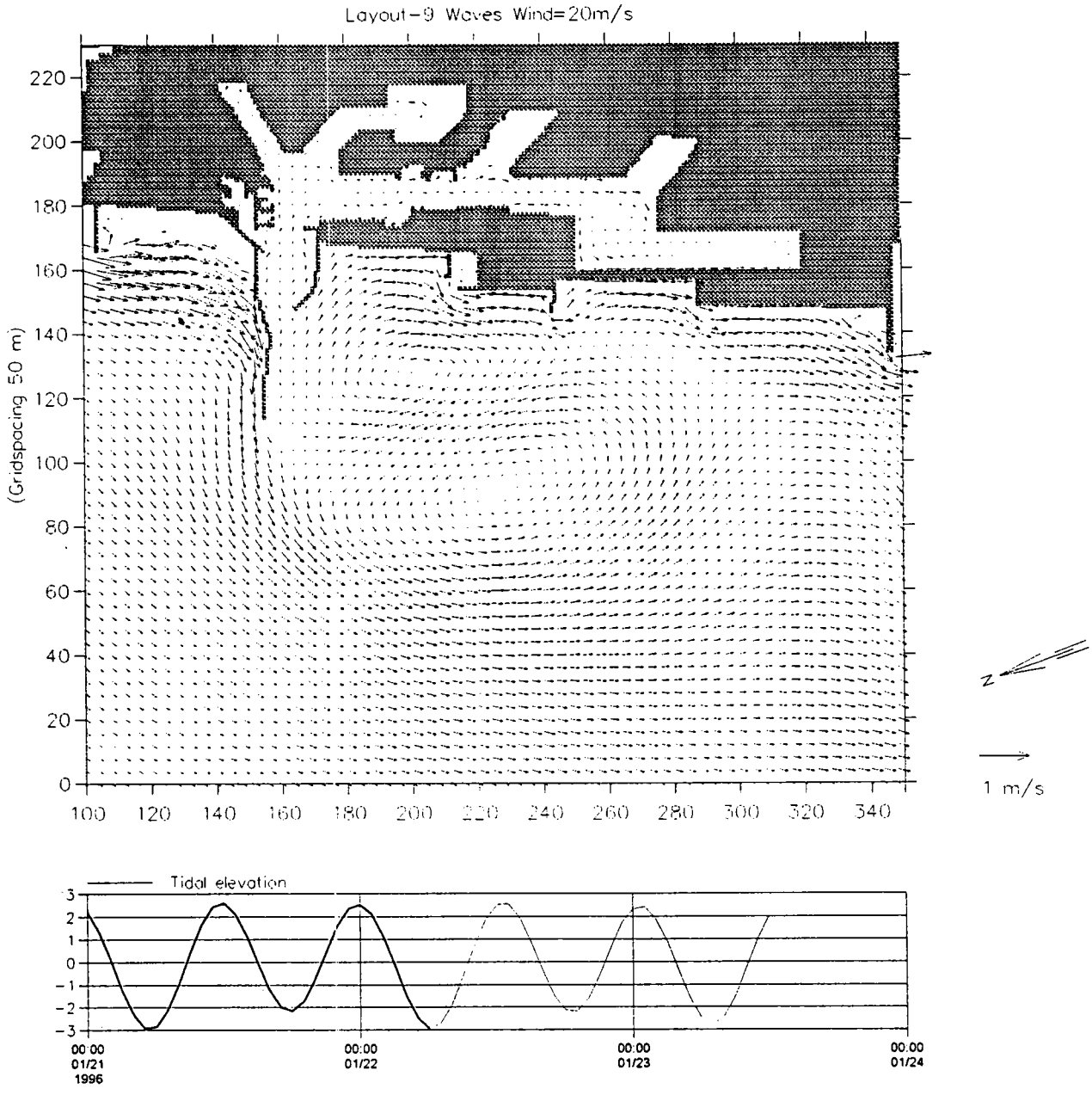

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

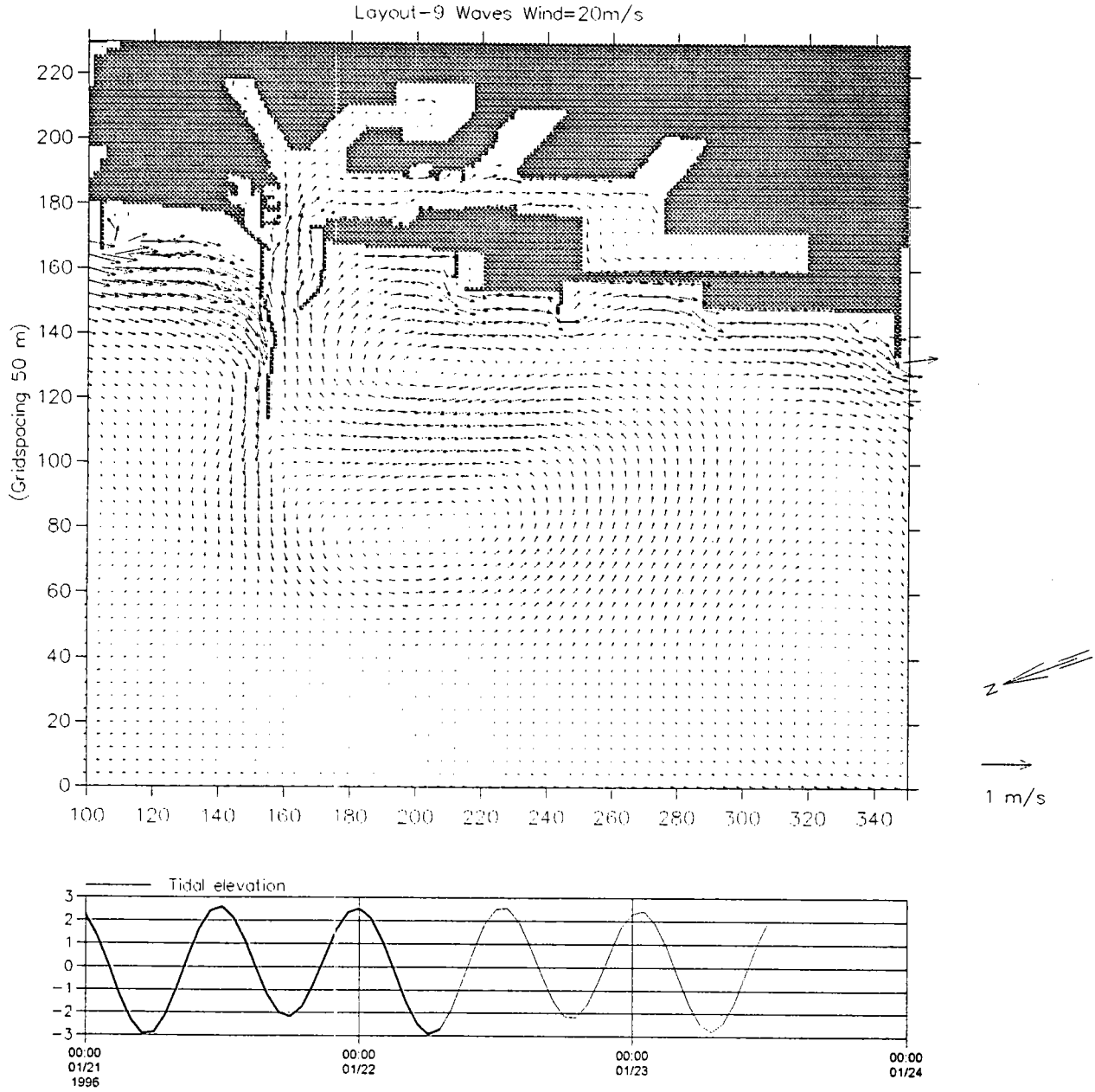

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

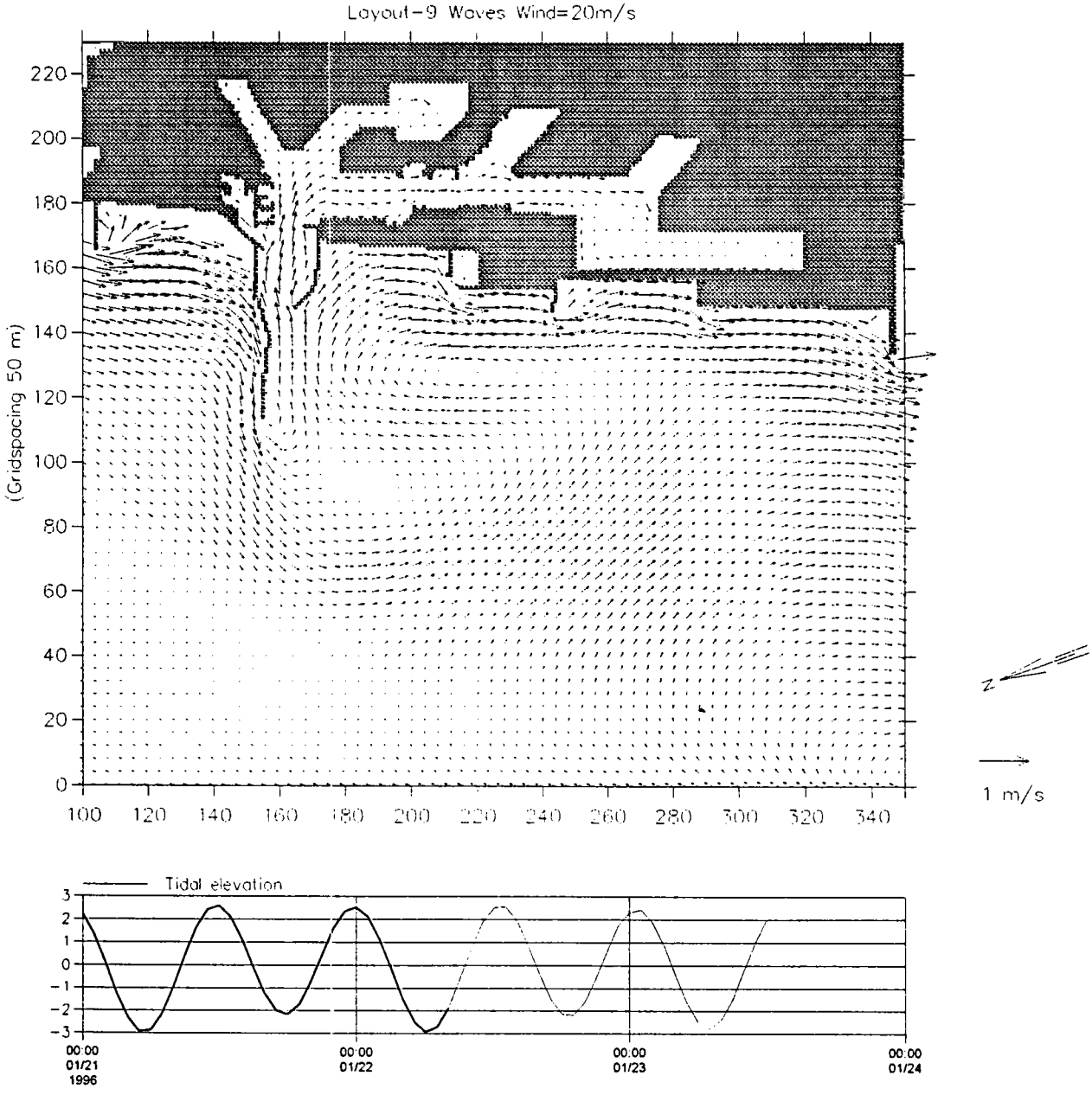

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

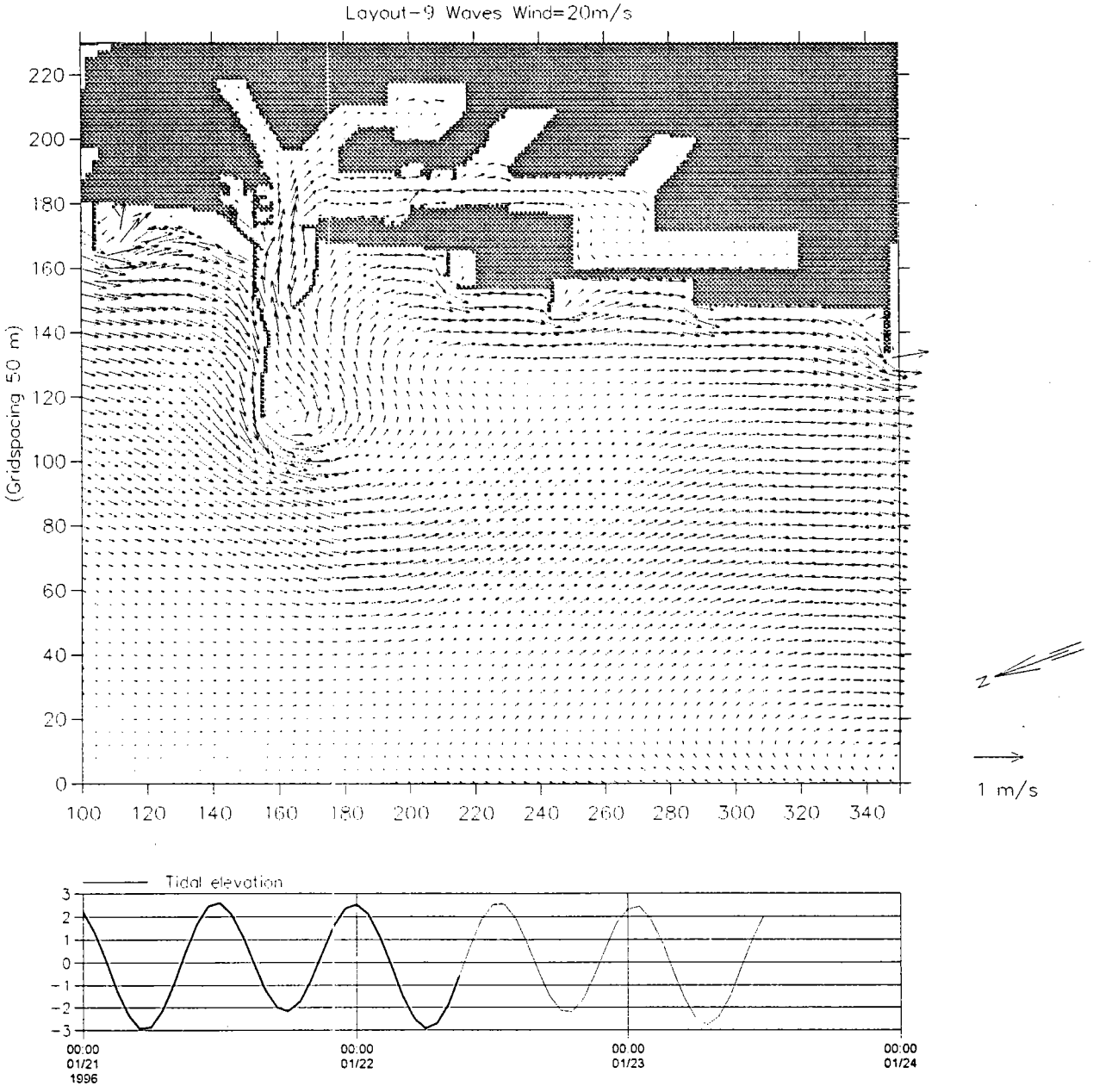

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

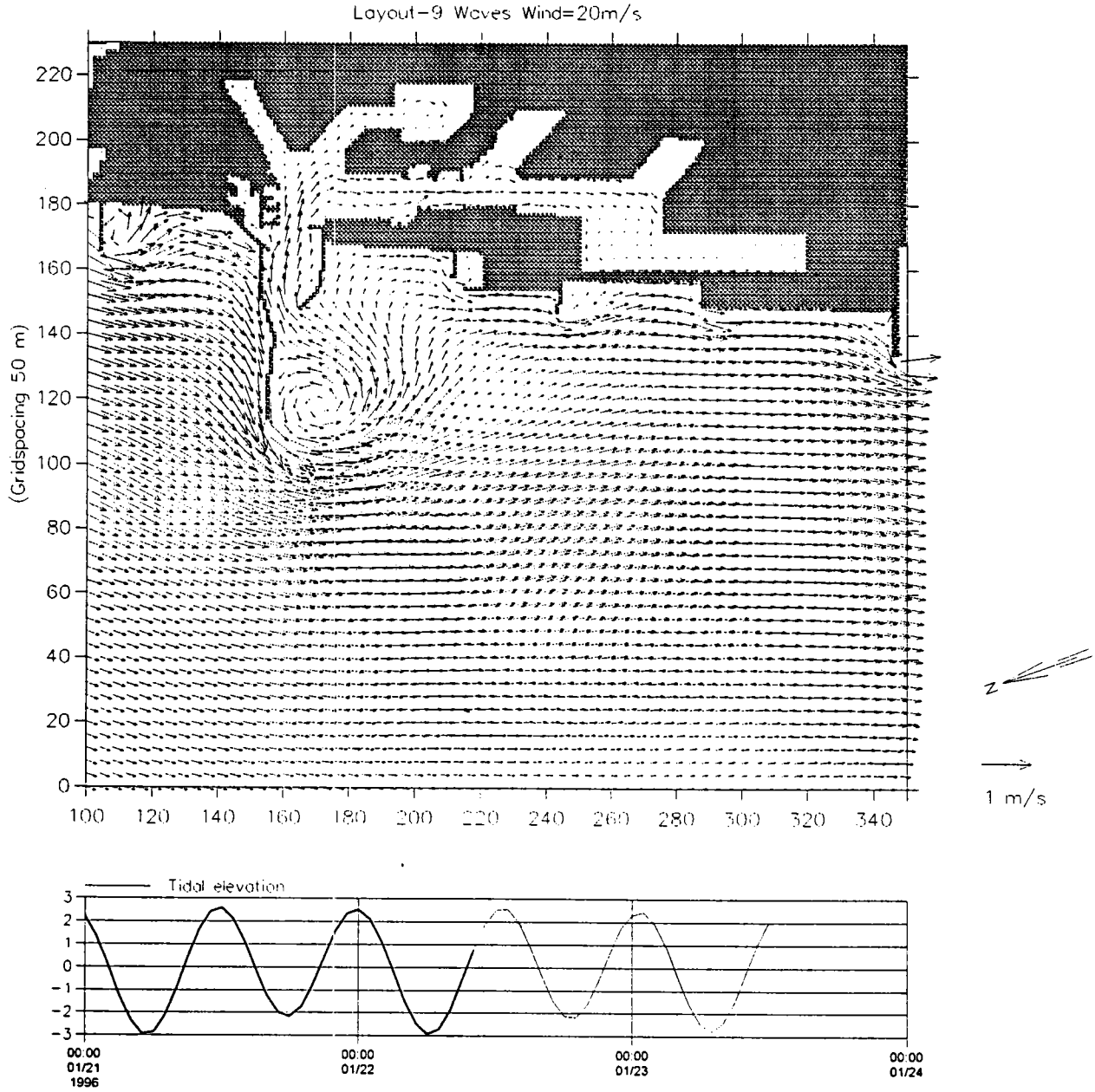

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

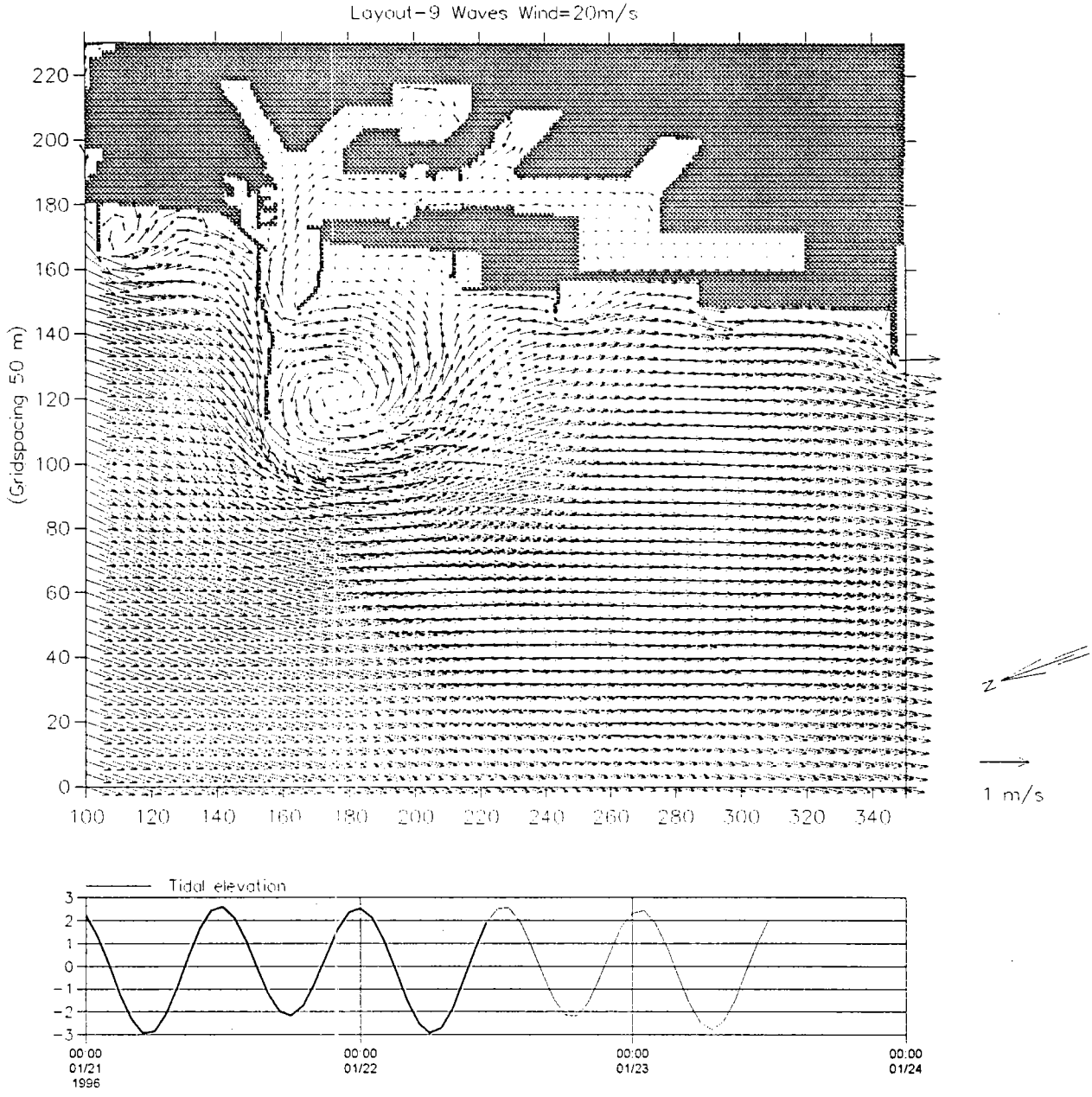

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

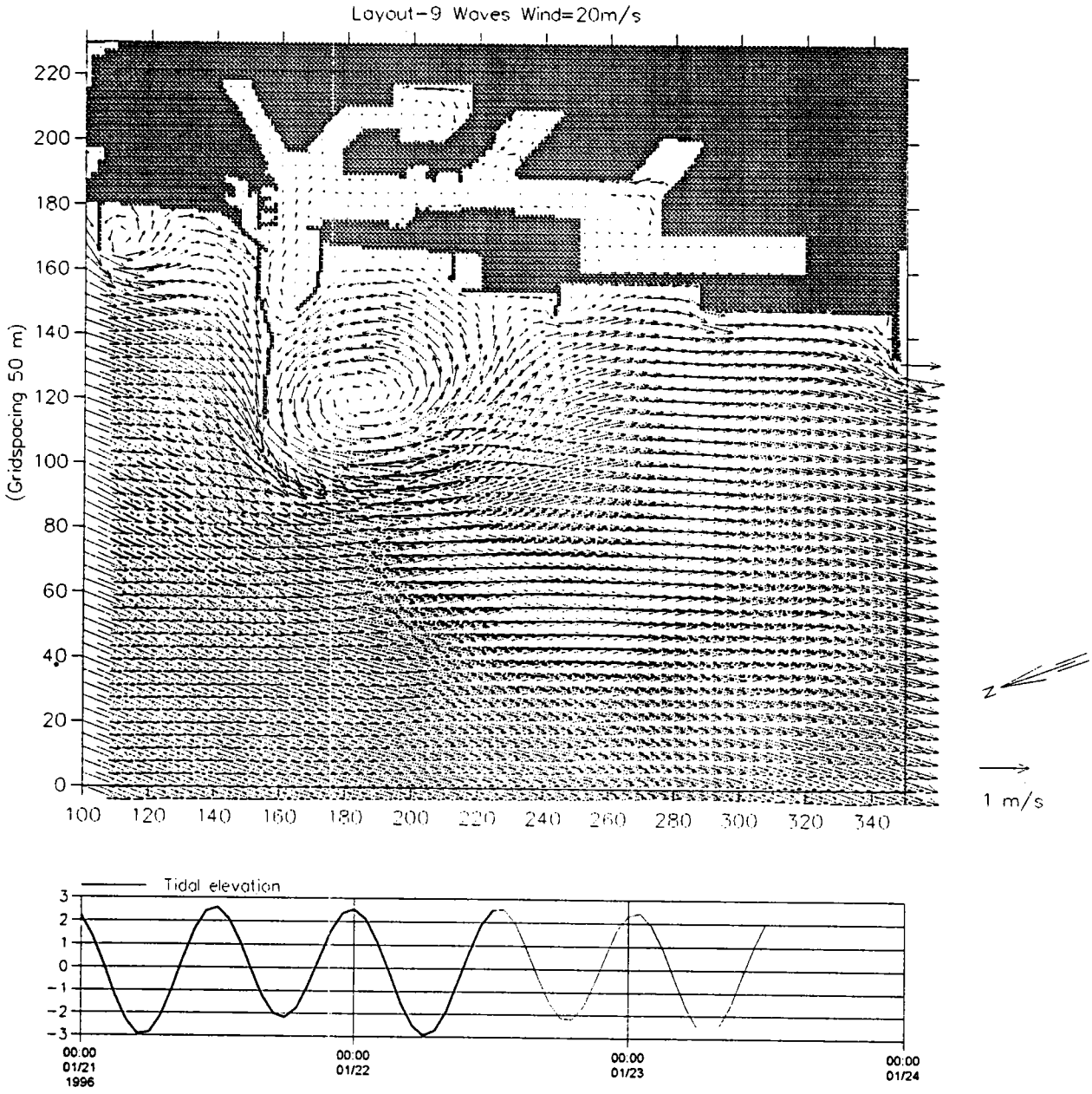

Layout-9 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-10a

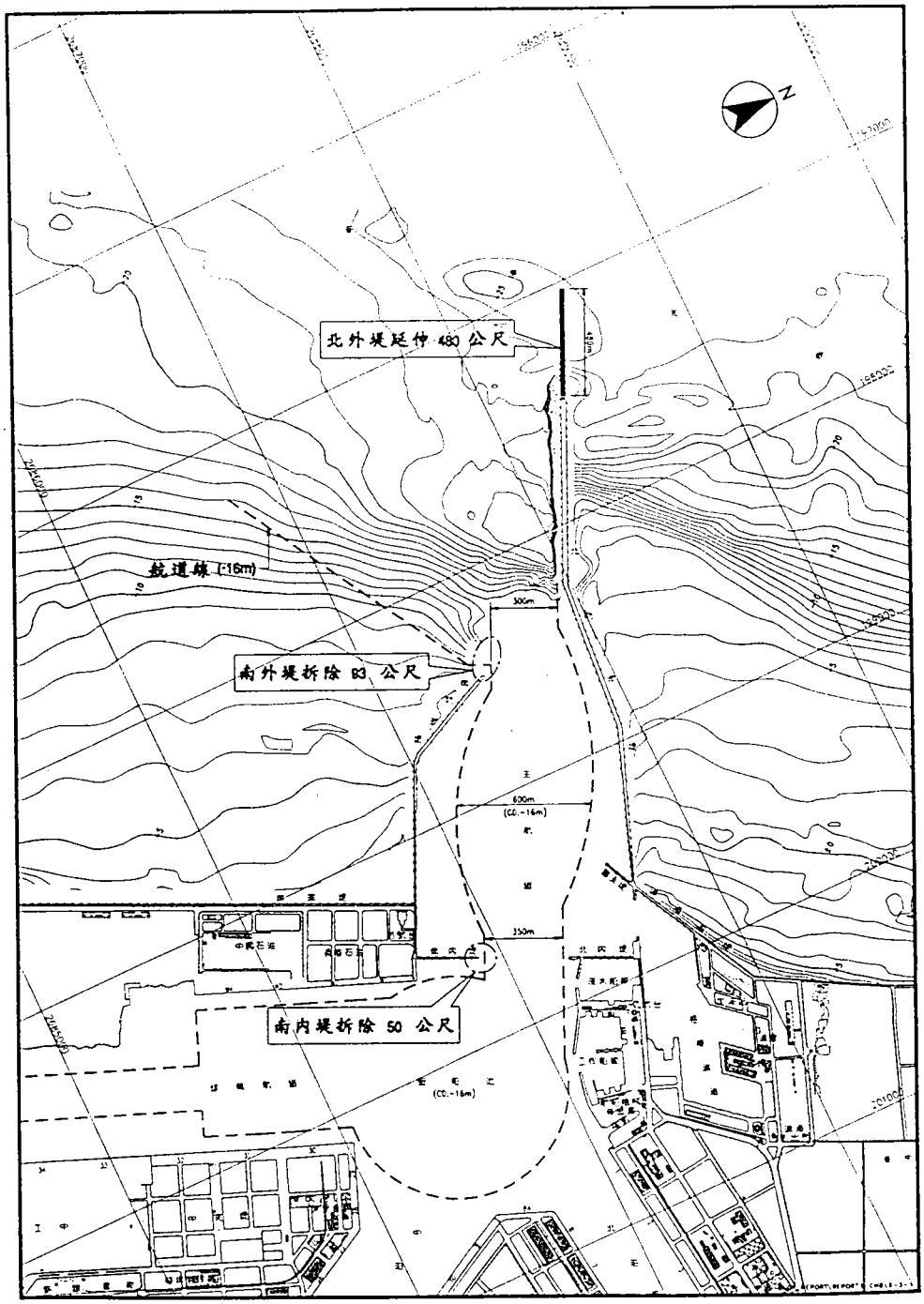
台中港港口二期擴建規劃---替選方案十

風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

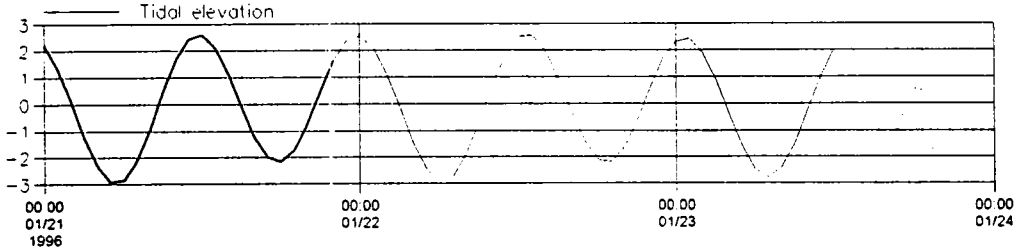
風速：恒常 15m/s；　風向：NE

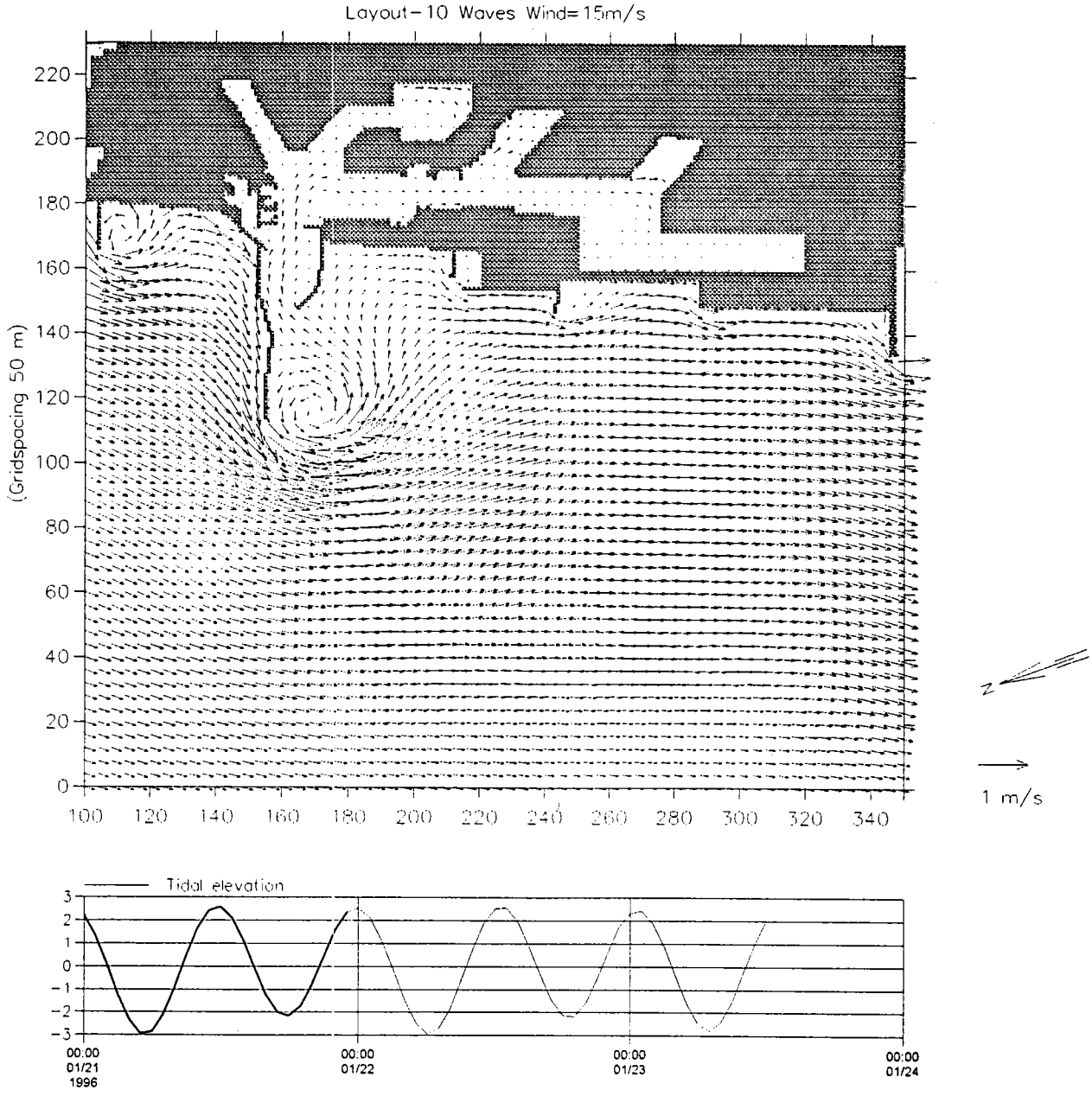
波浪：H_0 =3.0m；　T_0 =8.0s；　θ_0 =NE

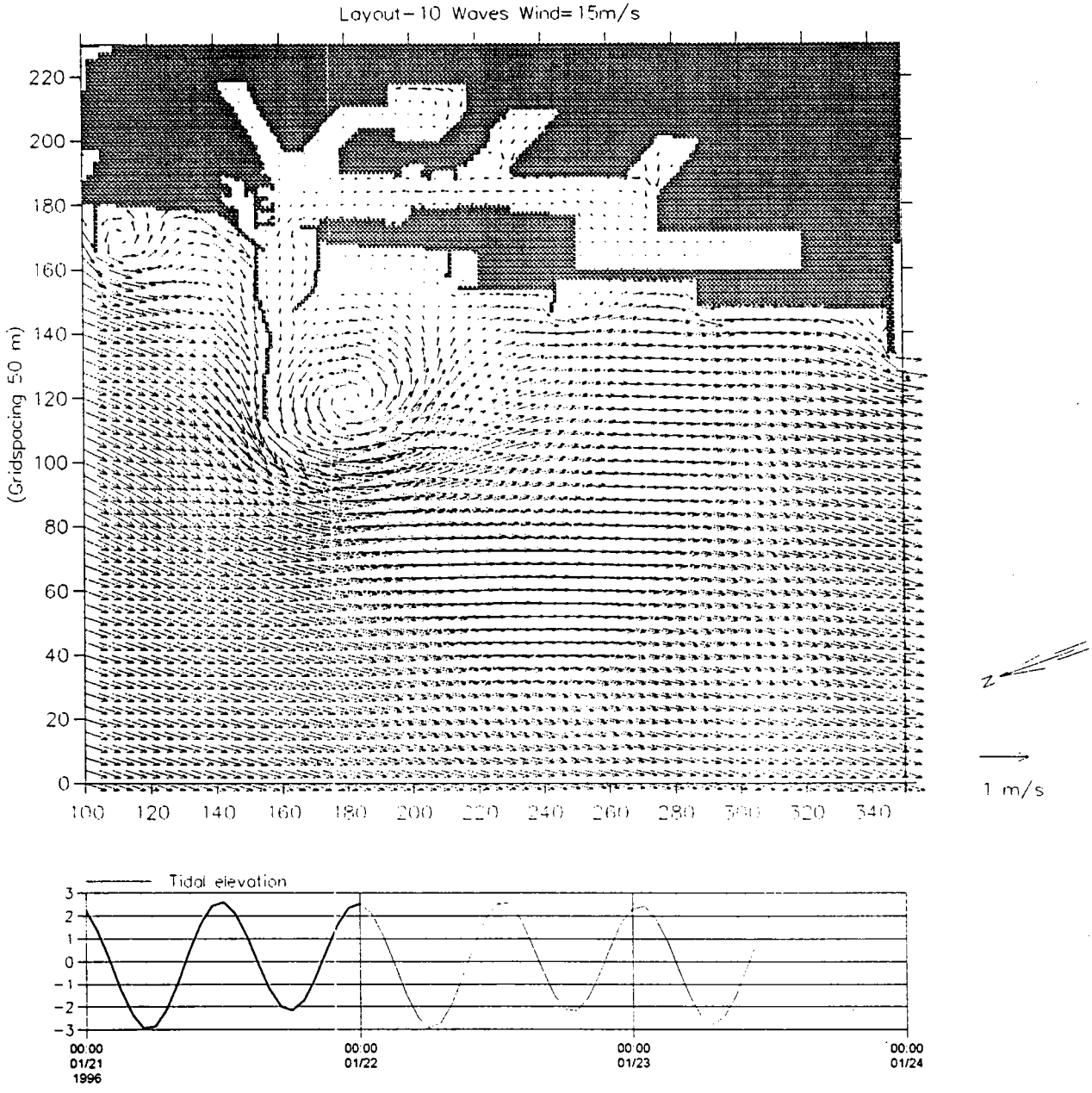
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

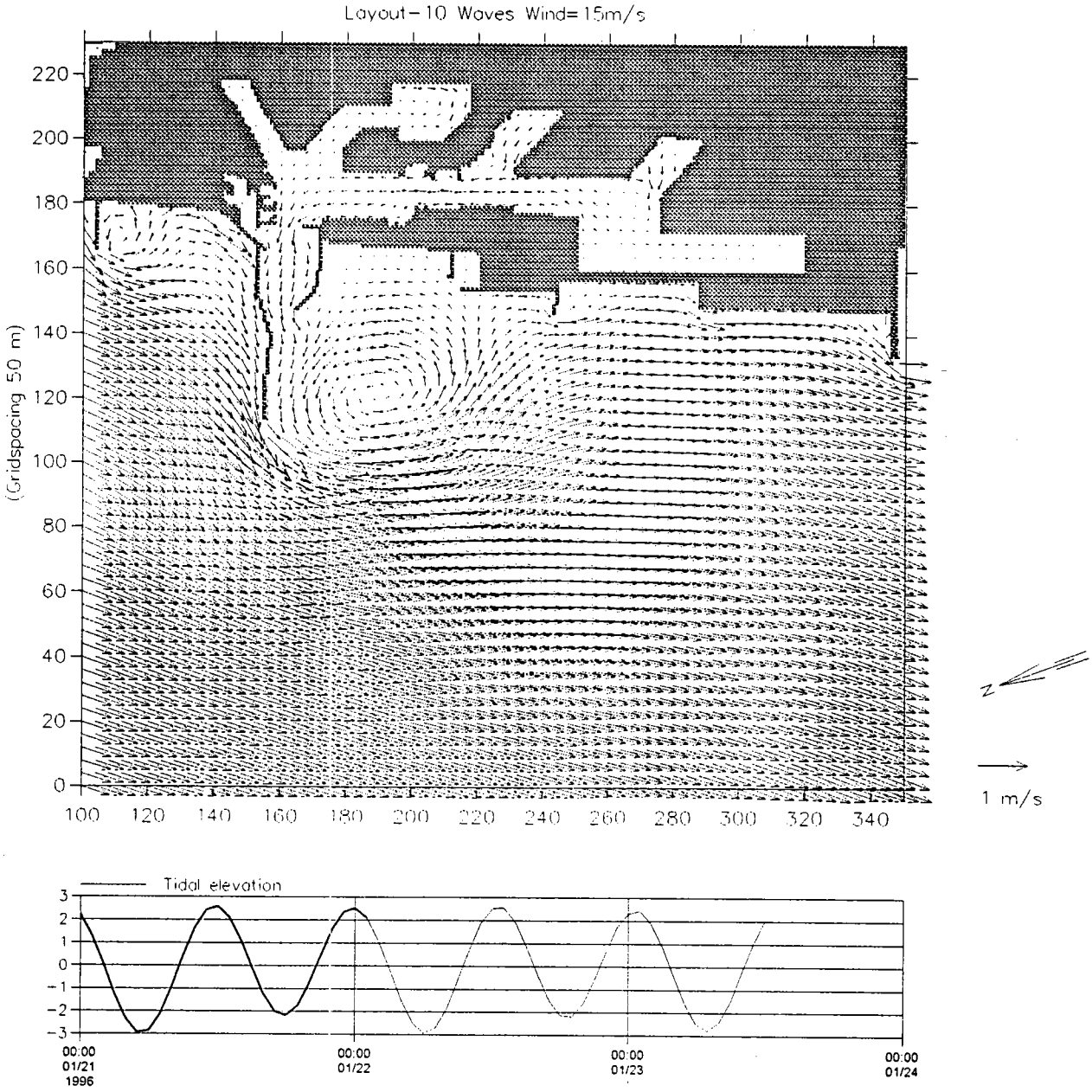



Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

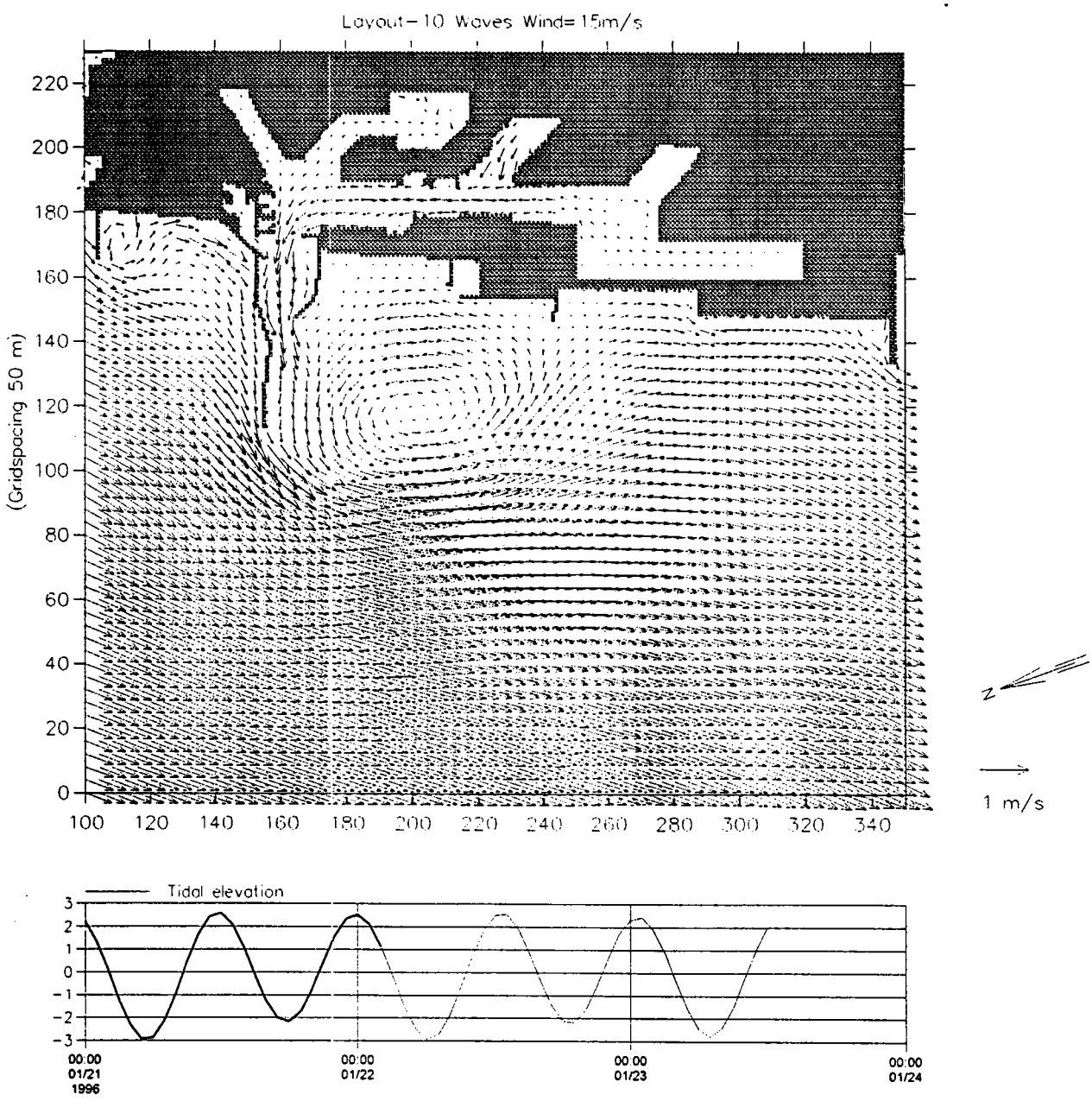

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00 00
01/21
1996
00:00
01/22
00 00
01/23
00:00
01/24

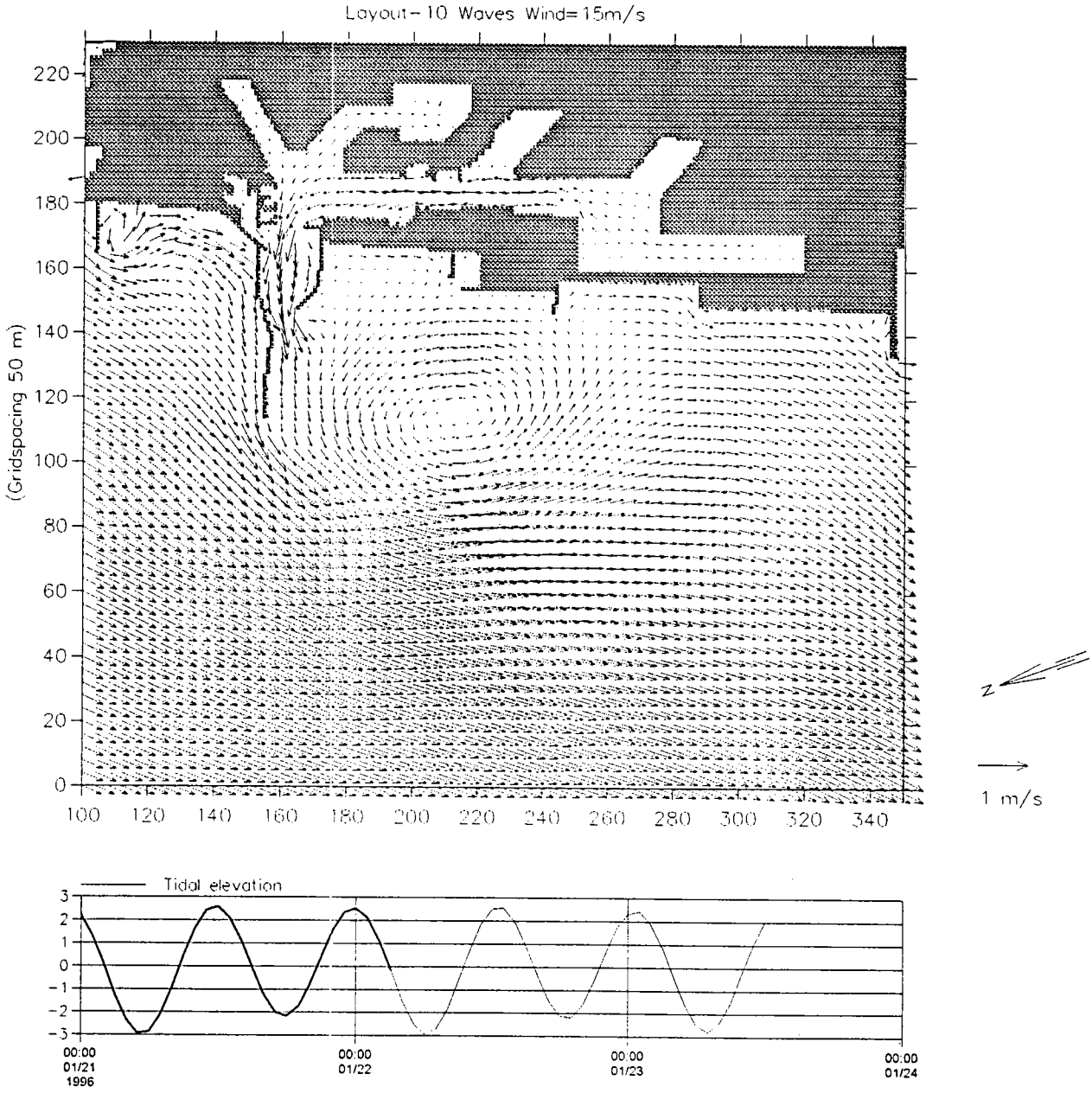

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

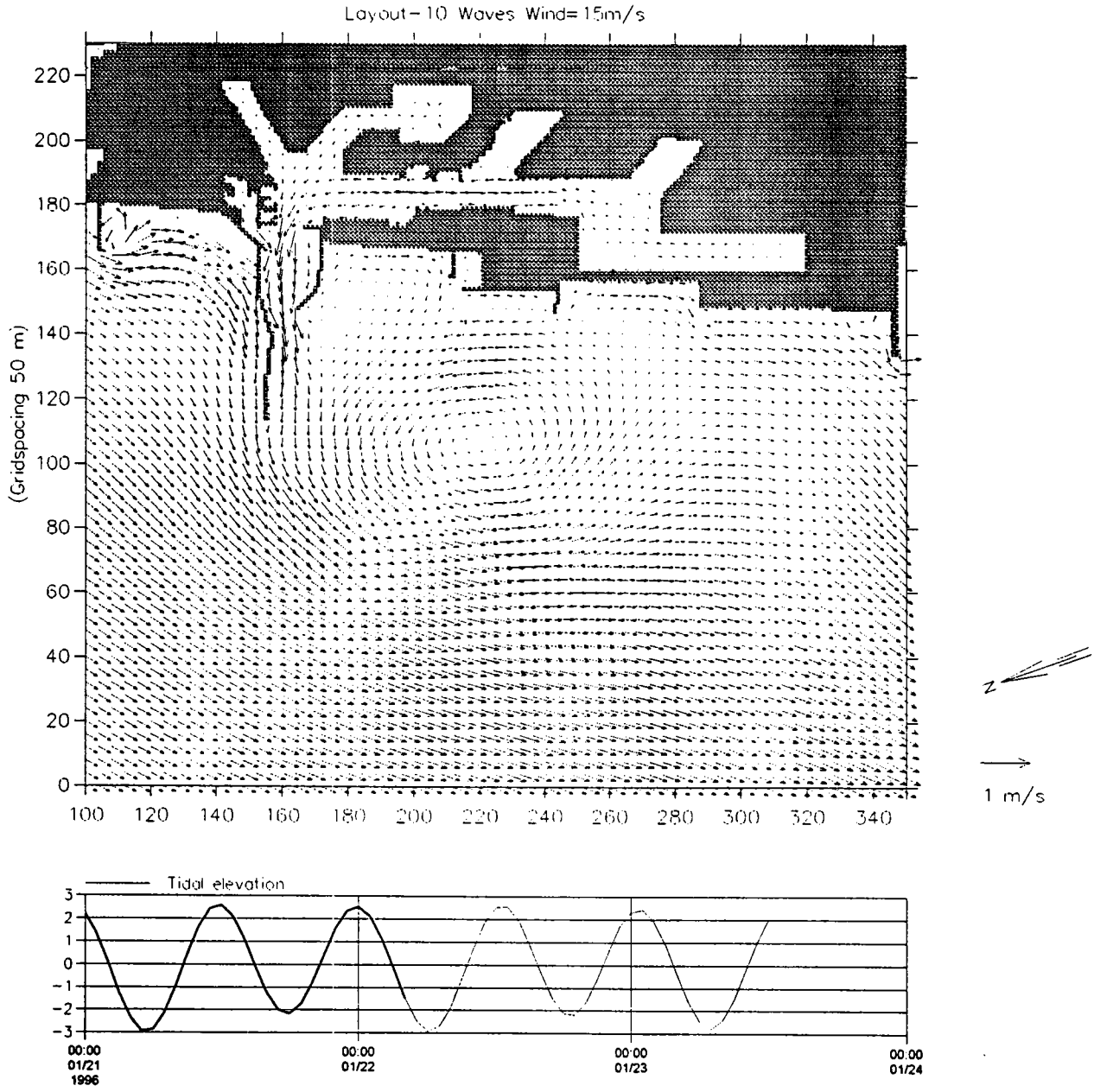

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

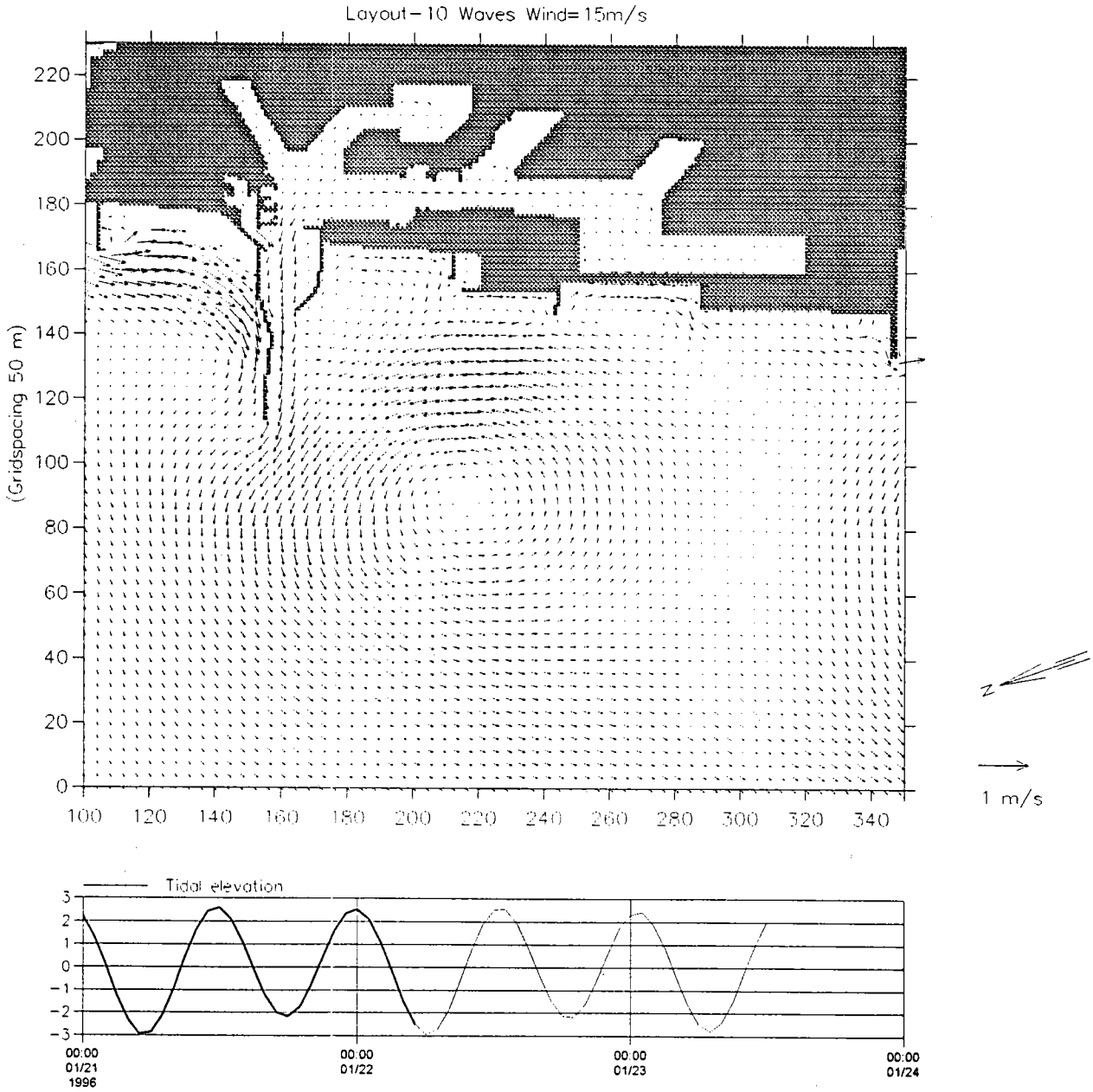

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

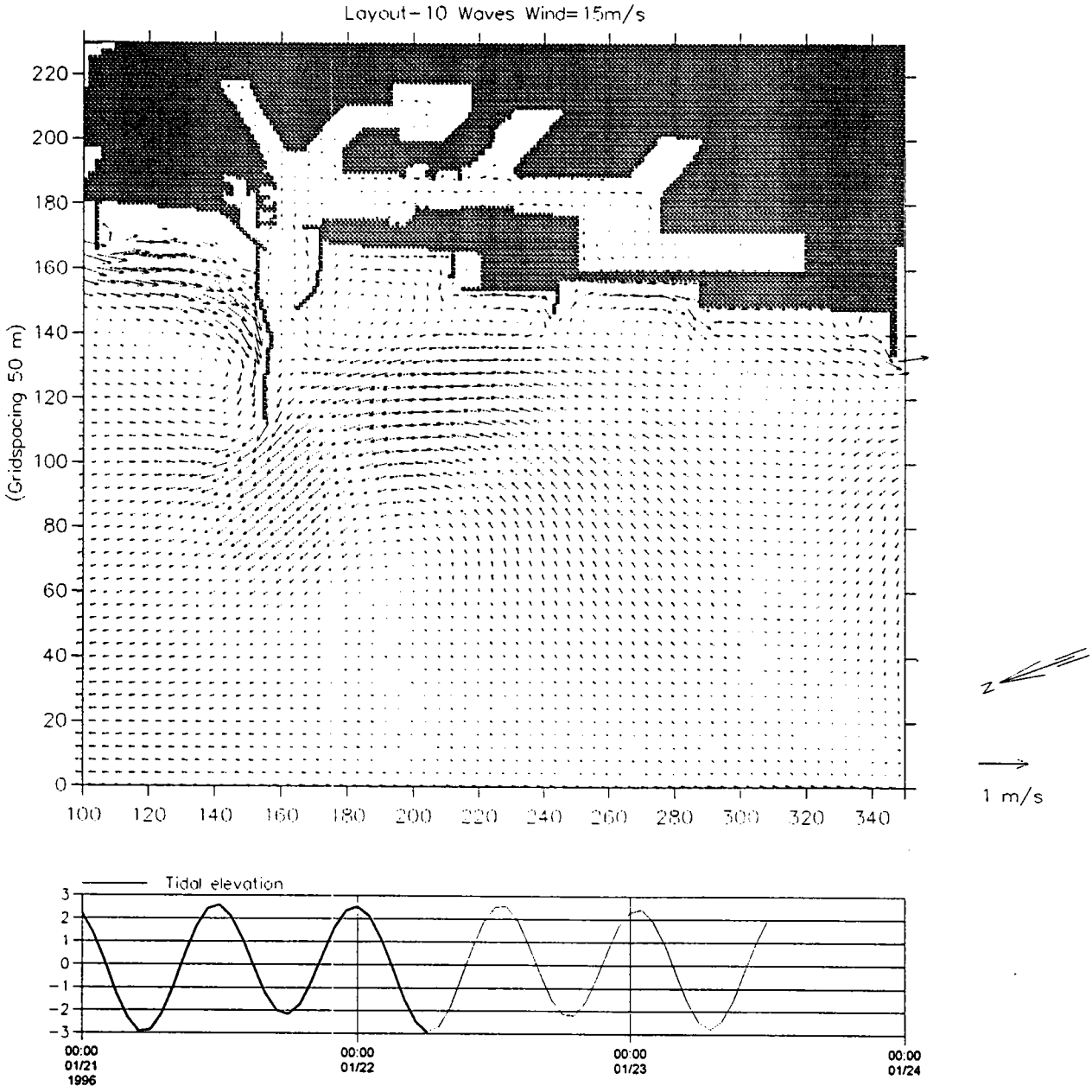
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

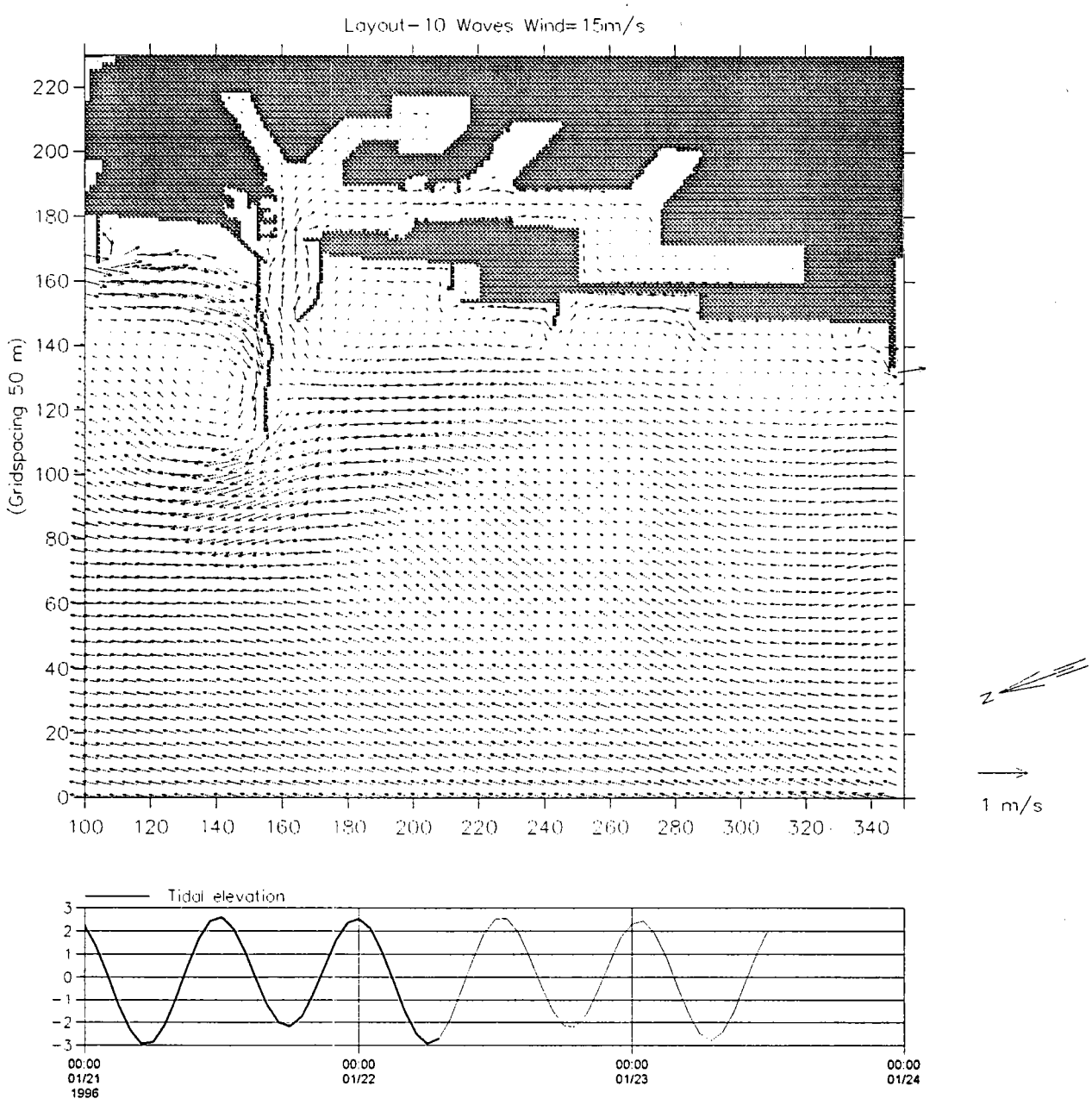

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

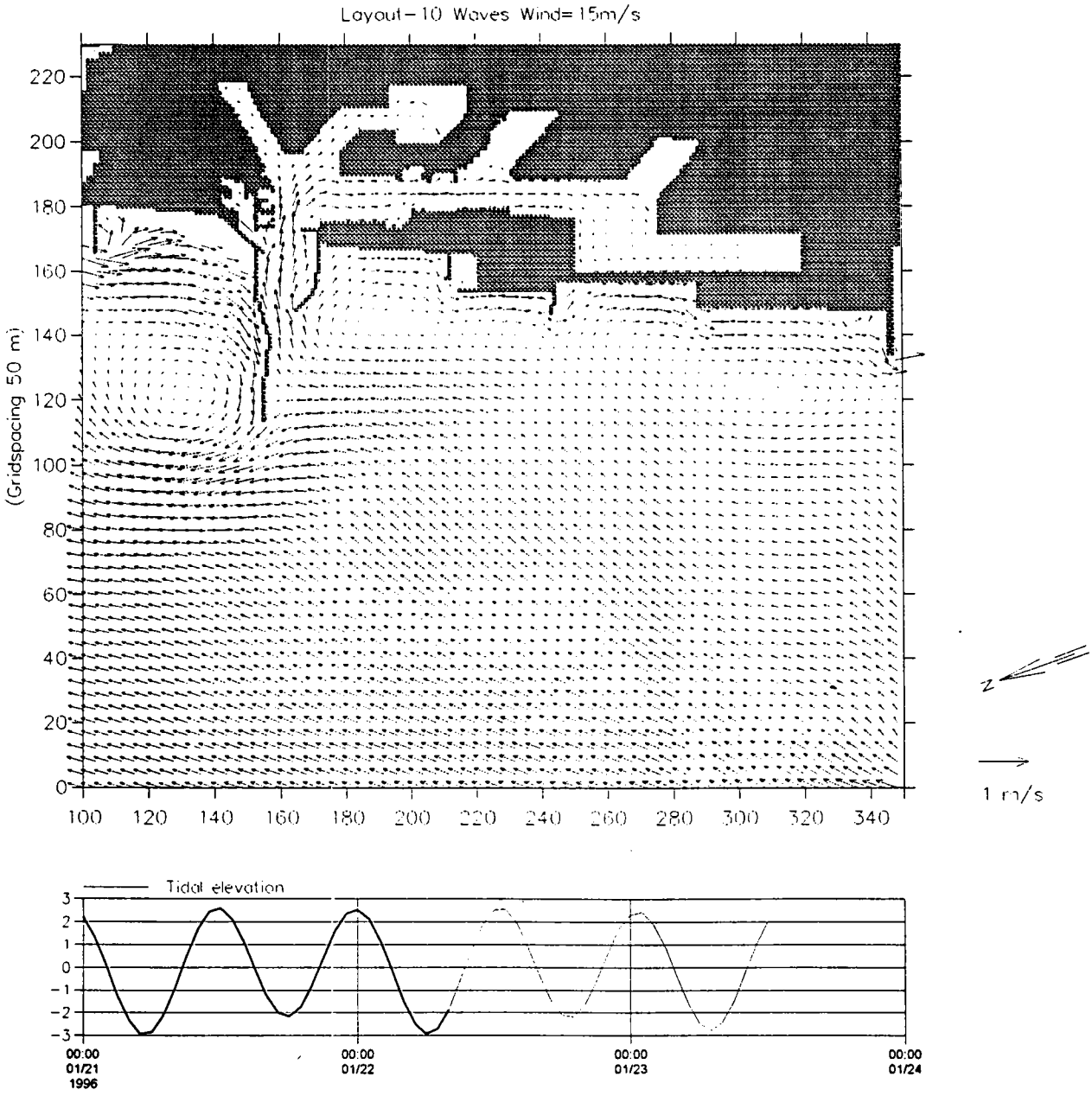

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

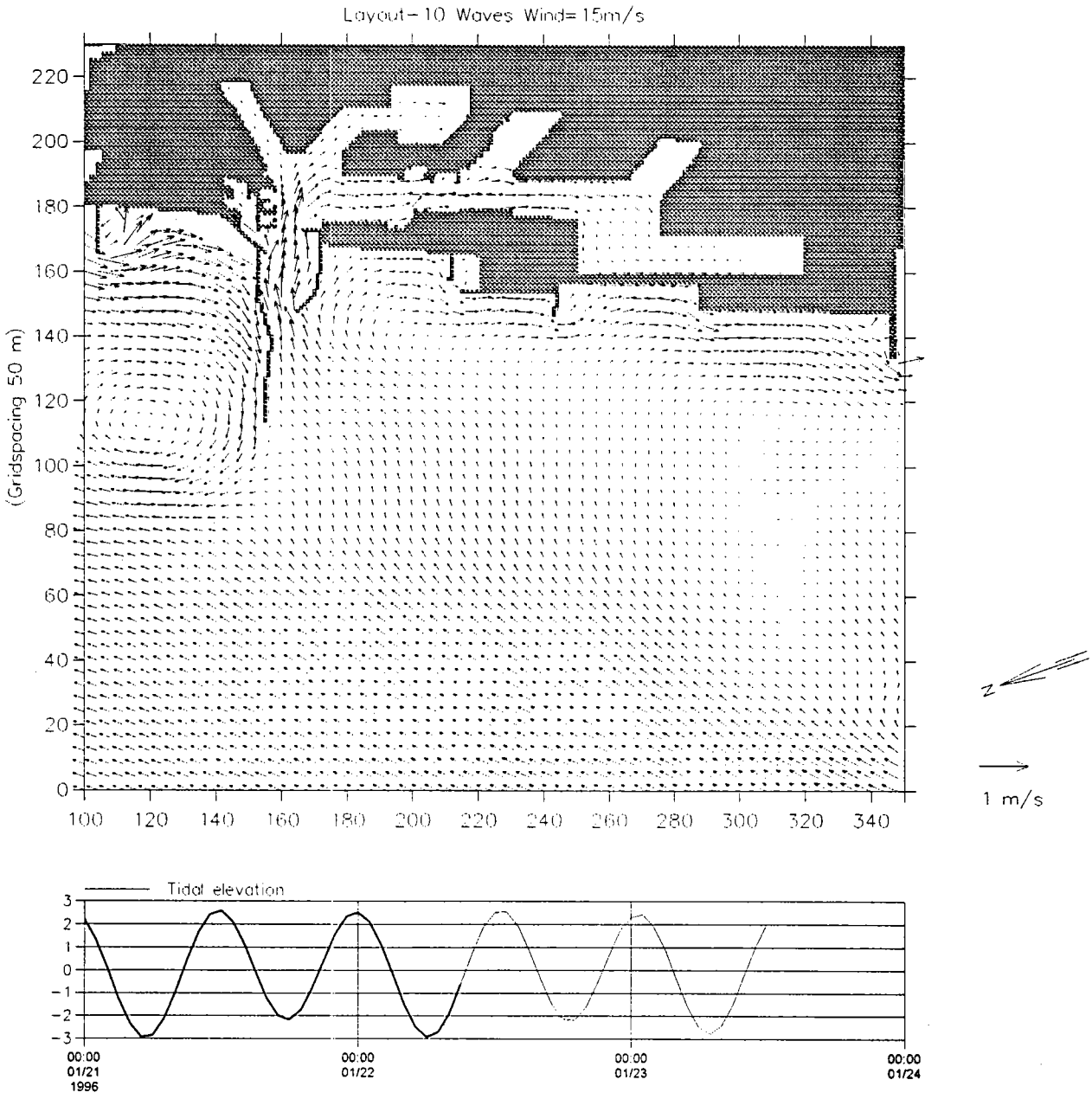

Layout – 10 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
−1
−2
−3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

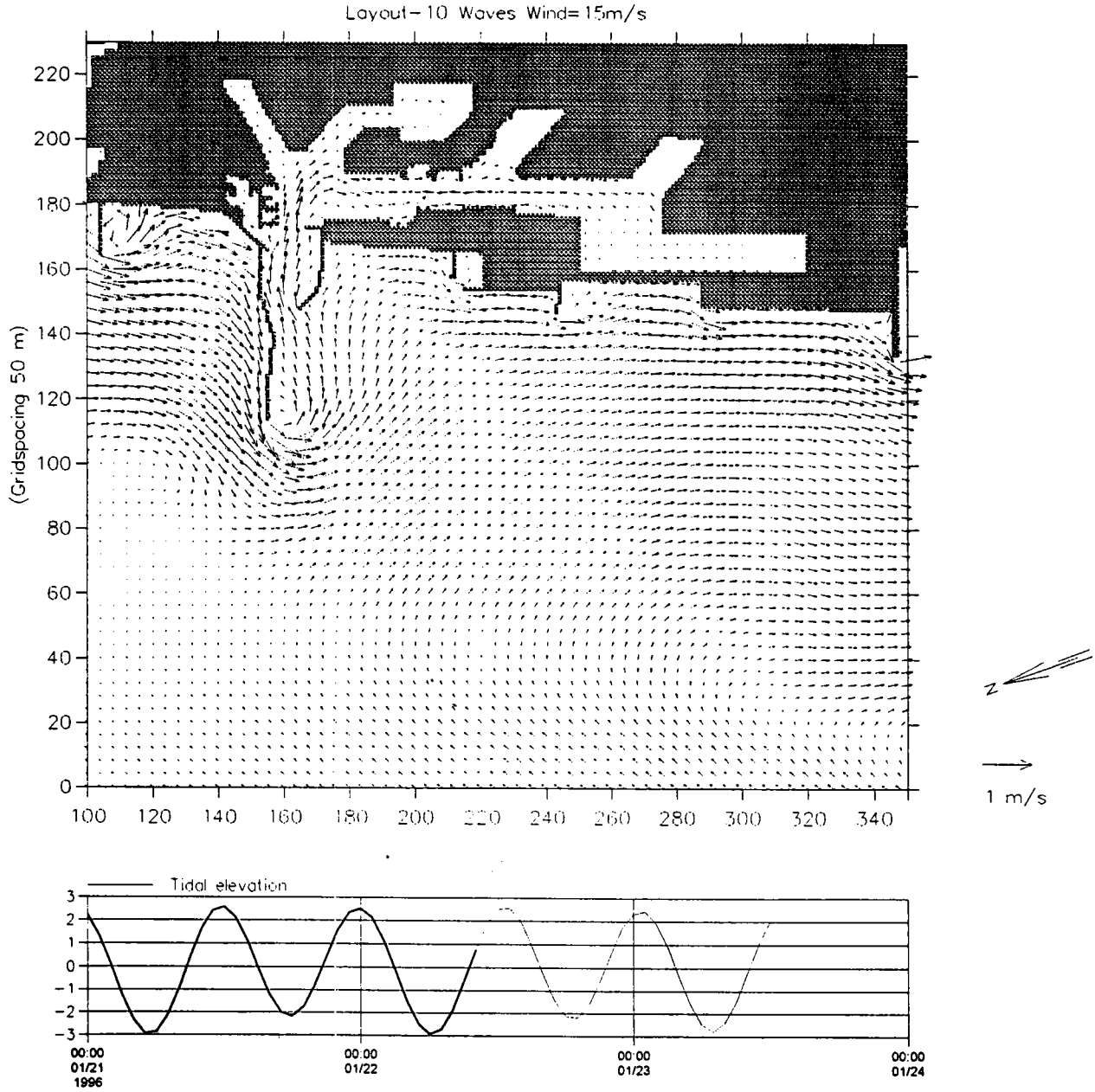

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

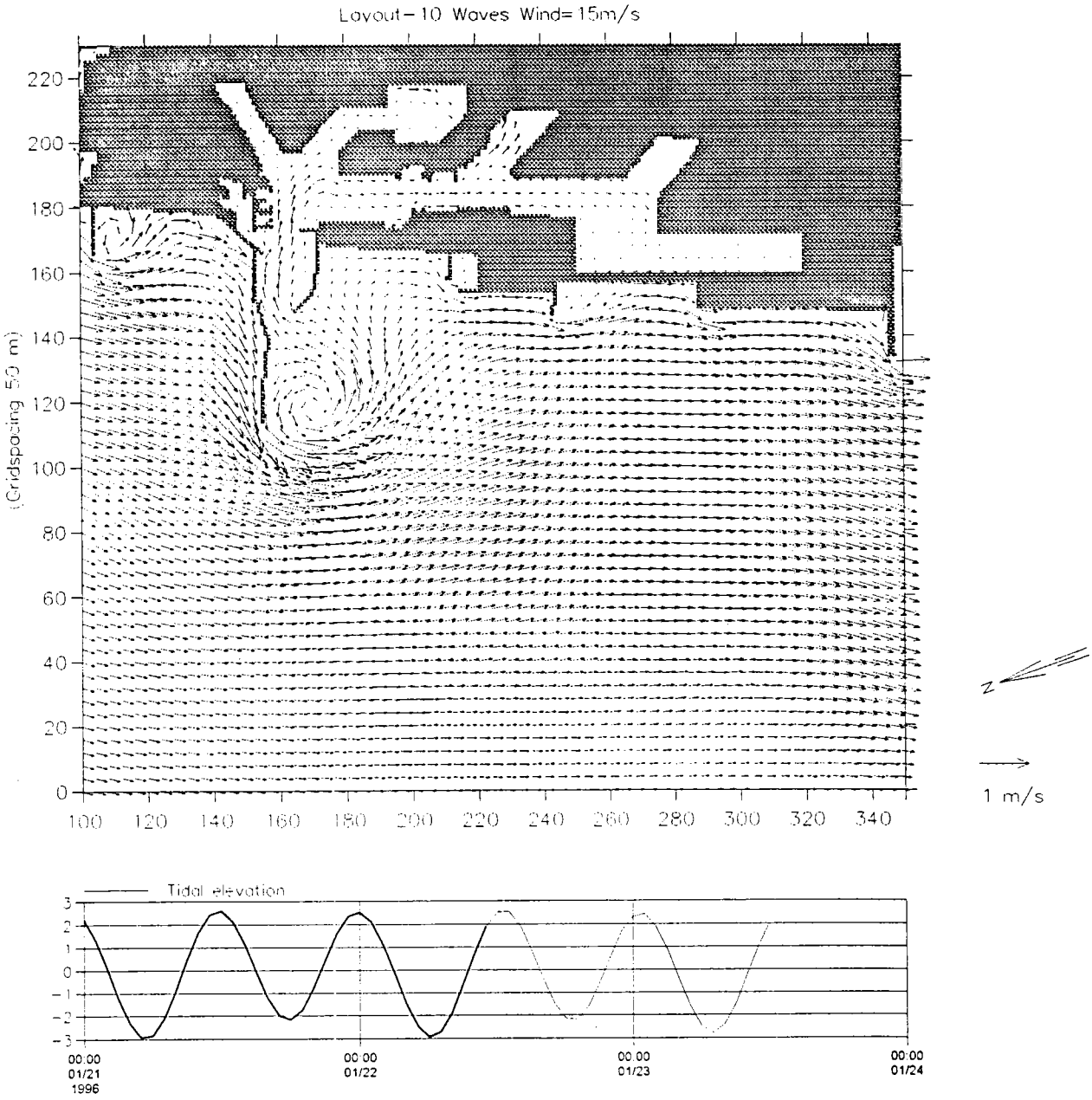

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout – 10 Waves Wind= 15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

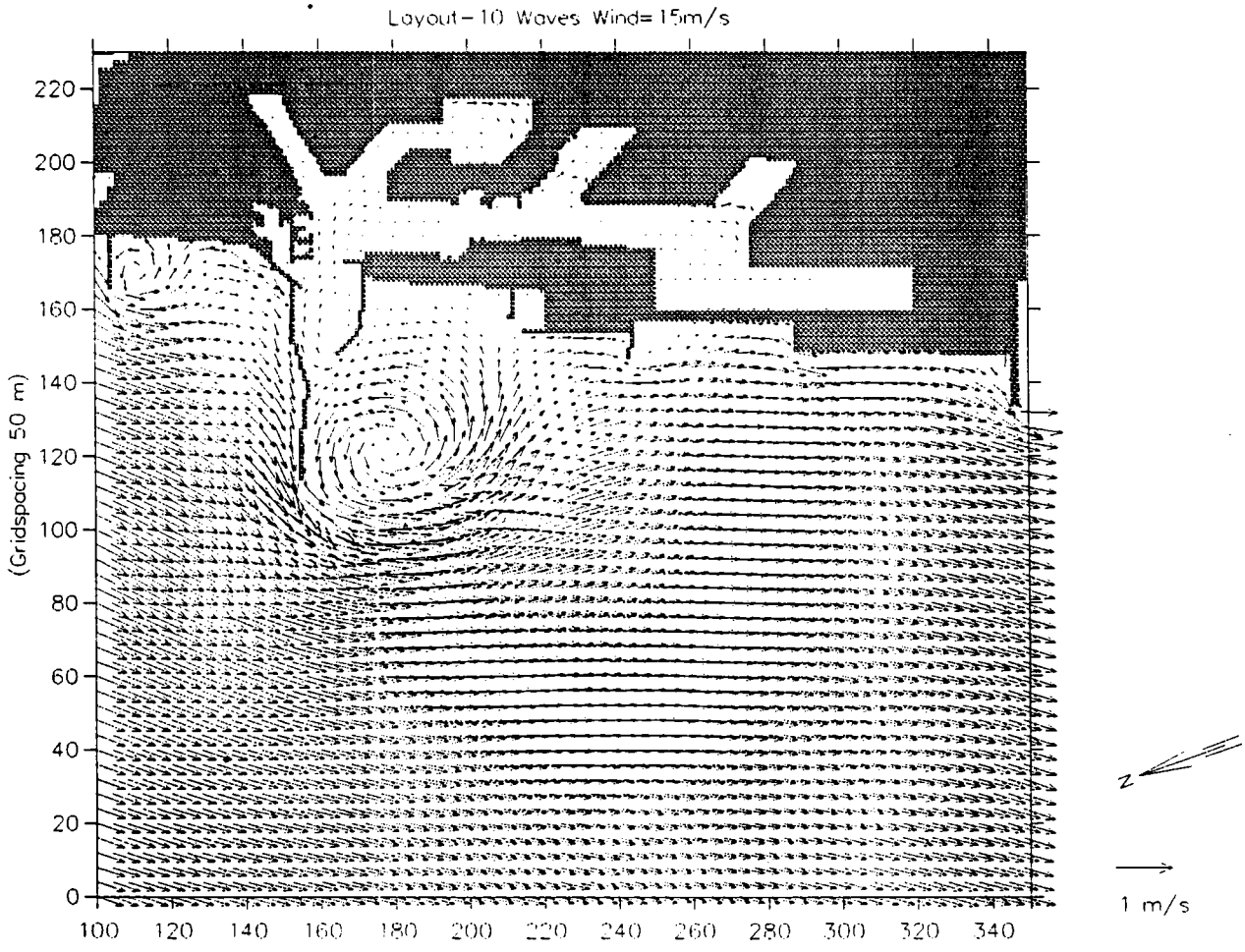

Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-10 Waves Wind=15m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s

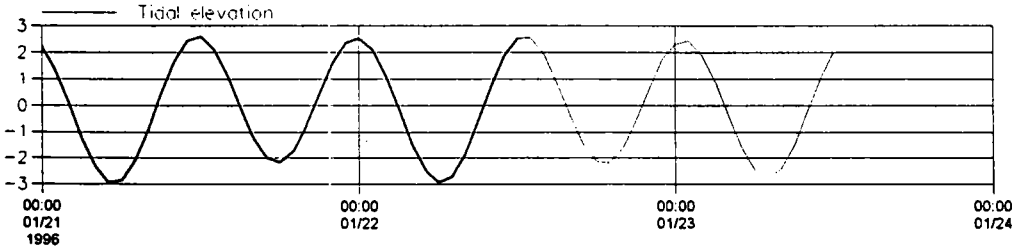

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

圖 4-2-10b

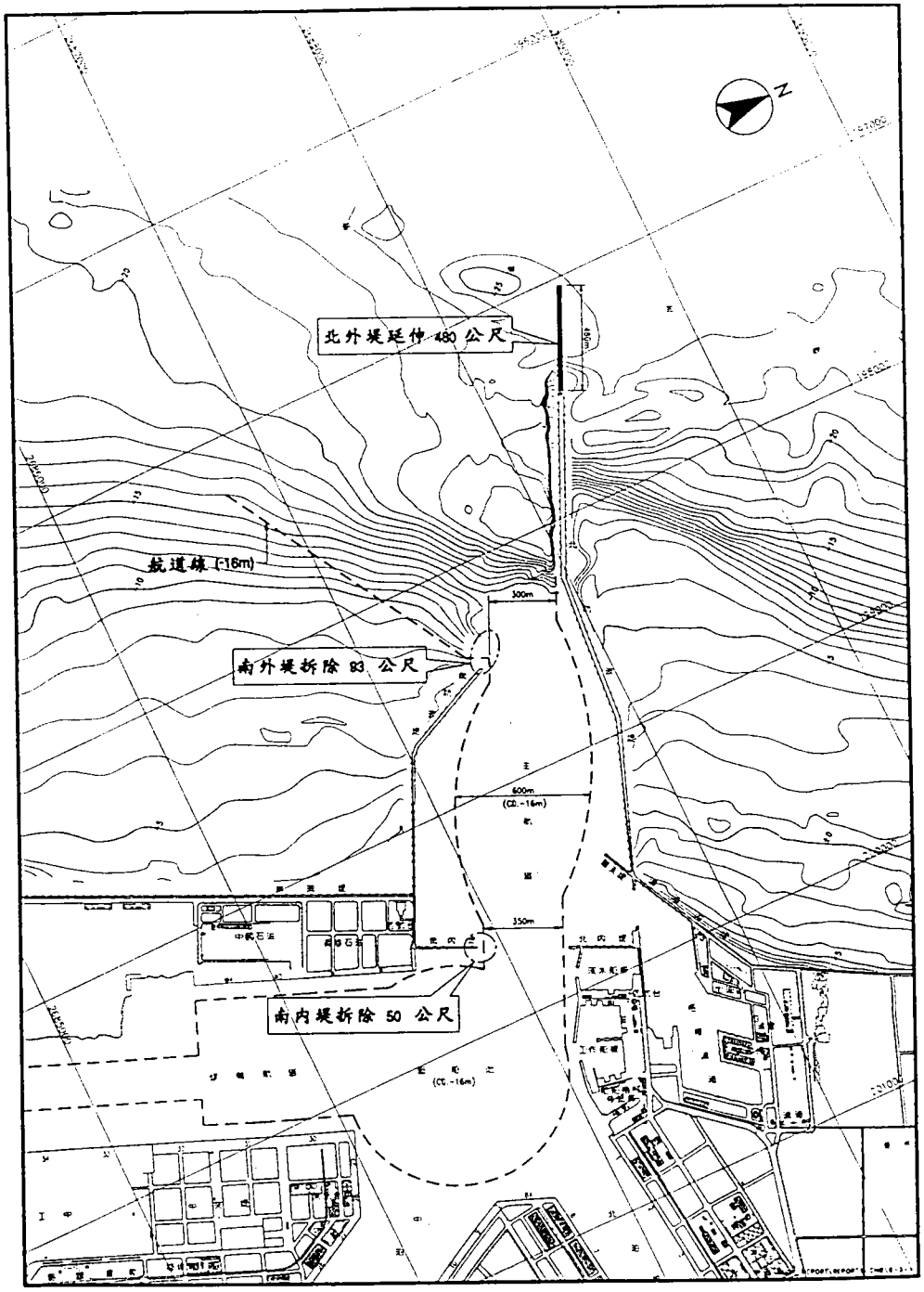
台中港港口二期擴建規劃---替選方案十

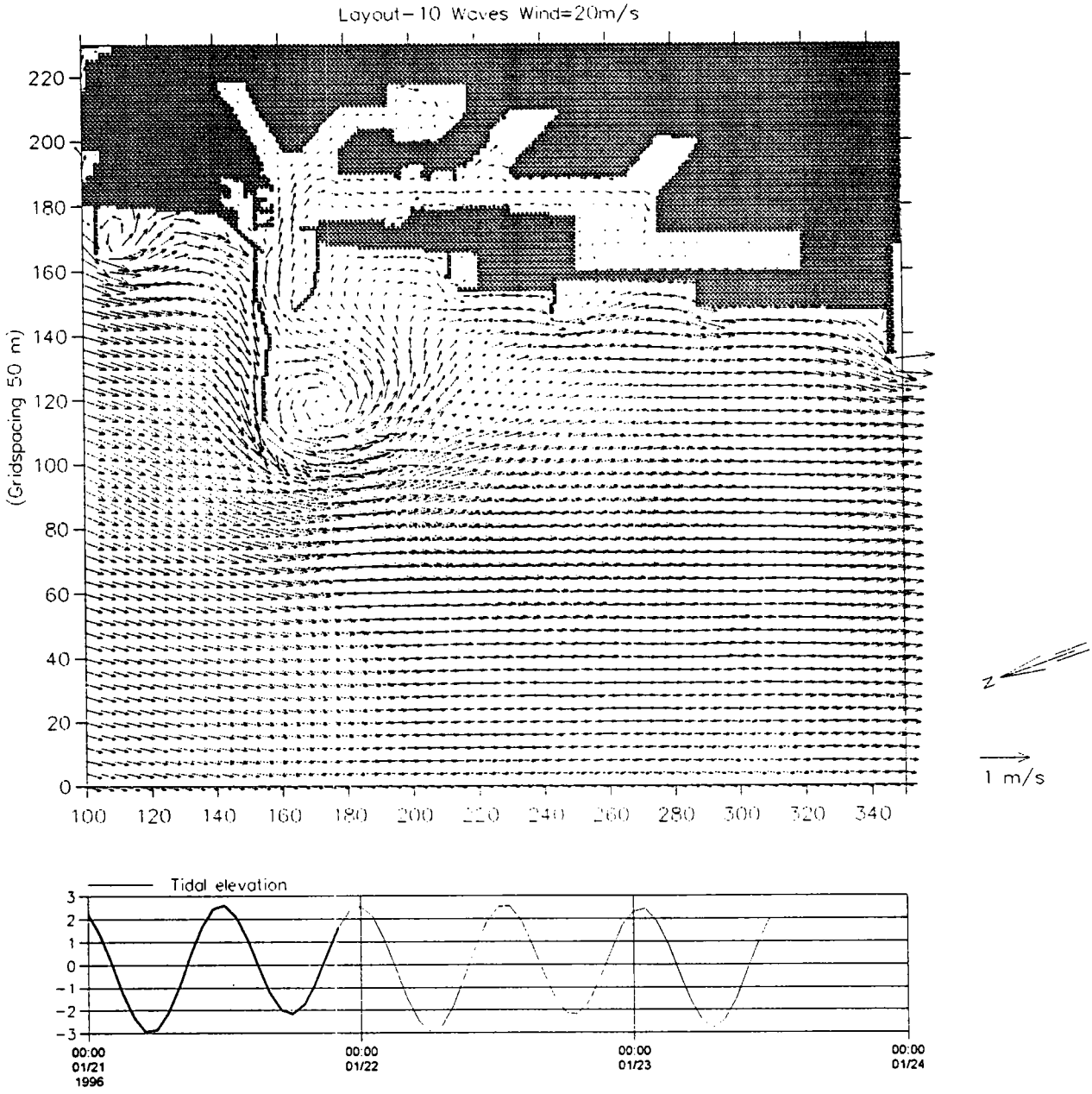
風、浪、潮綜合影響之海流逐時模擬計算結果

風速：恒常 20m/s；　風向：NE

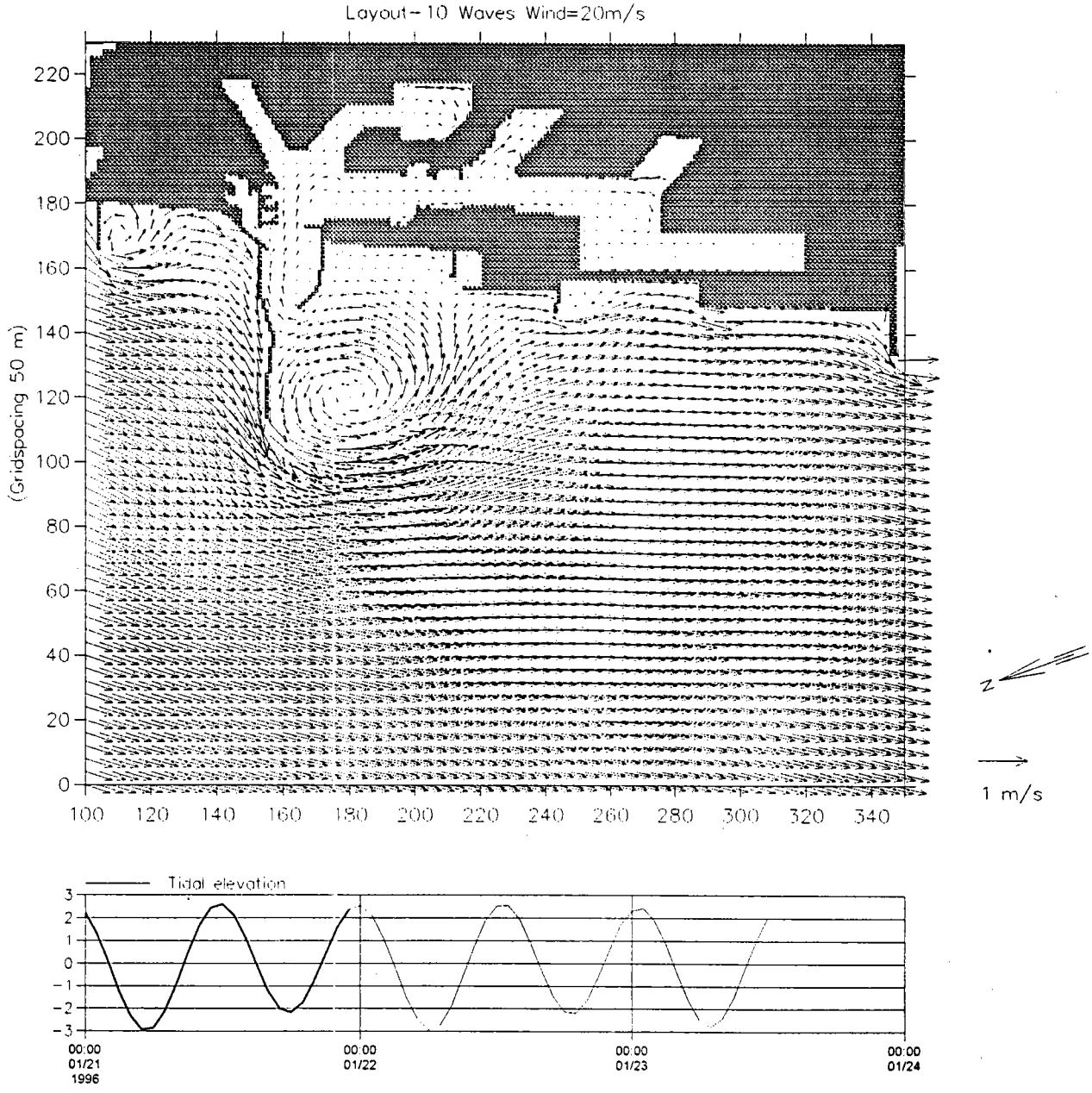
波浪：H_0=3.0m；　T_0=8.0s；　θ_0=NE

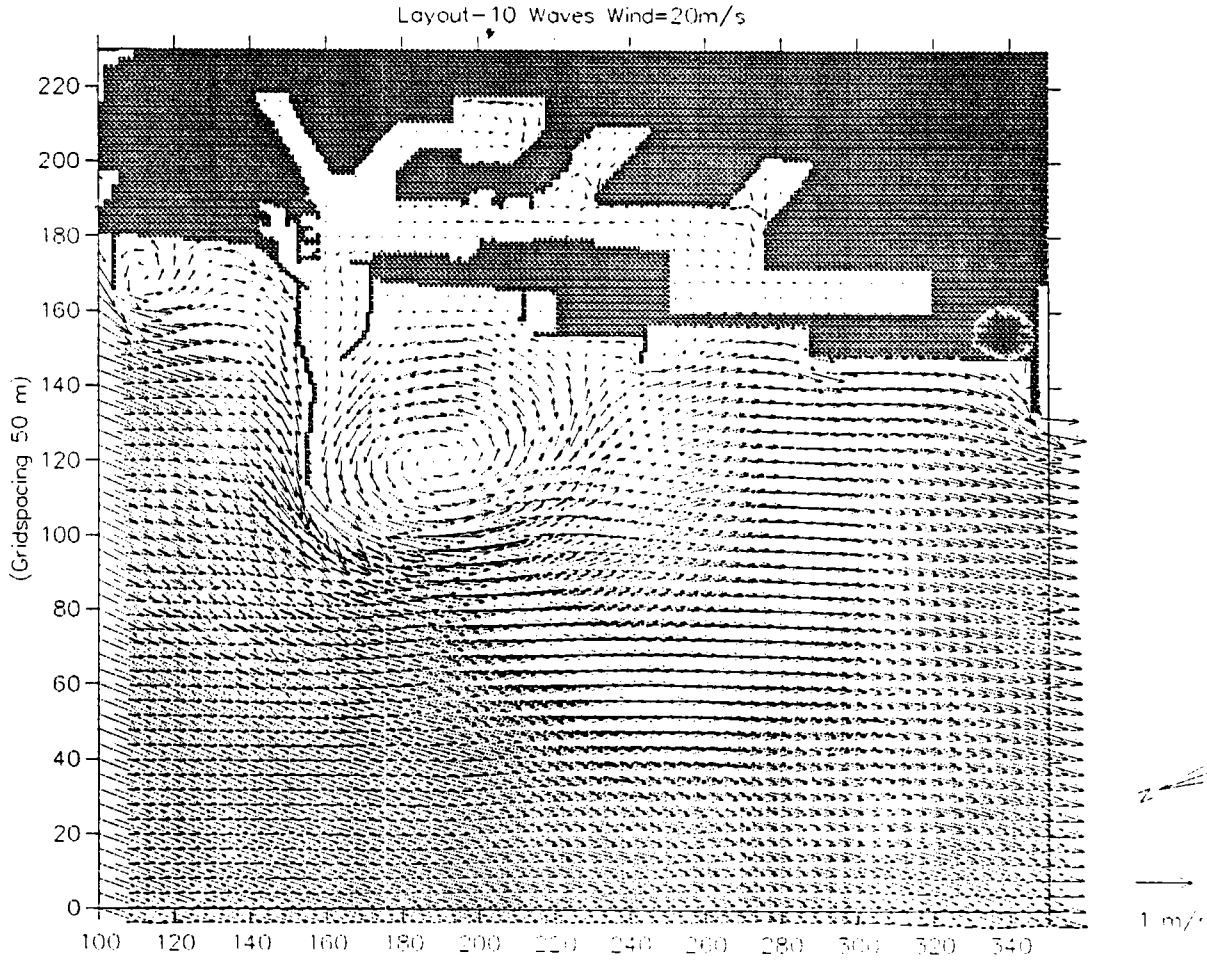
潮汐：台中港 ST-8 潮汐測站實測逐時水位

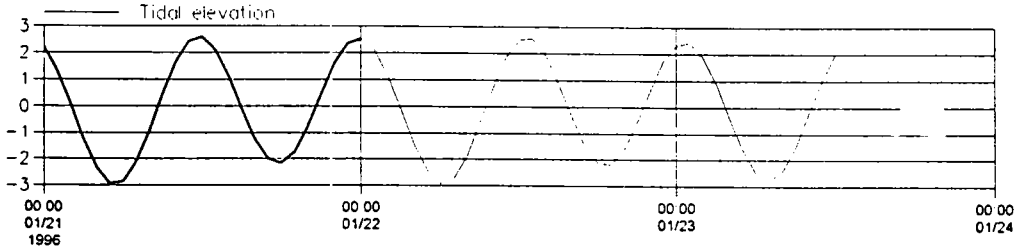


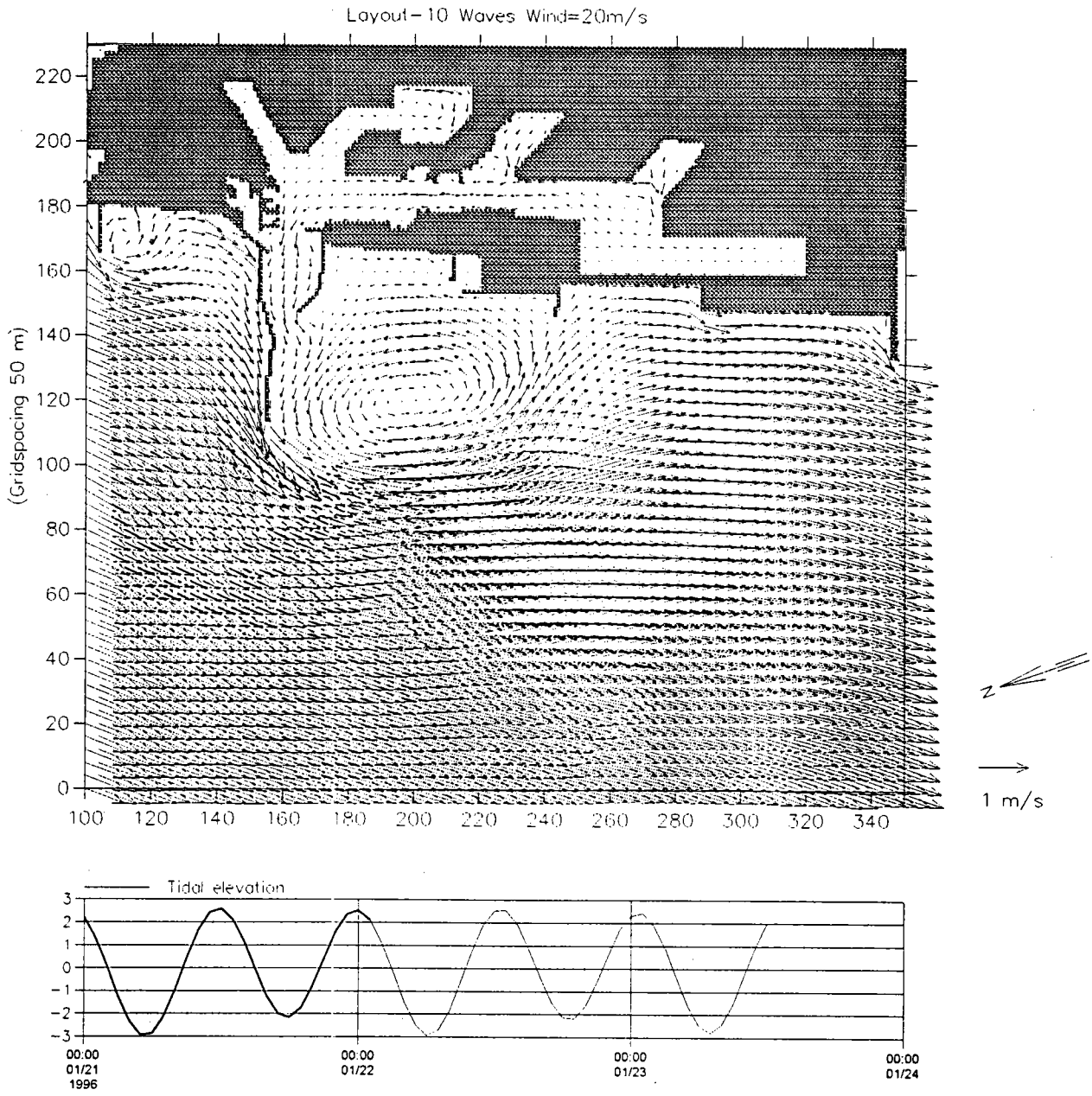

Layout – 10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

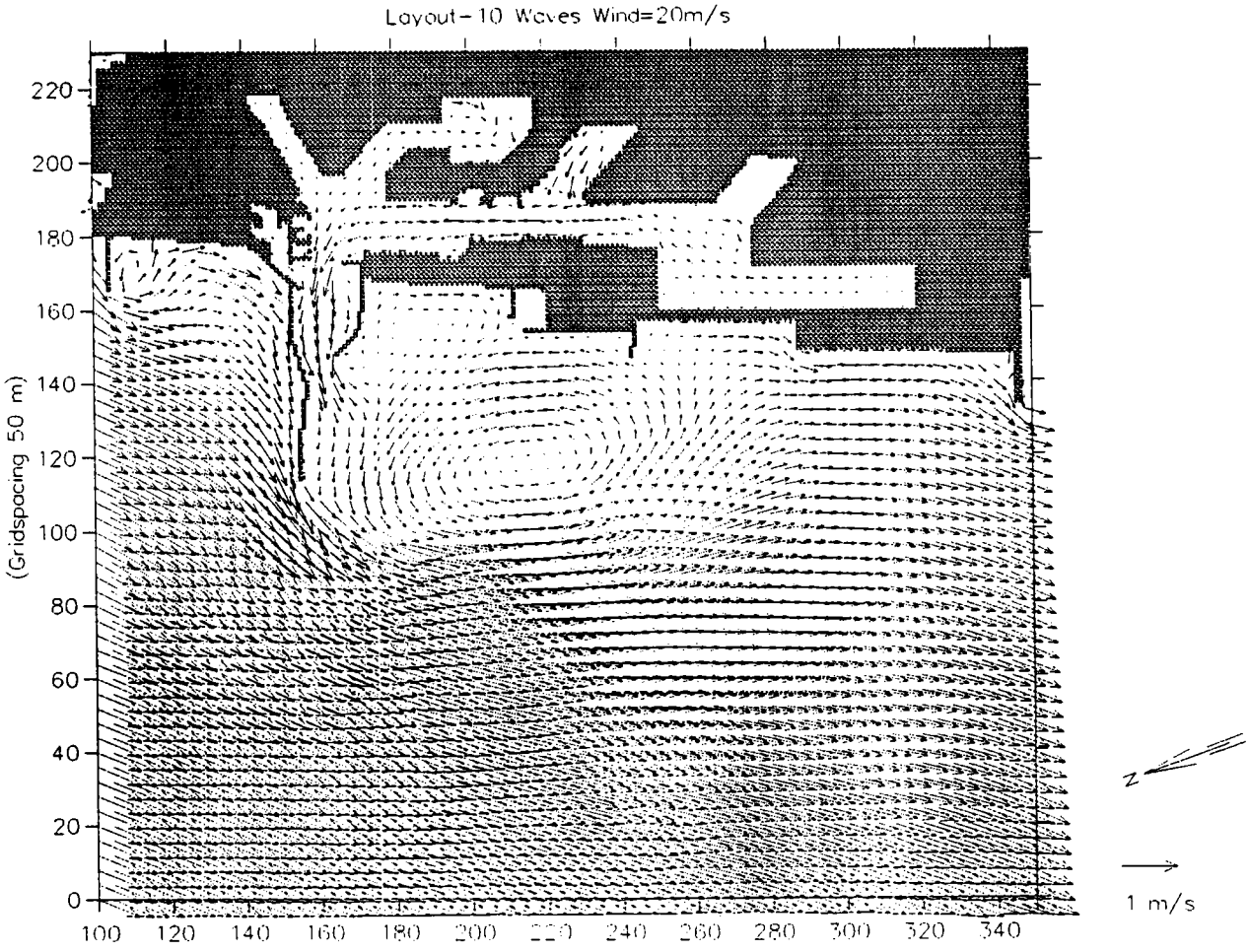
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

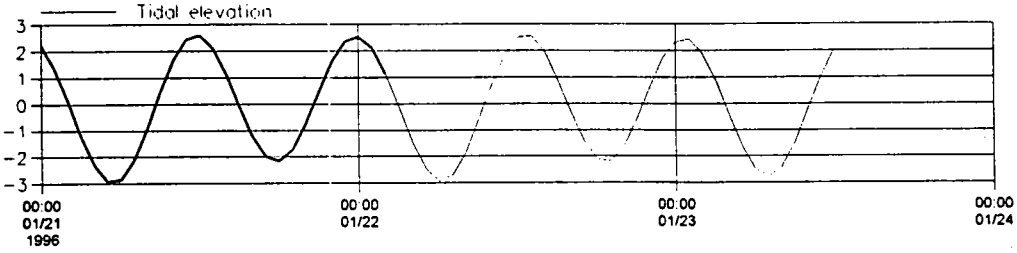

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

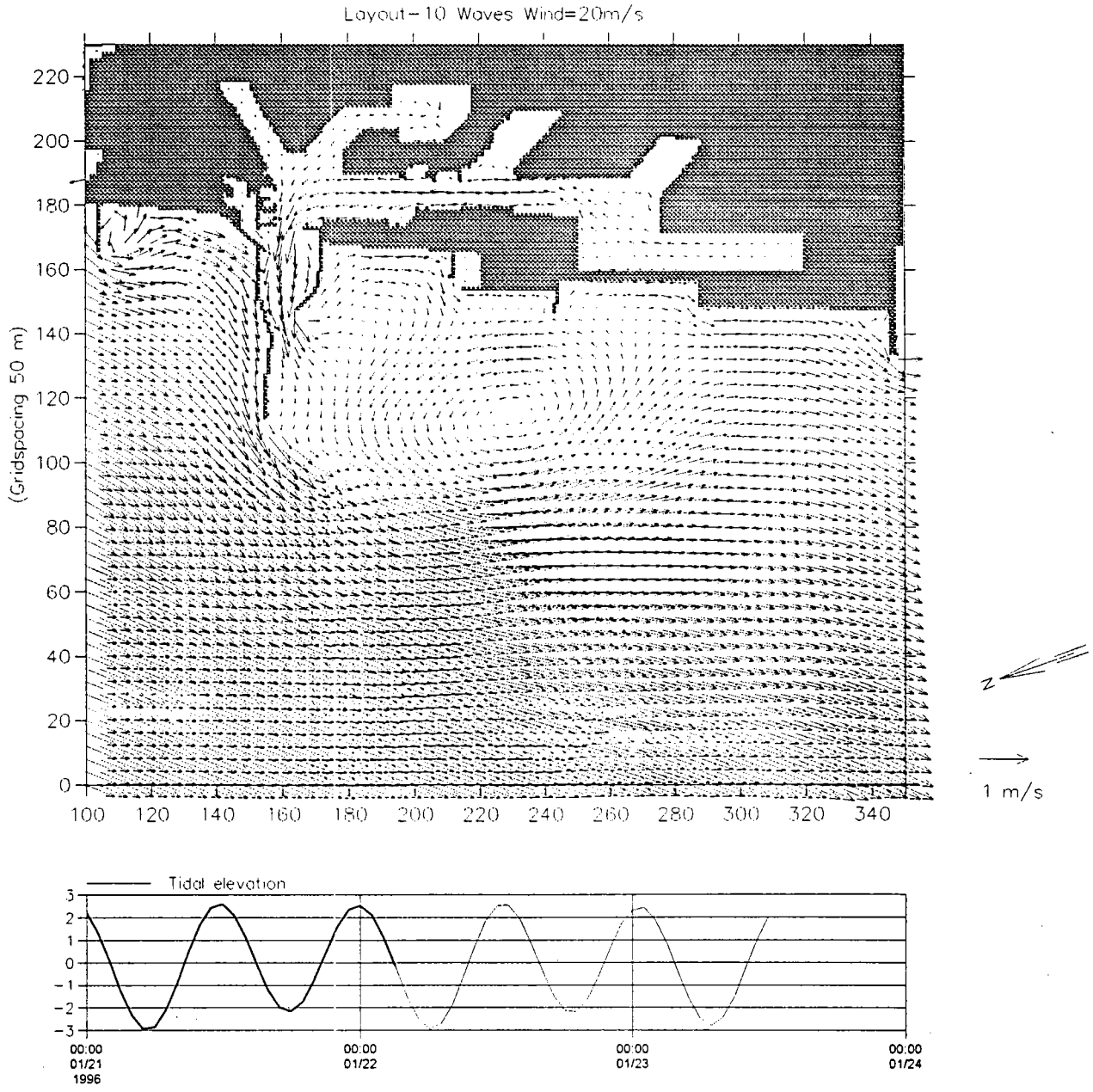

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
240
260
280
320
340
1 m/s

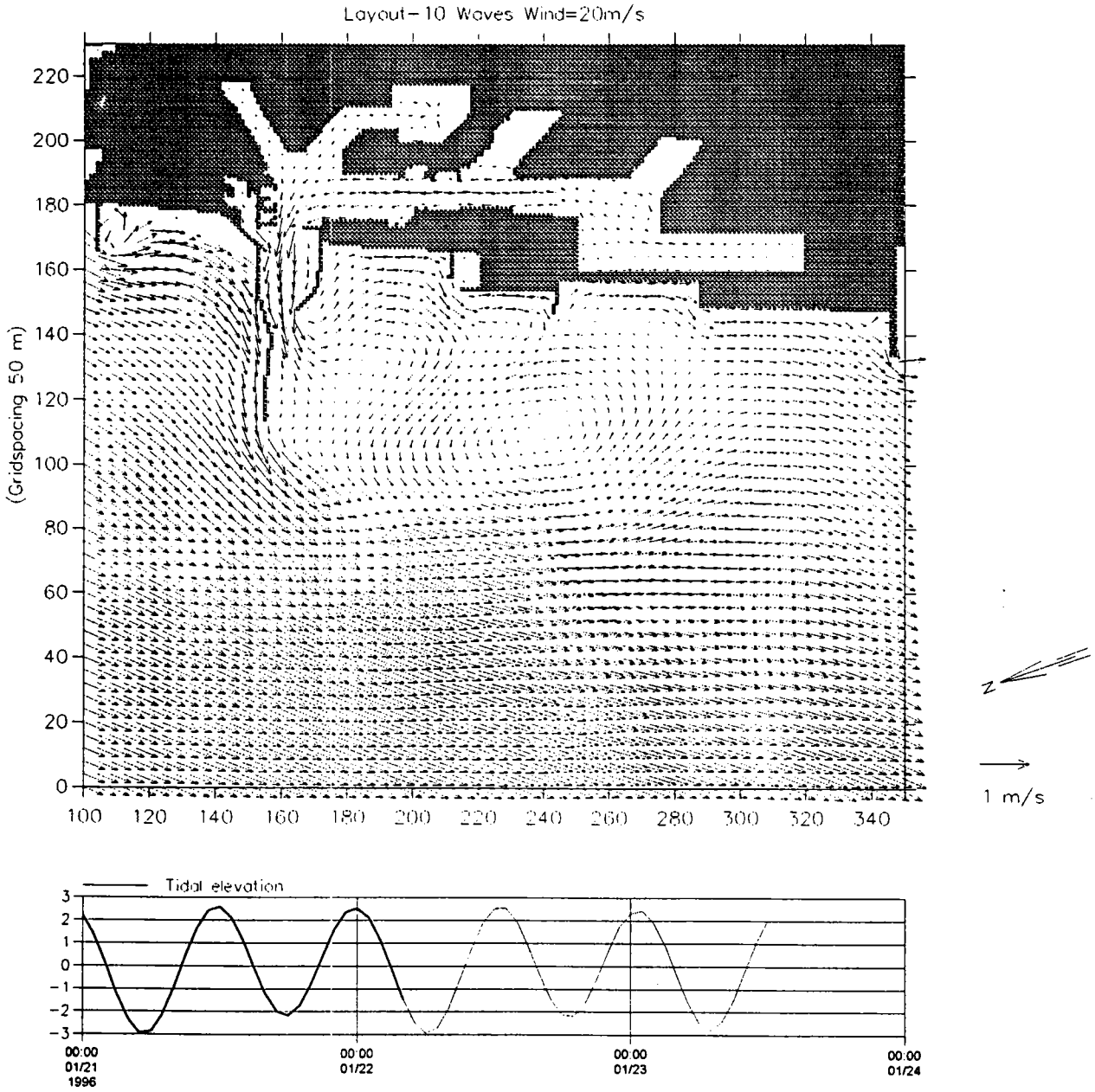

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00 00
01/21
1996
00 00
01/22
00 00
01/23
00 00
01/24

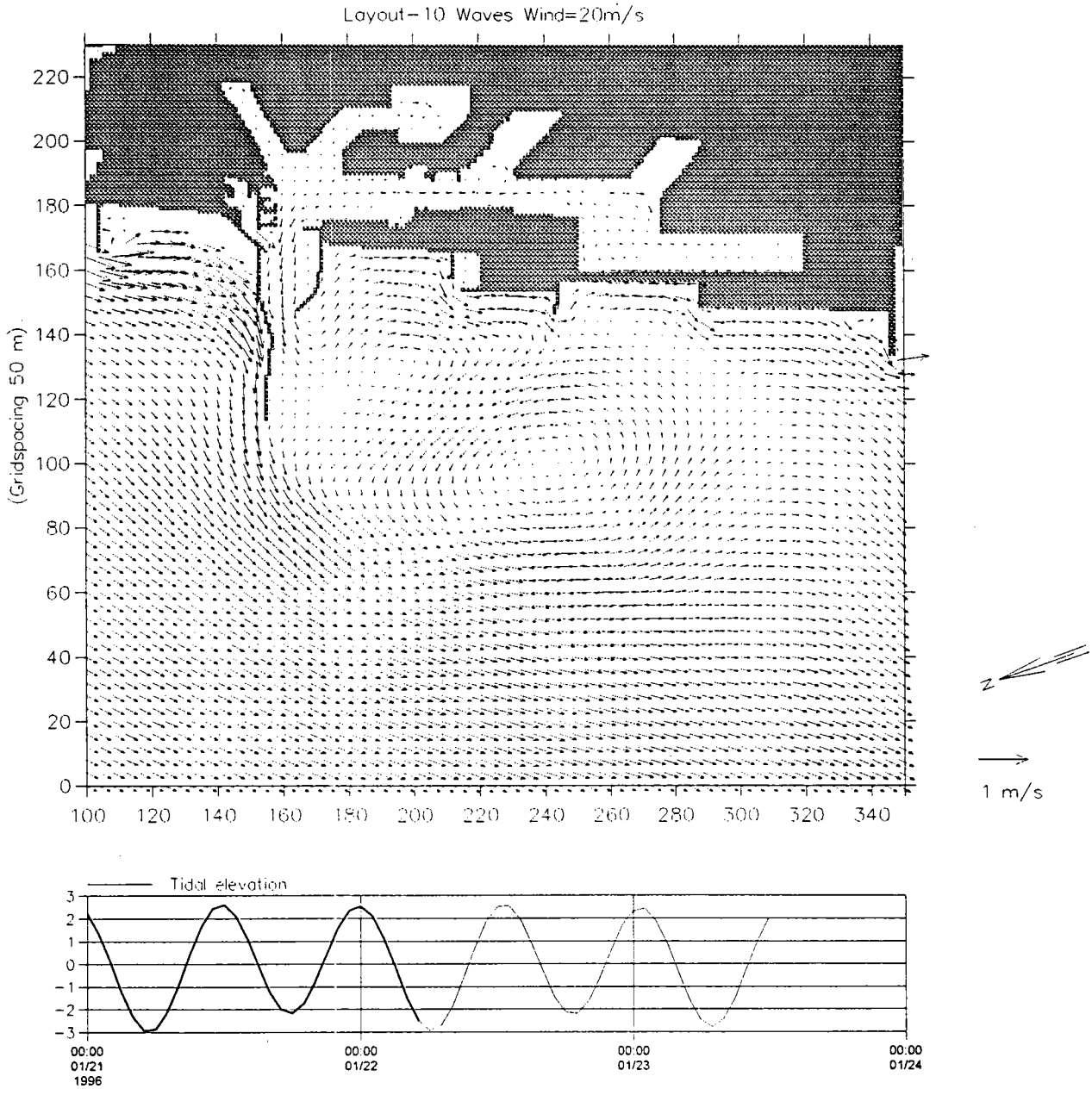

Layout – 10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

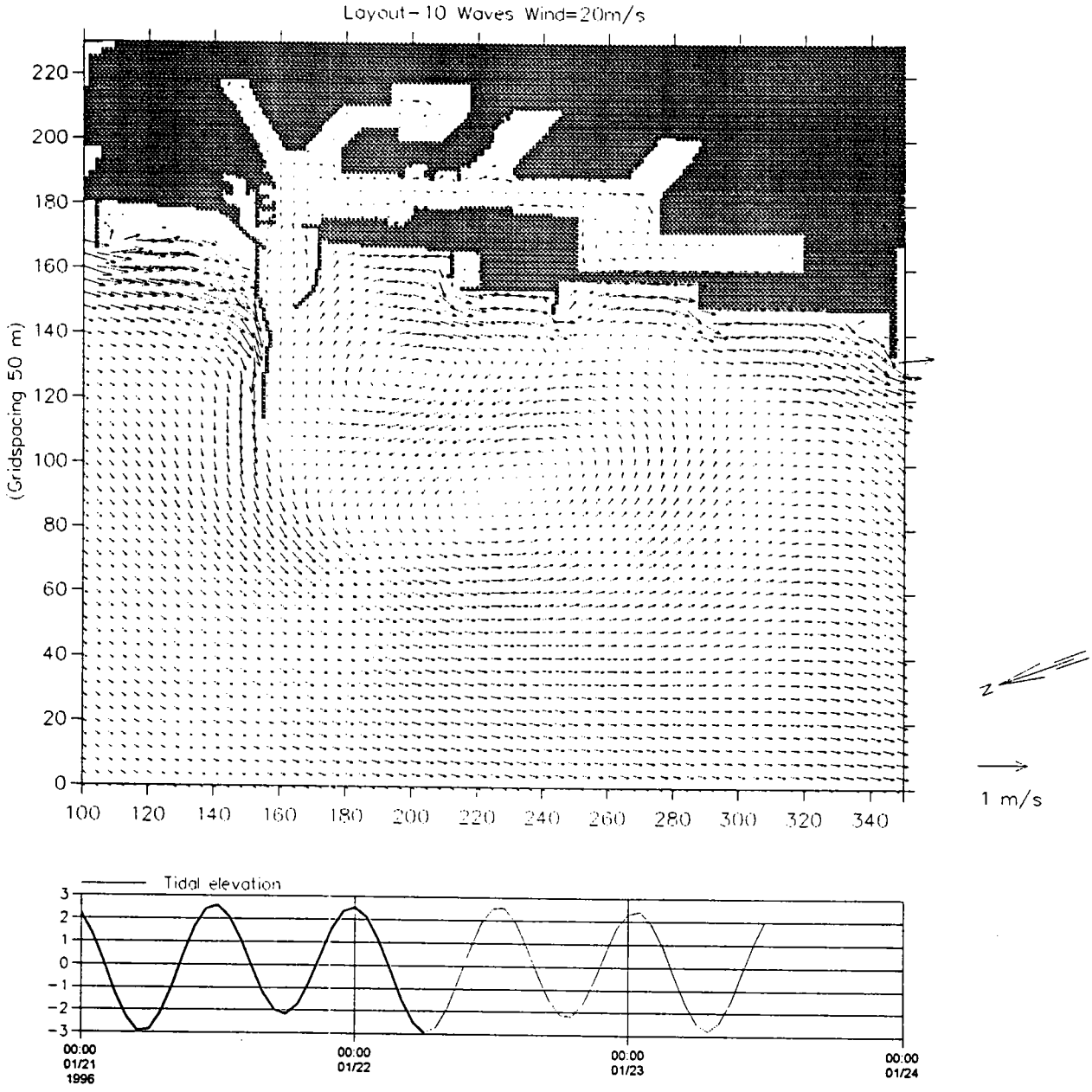

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s

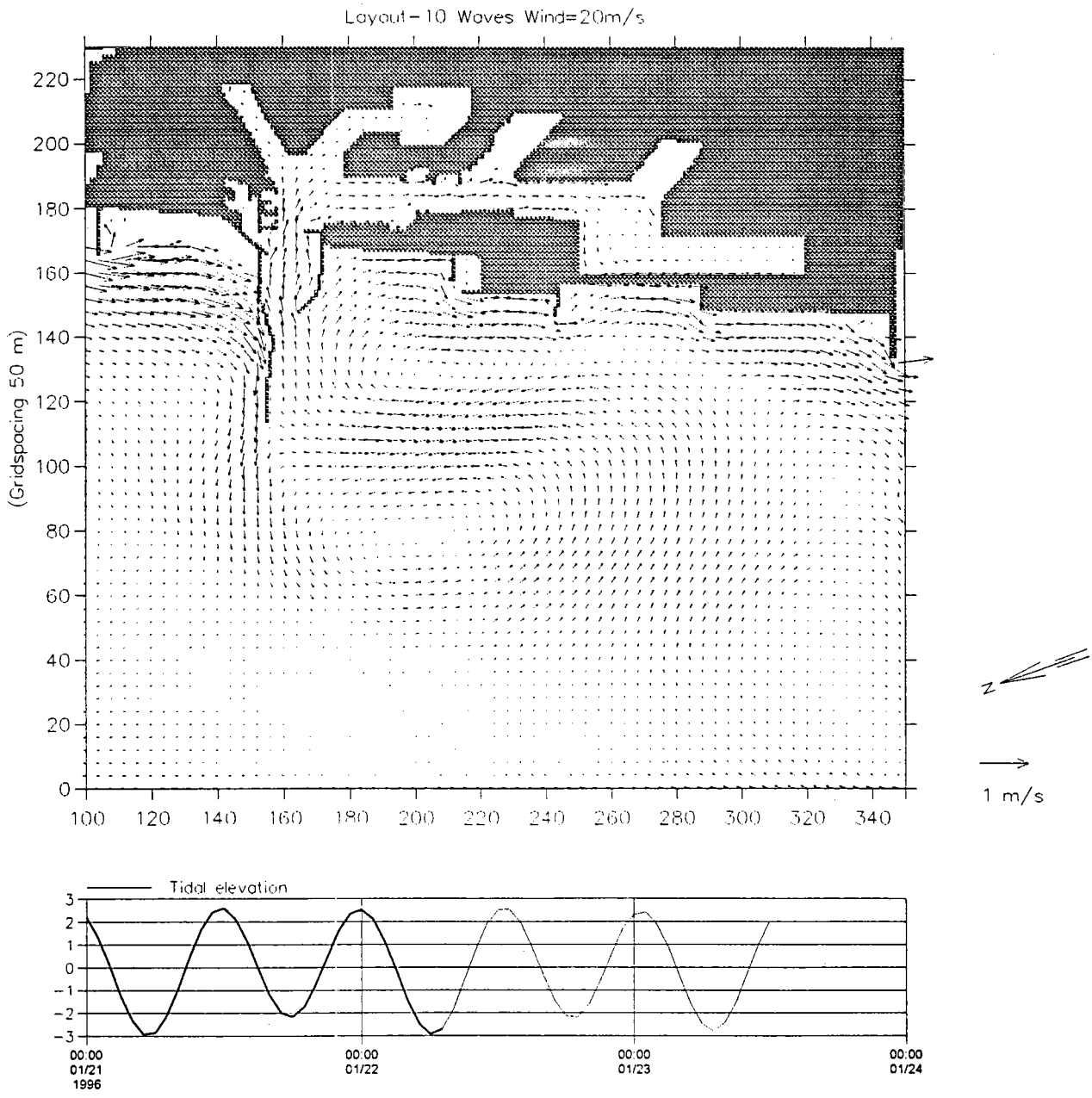

Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

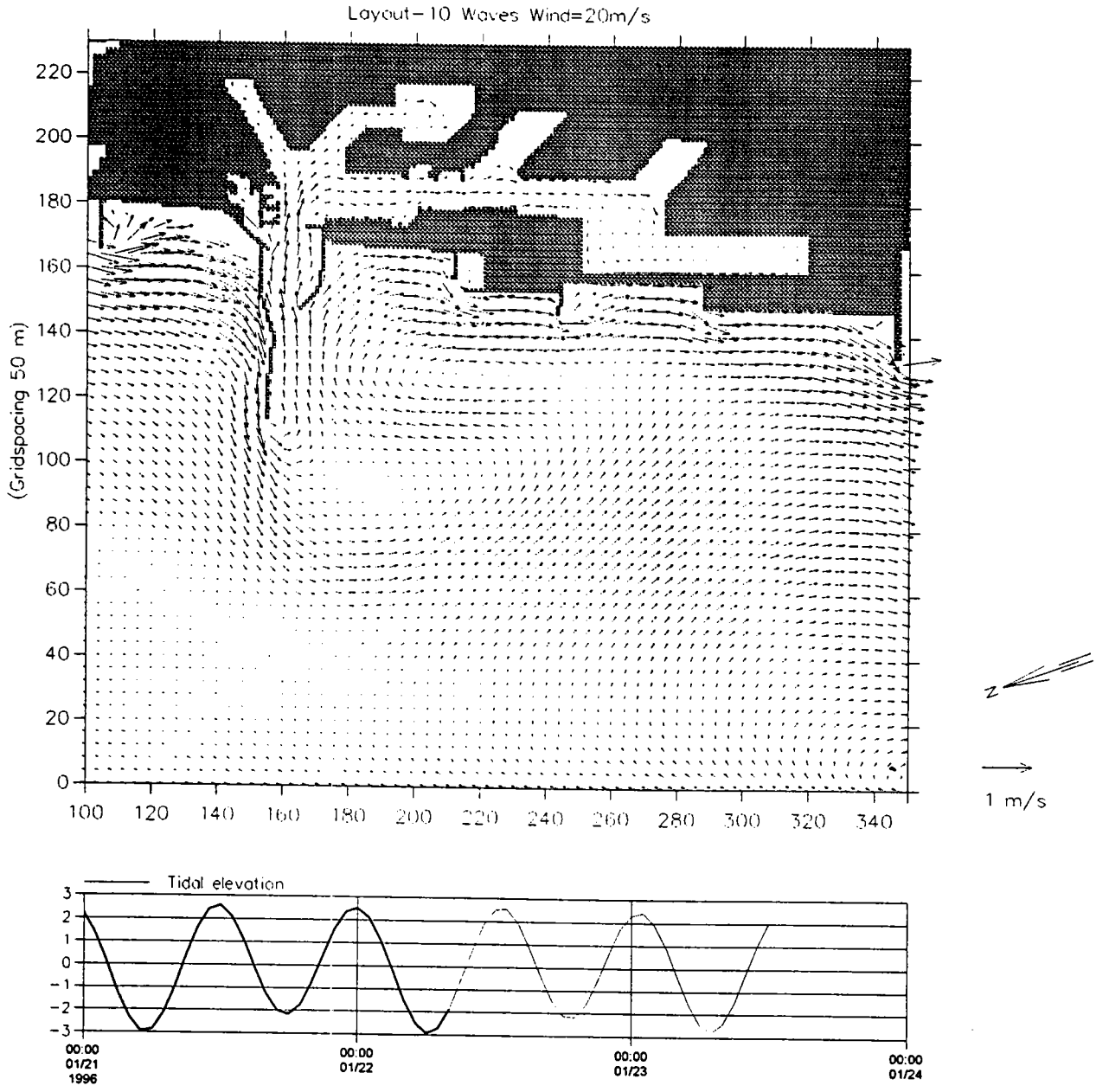

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

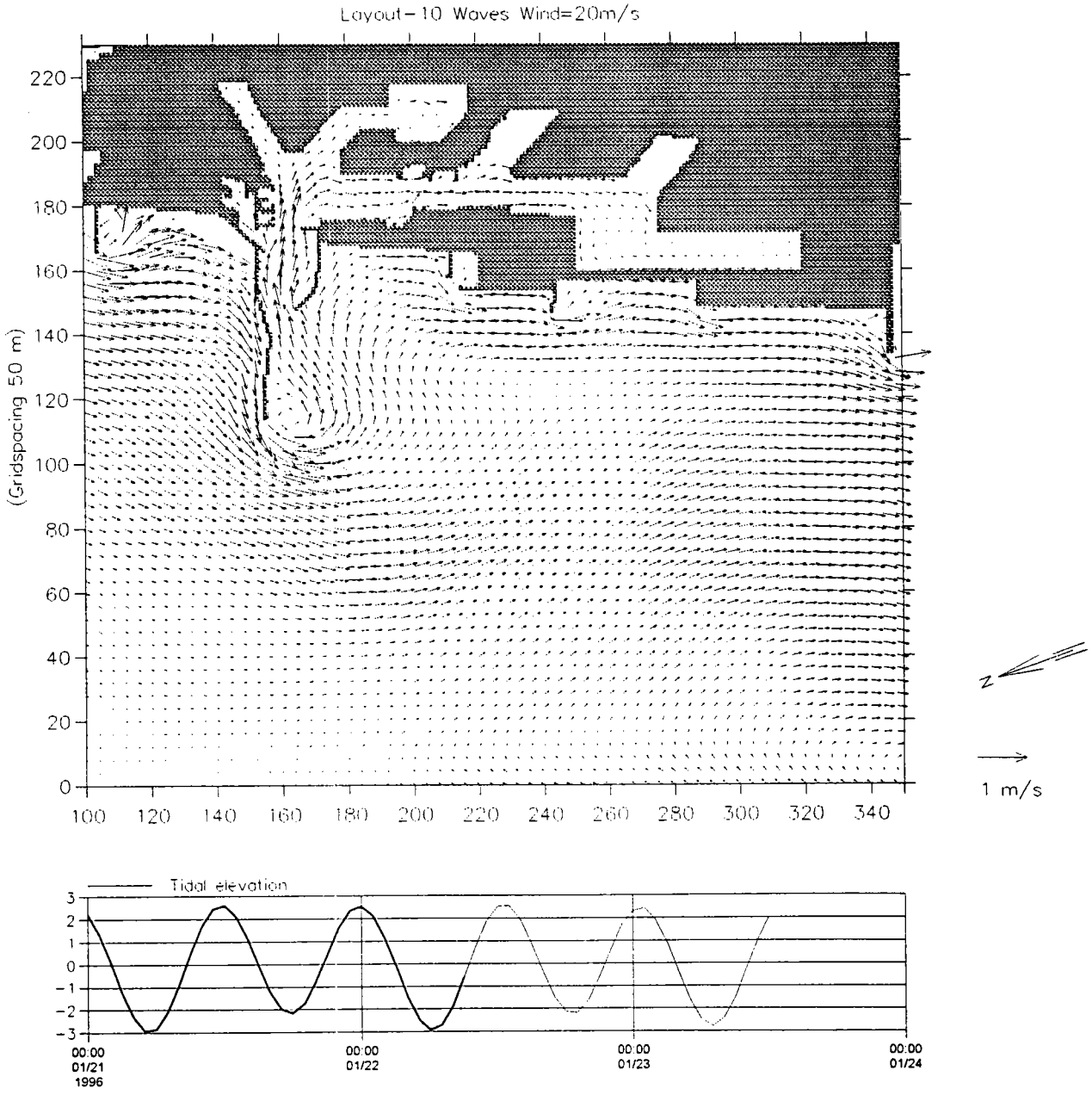

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

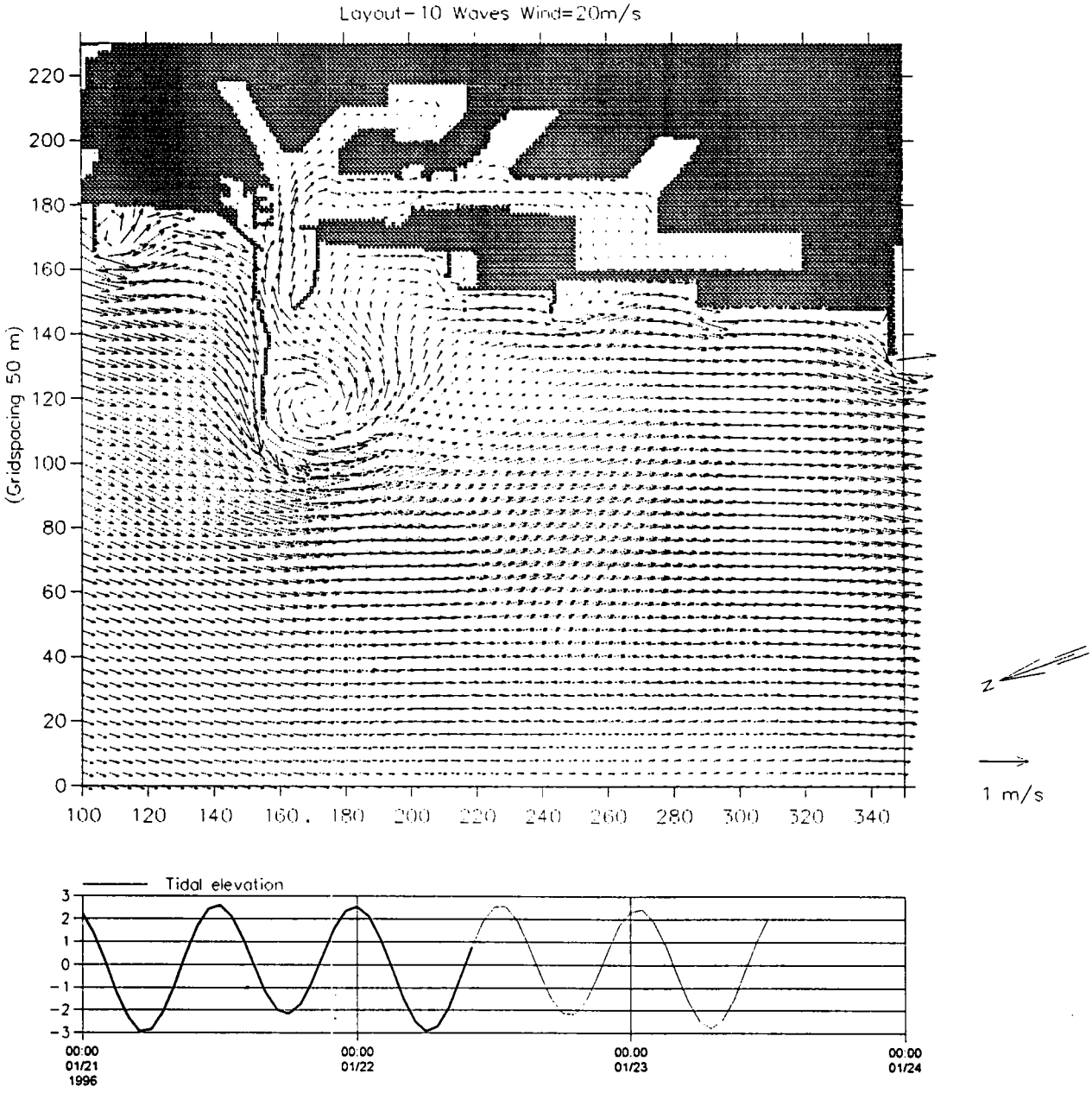

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

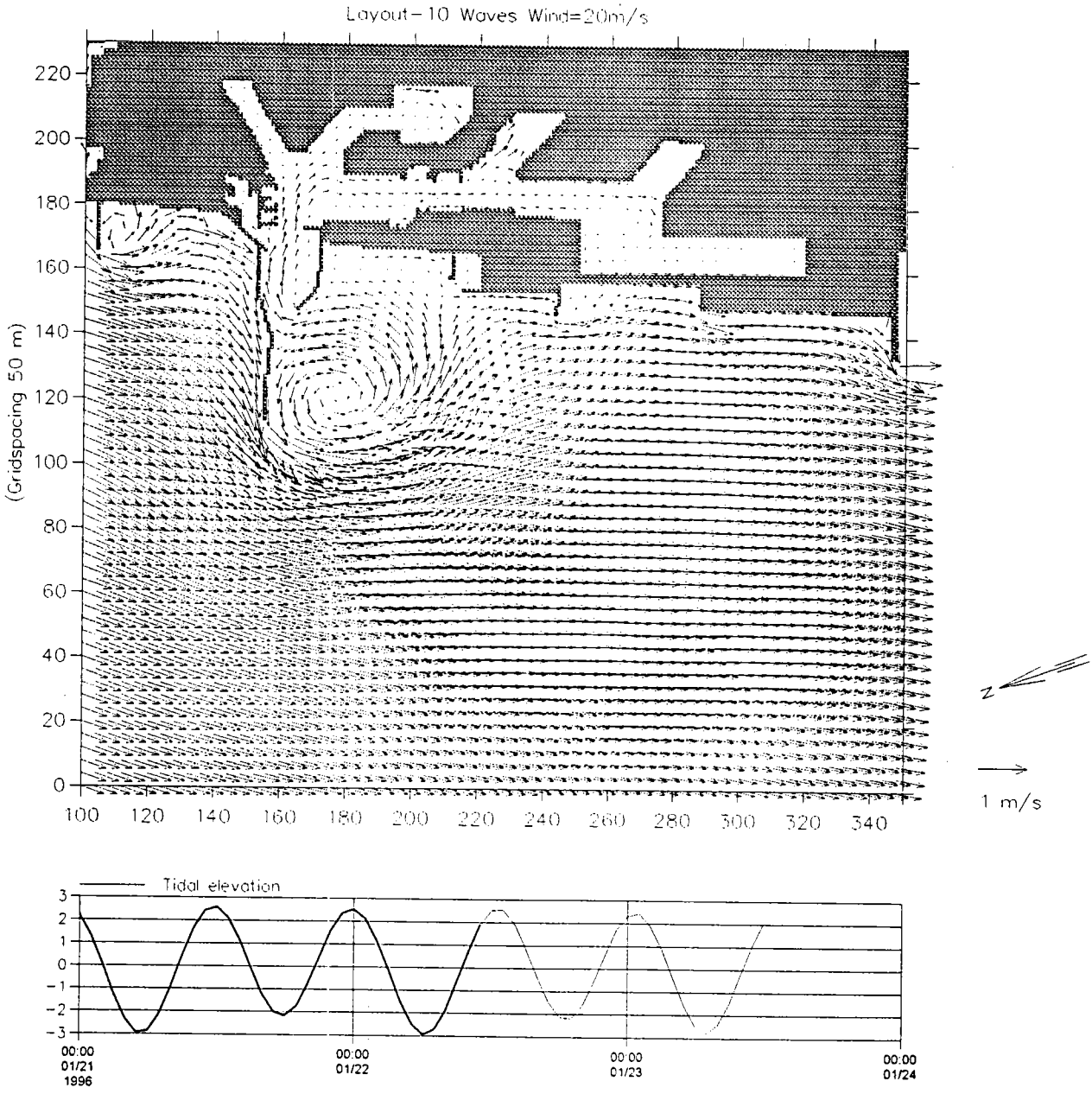

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24

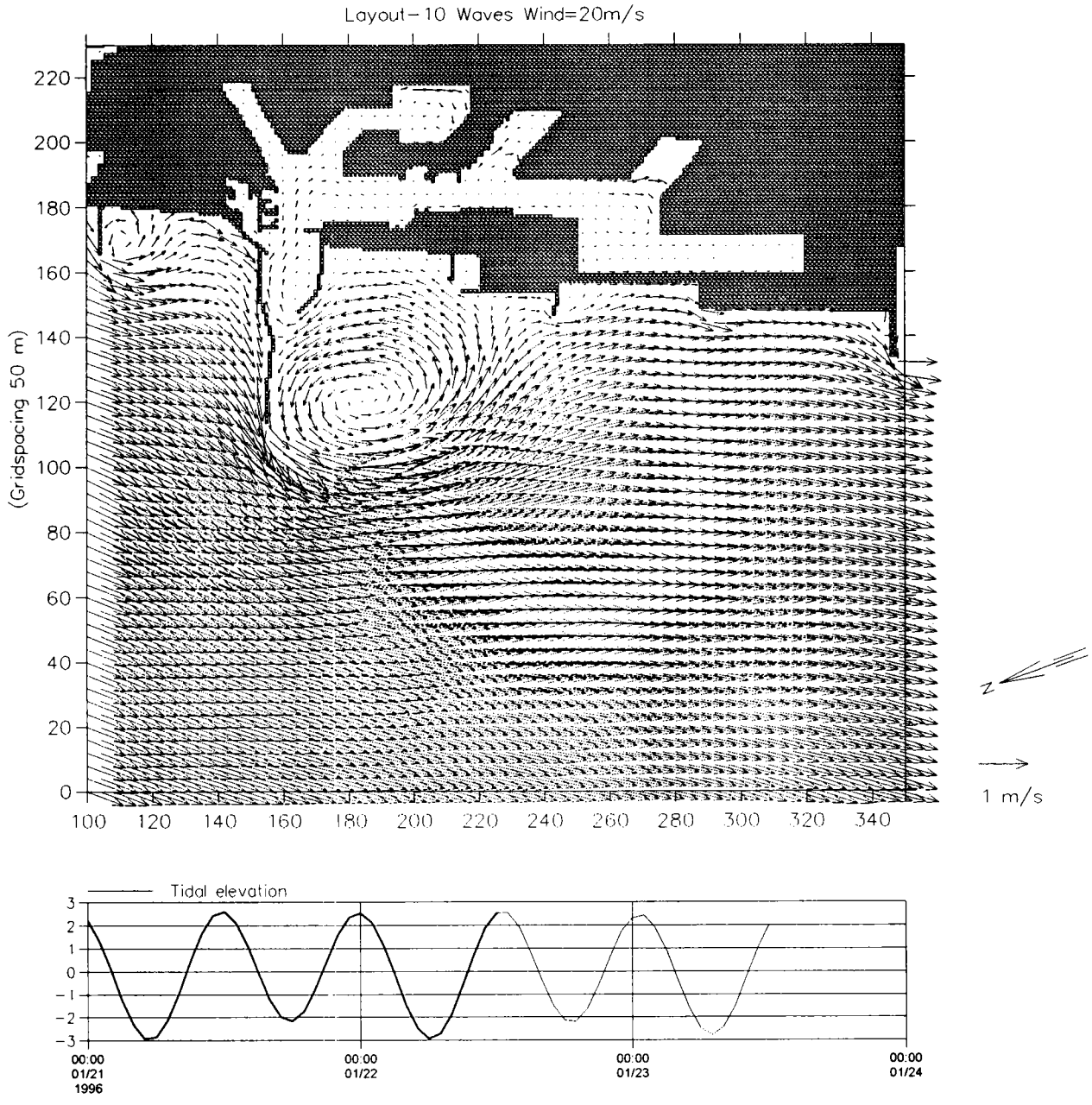

Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24


Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00 01/21 1996
00:00 01/22
00:00 01/23
00:00 01/24


Layout-10 Waves Wind=20m/s
(Gridspacing 50 m)
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
N
1 m/s
Tidal elevation
3
2
1
0
-1
-2
-3
00:00
01/21
1996
00:00
01/22
00:00
01/23
00:00
01/24

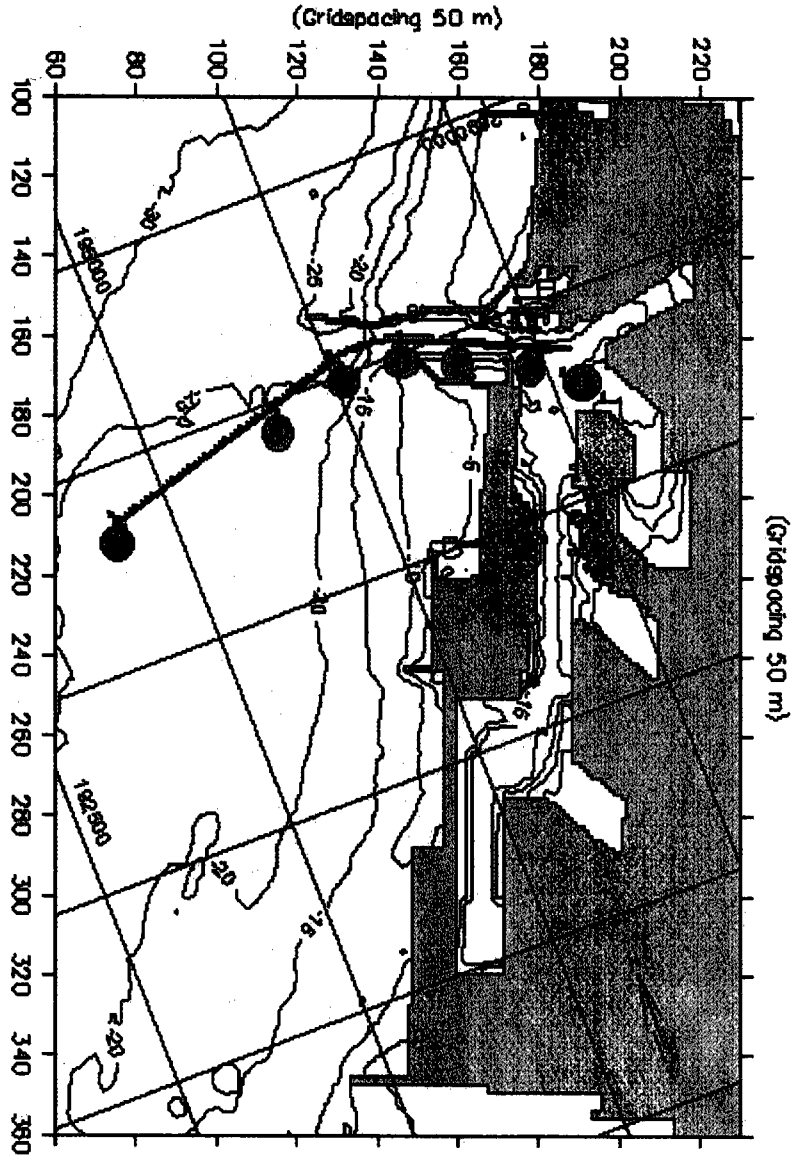
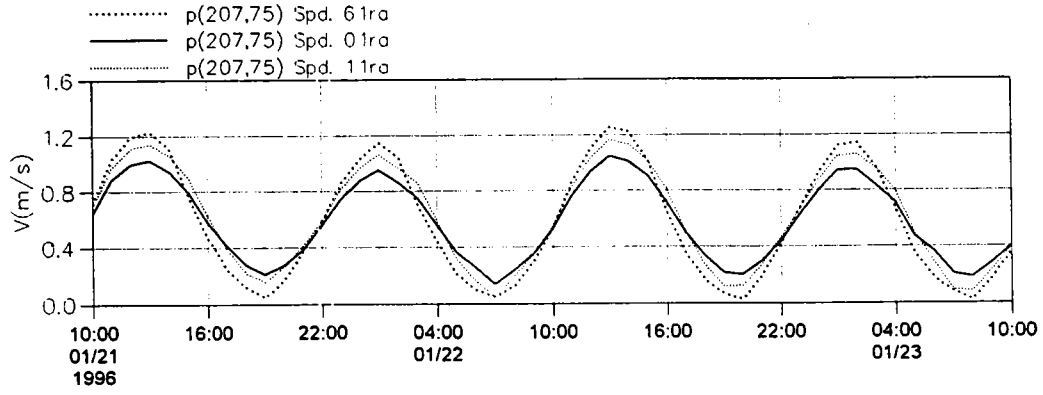
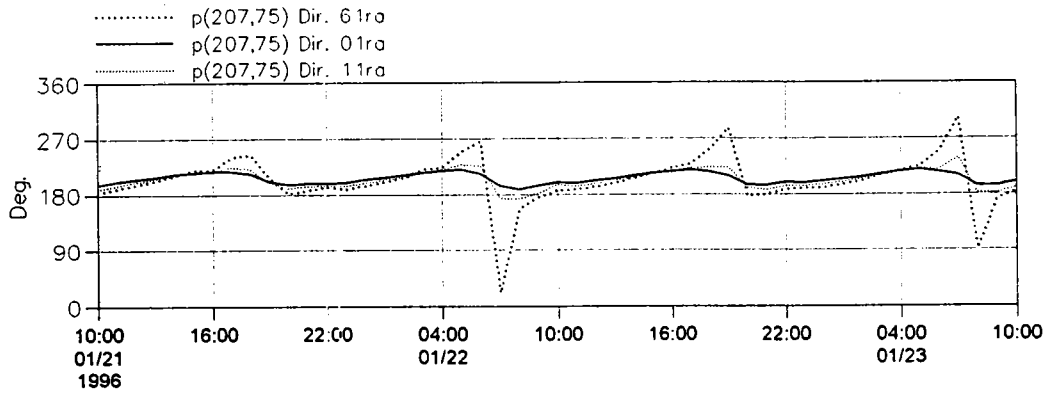


圖 4-3 替選方案海流計算結果比較控制點分布圖





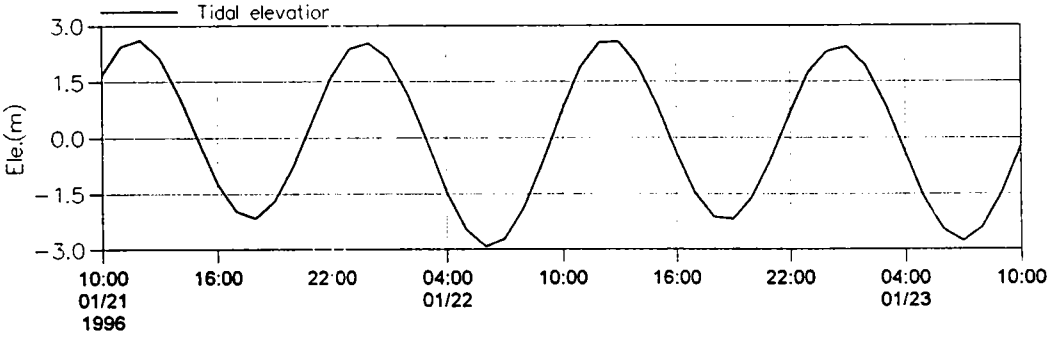


圖 4-4a 在操船起始點 A 上，替選方案一、六與現況配置之流場比較

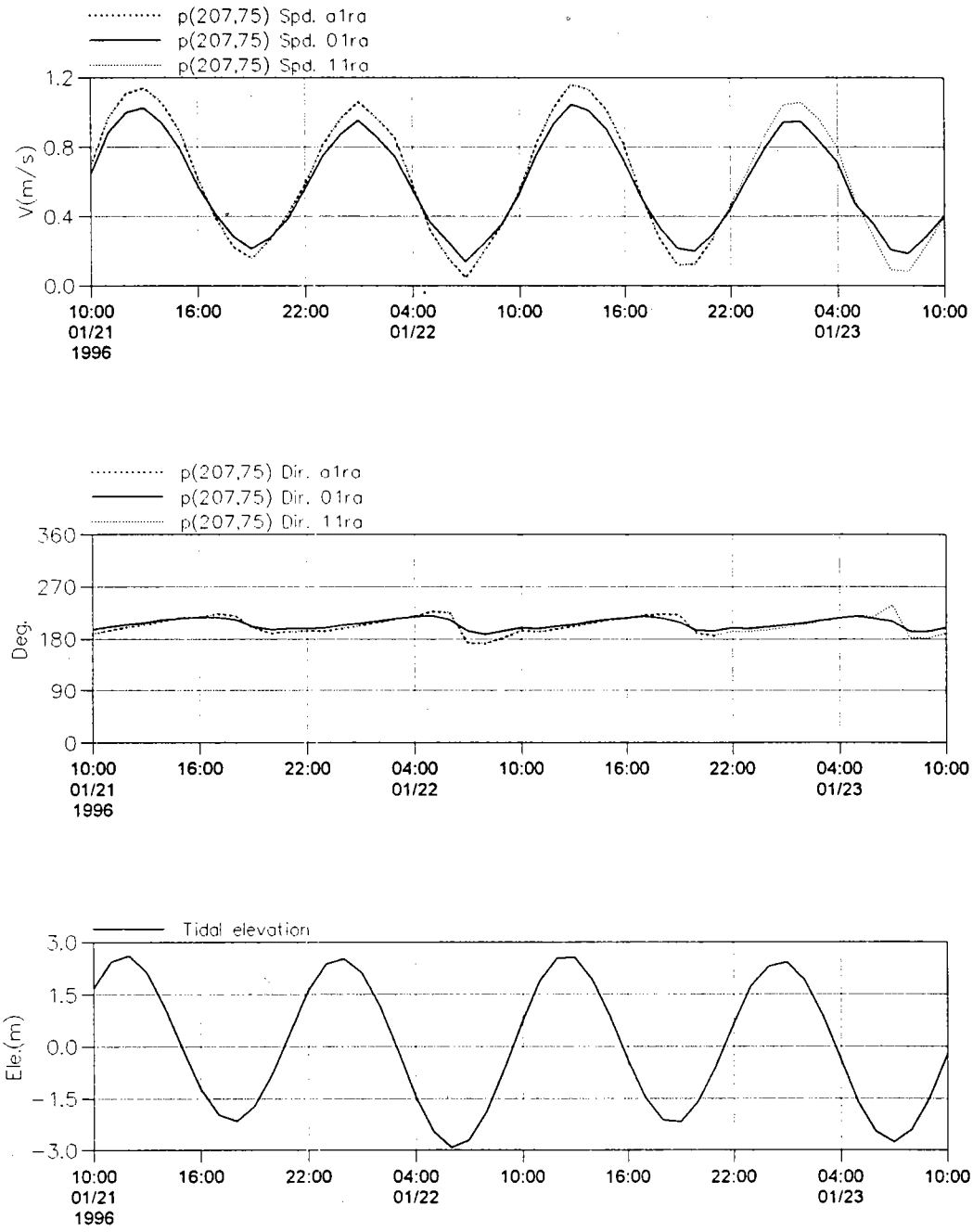
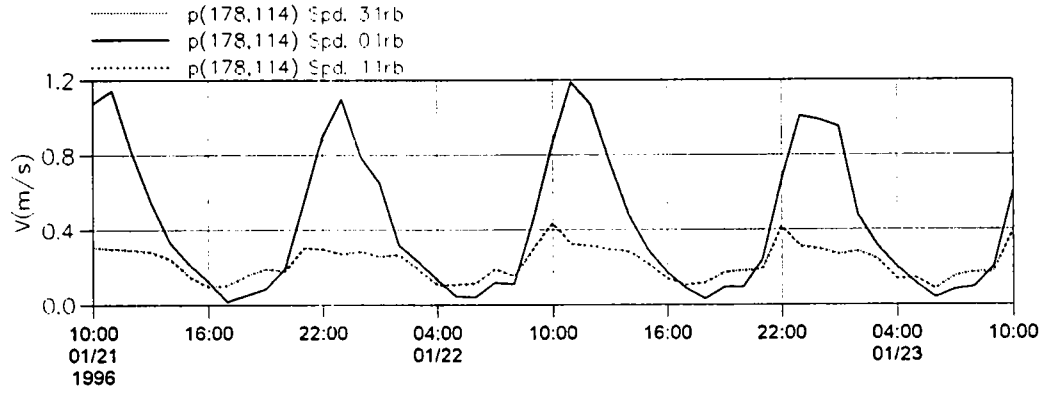
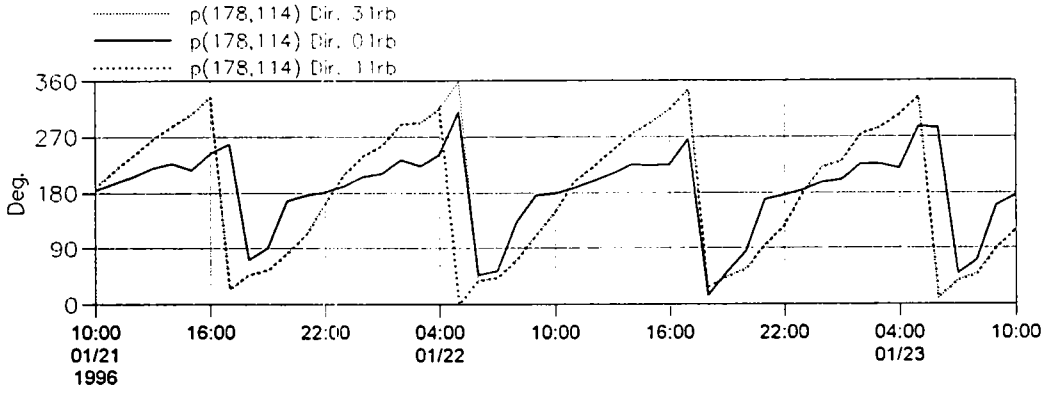


圖 4-4b 在操船起始點 A 上，替選方案一、十與現況配置之流場比較





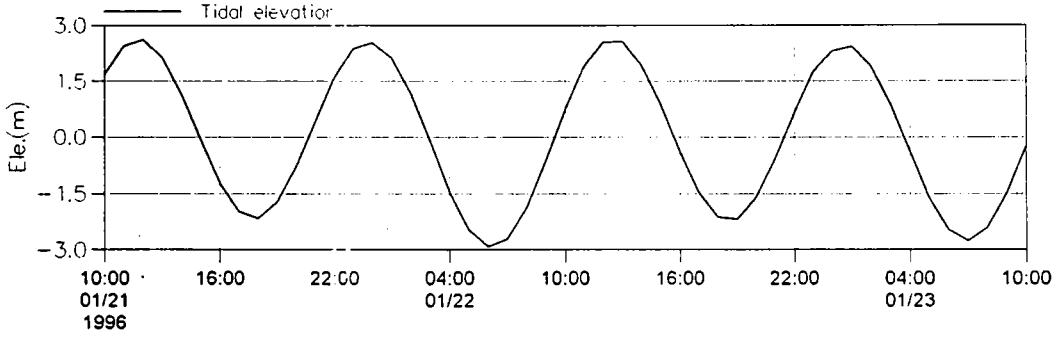


圖 4-5a 在領港登輪點 B 上，替選方案一、三與現況配置之流場比較

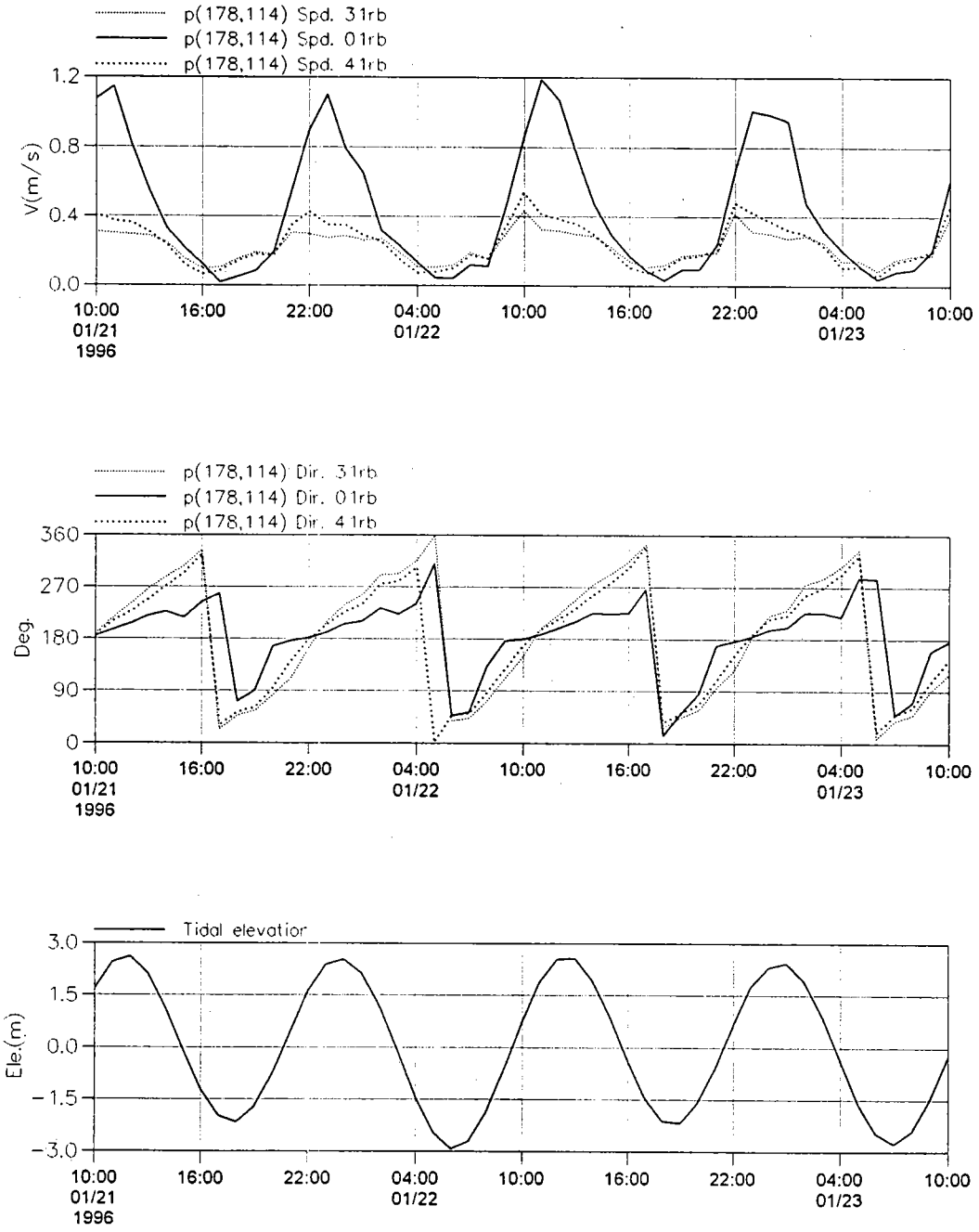


圖 4-5b 在領港登輪點 B 上，替選方案三、四與現況配置之流場比較

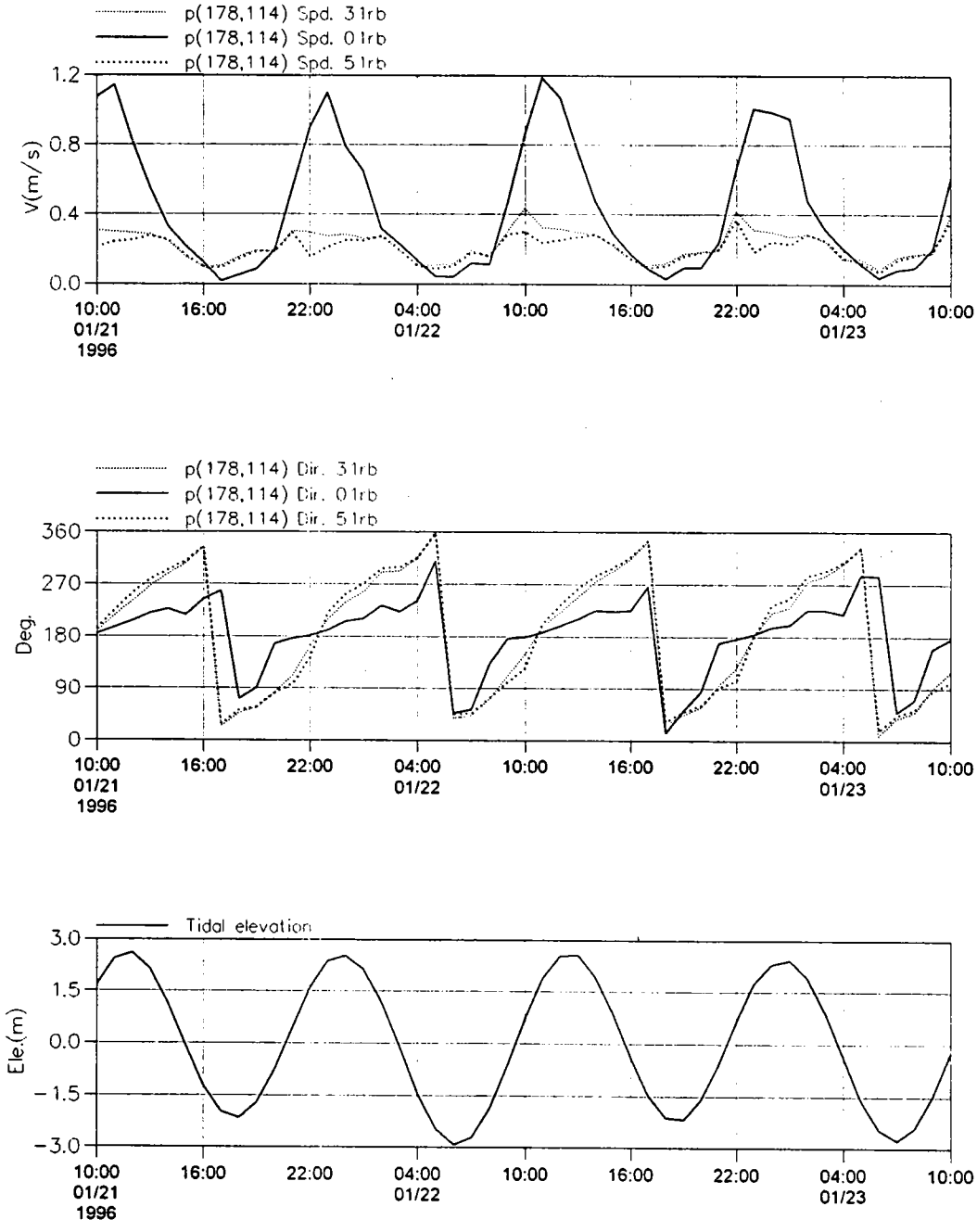


圖 4-5c 在領港登輪點 B 上，替選方案三、五與現況配置之流場比較

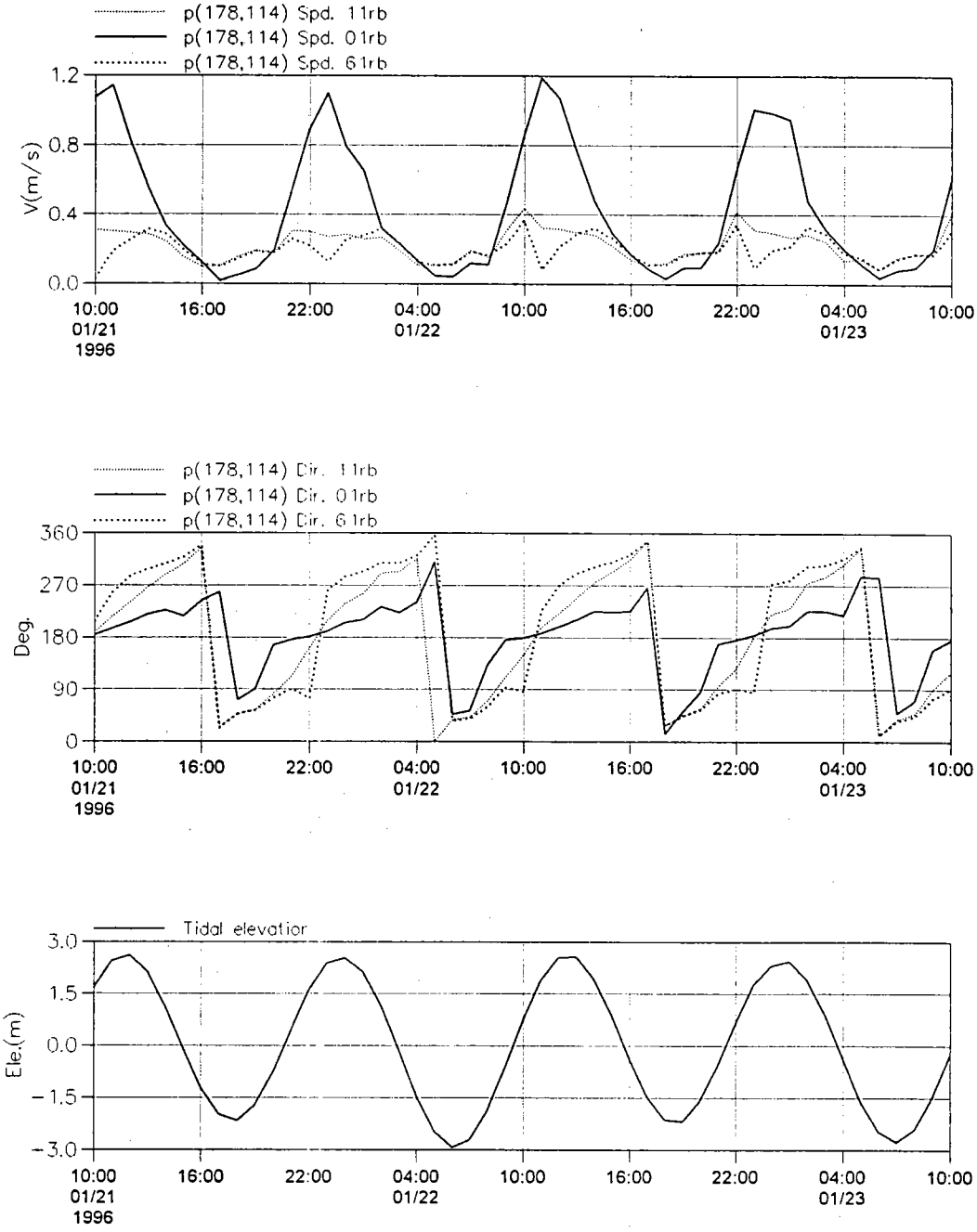


圖 4-5d 在領港登輪點 B 上，替選方案一、六與現況配置之流場比較

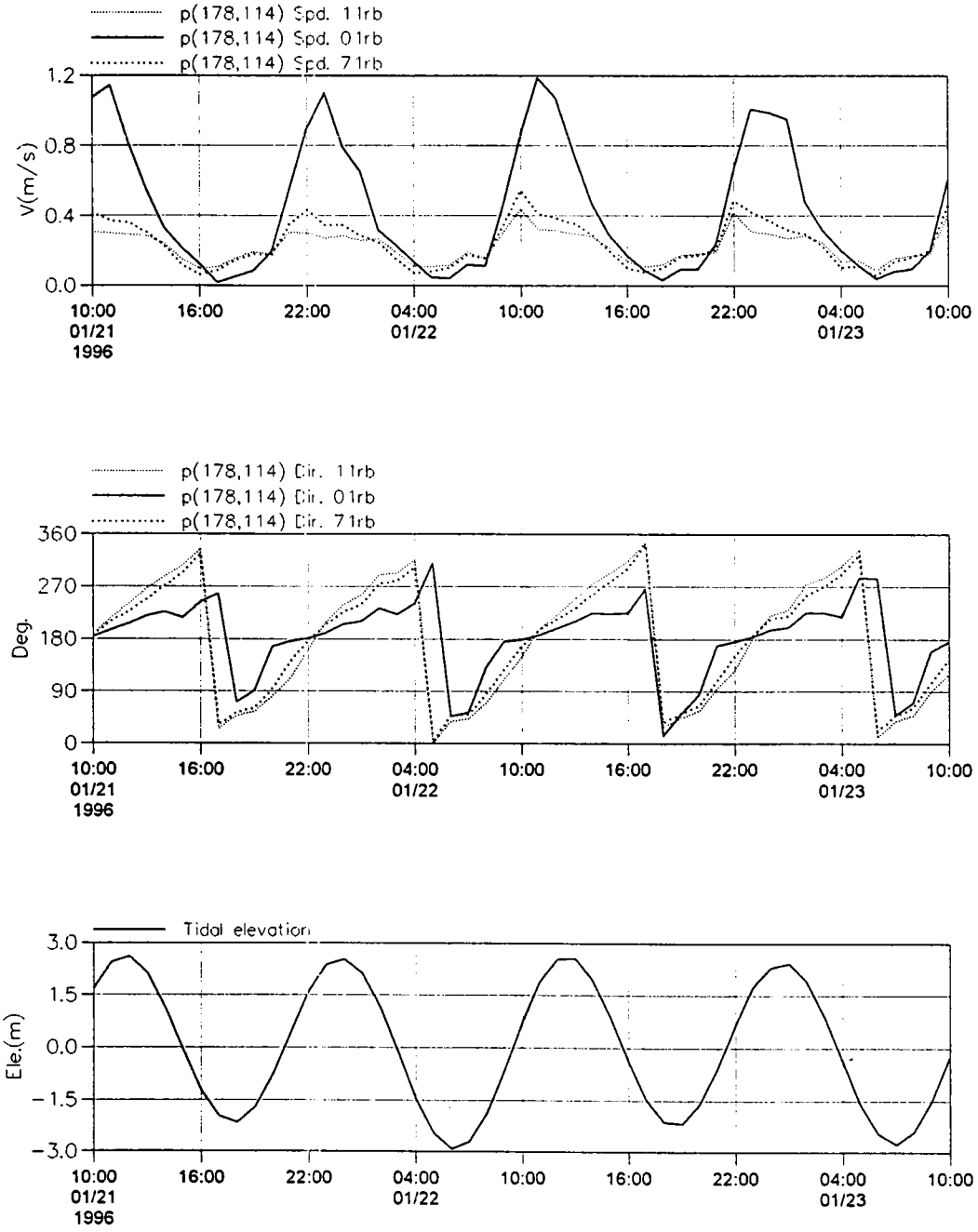


圖 4-5e 在領港登輪點 B 上，替選方案一、七與現況配置之流場比較

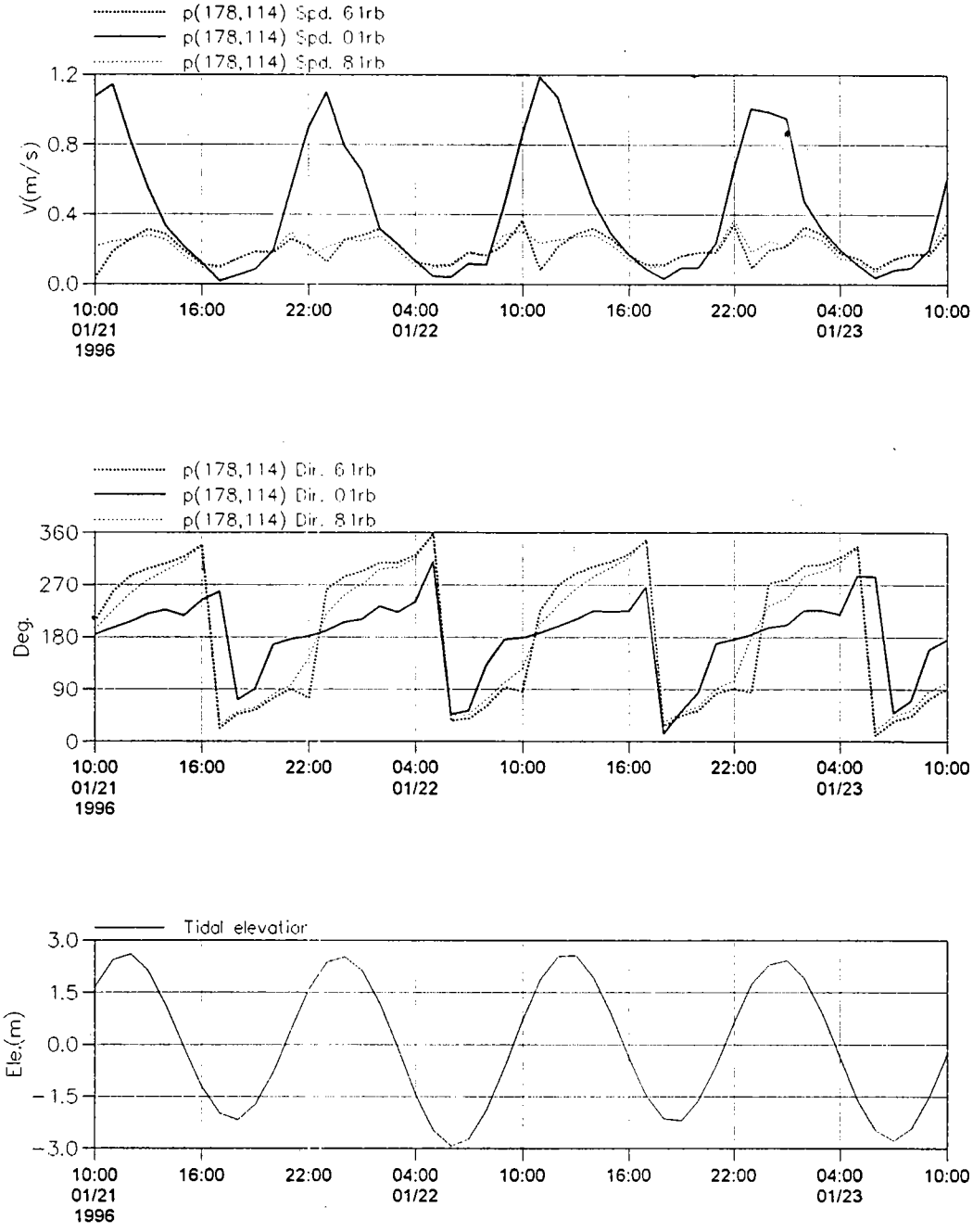
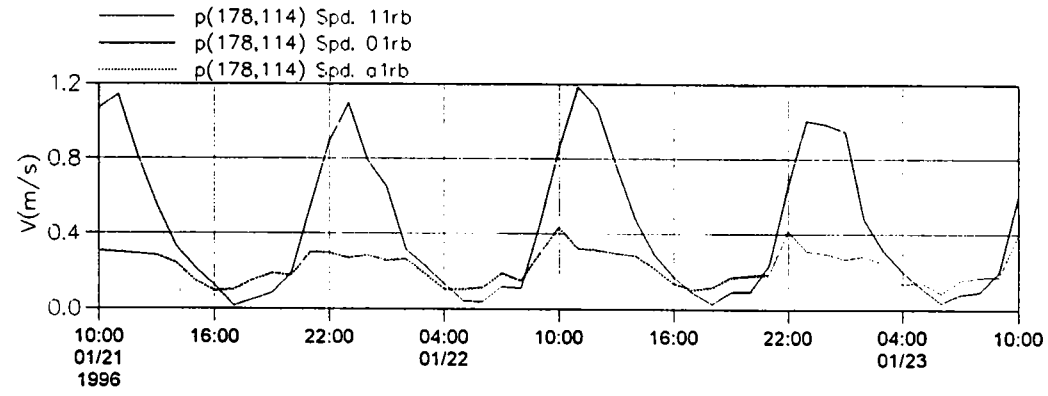
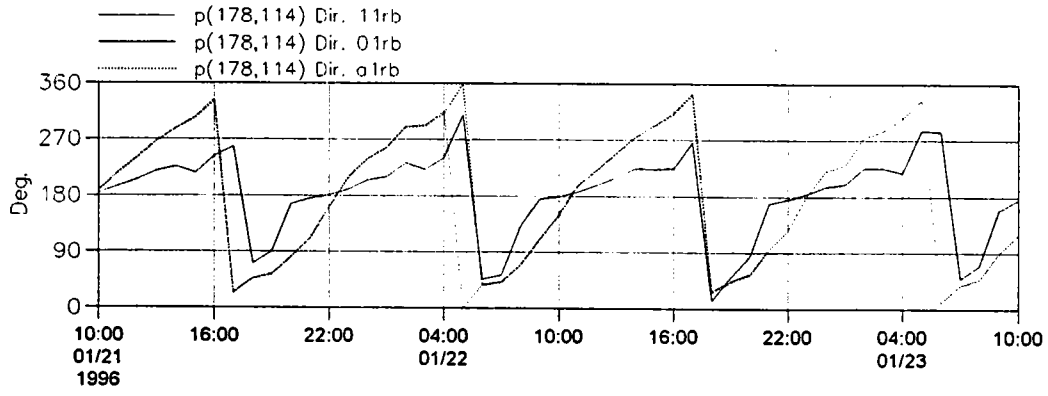


圖 4-5f 在領港登輪點 B 上，替選方案六、八與現況配置之流場比較





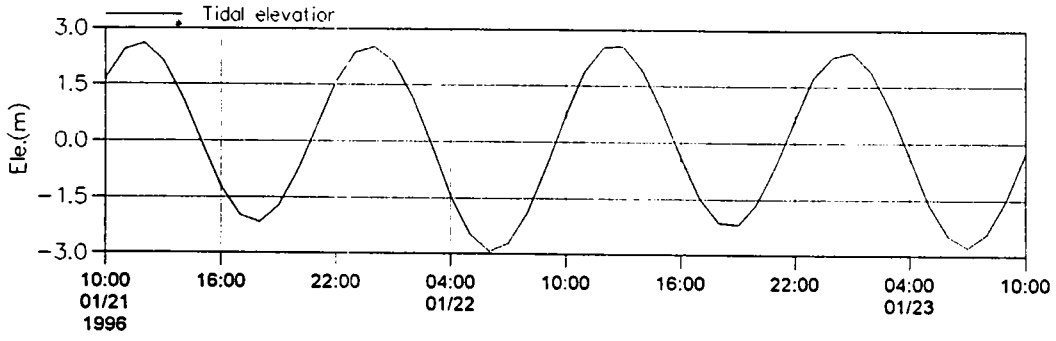
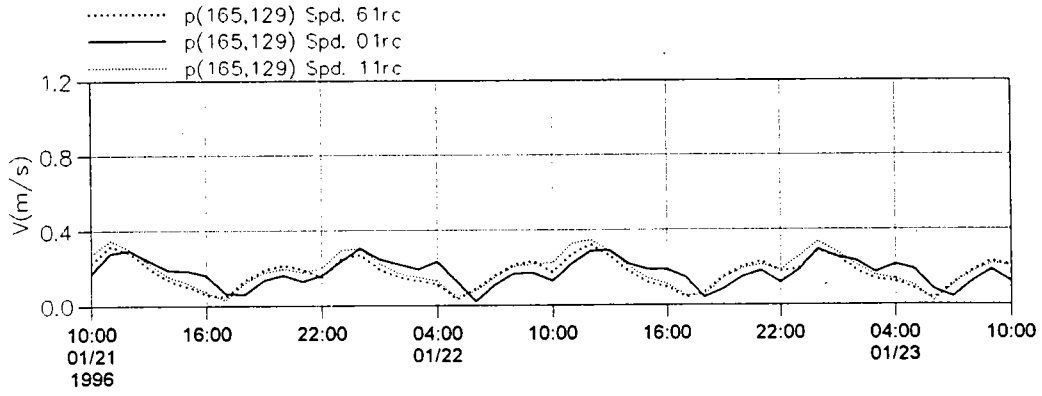
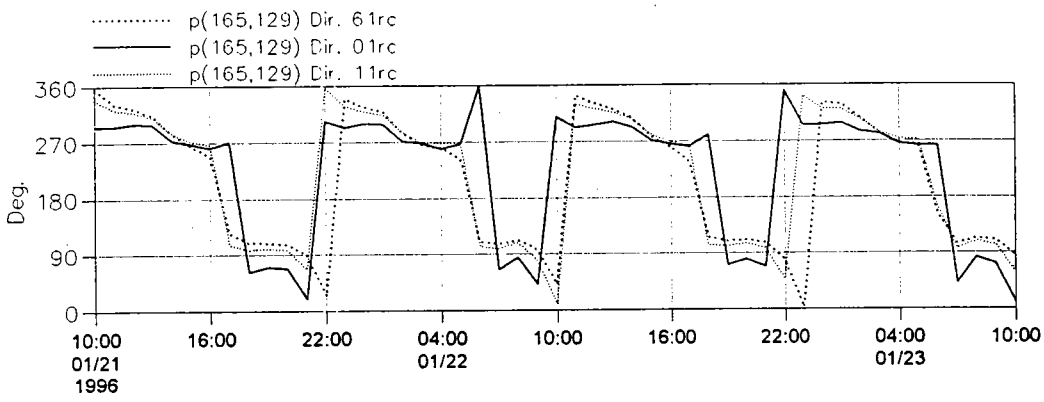


圖 4-5g 在領港登輪點 B 上，替選方案一、十與現況配置之流場比較





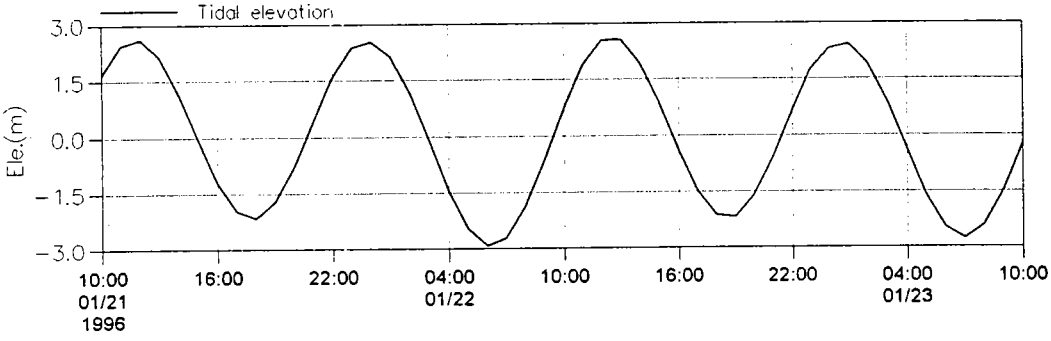


圖 4-6a 在領港抵駕駛台點 C 上，替選方案一、六與現況配置之流場比較

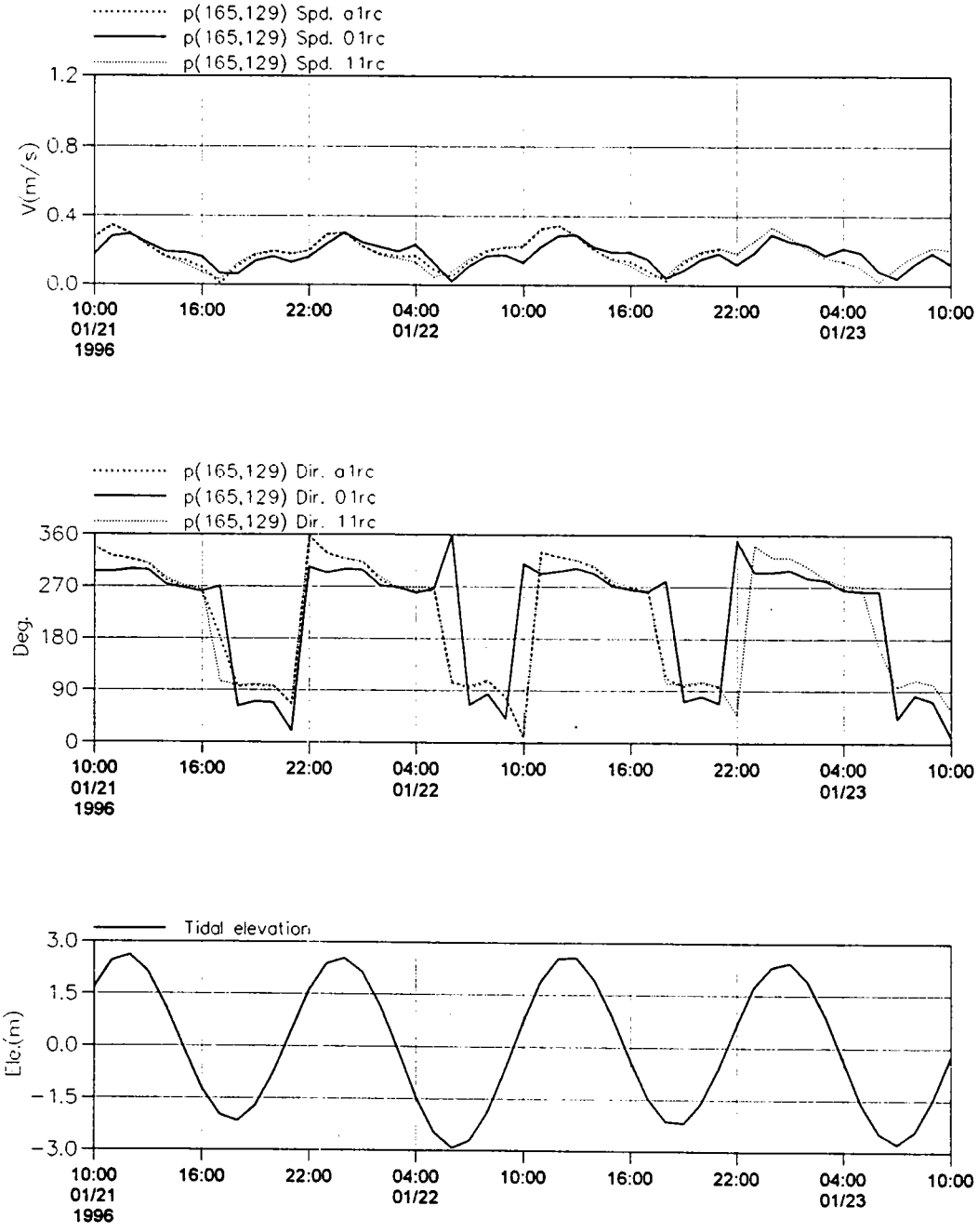


圖 4-6b 在領港抵駕駛台點 C 上，替選方案一、十與現況配置之流場比較

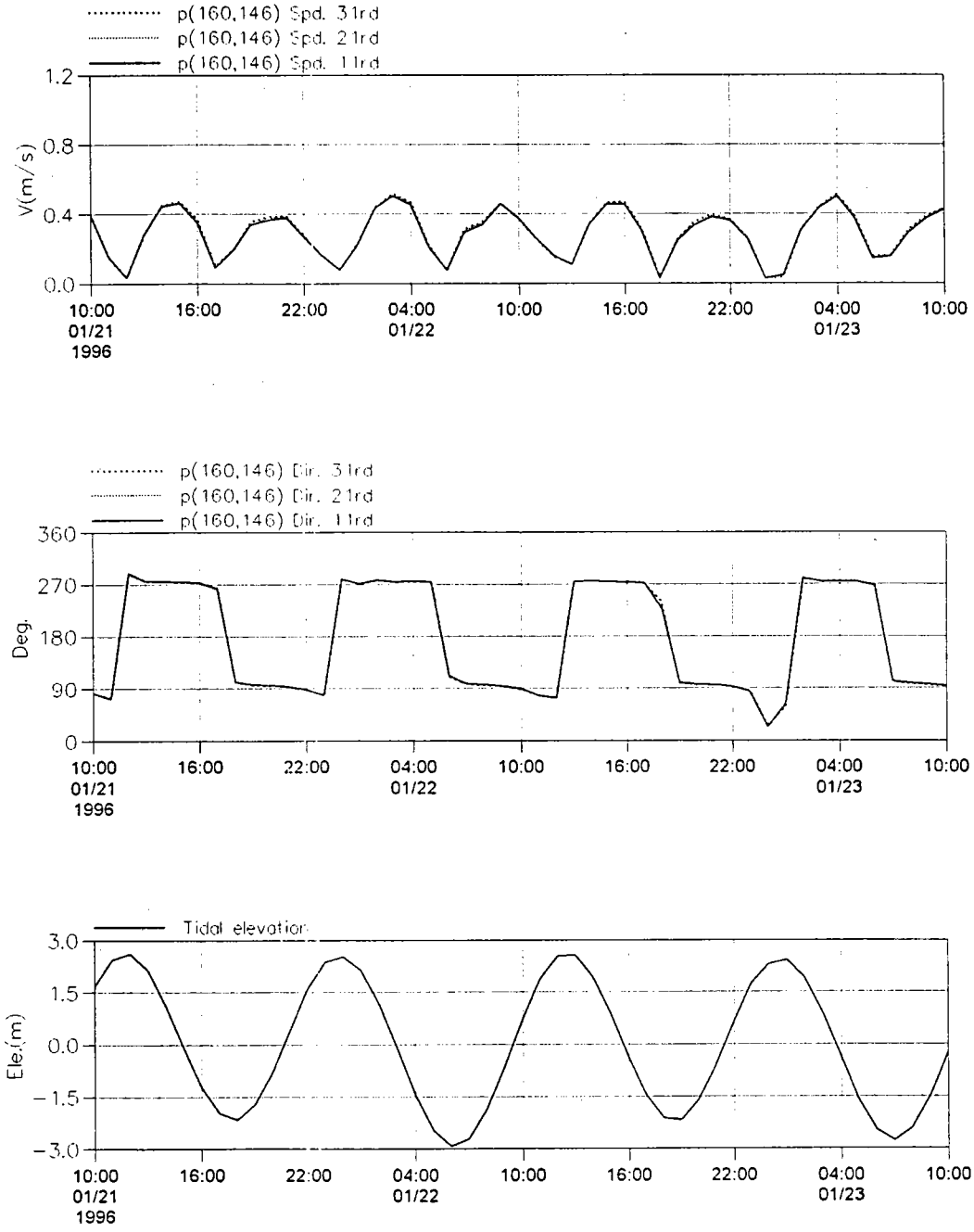


圖 4-7a 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案一、二、三間之流場比較

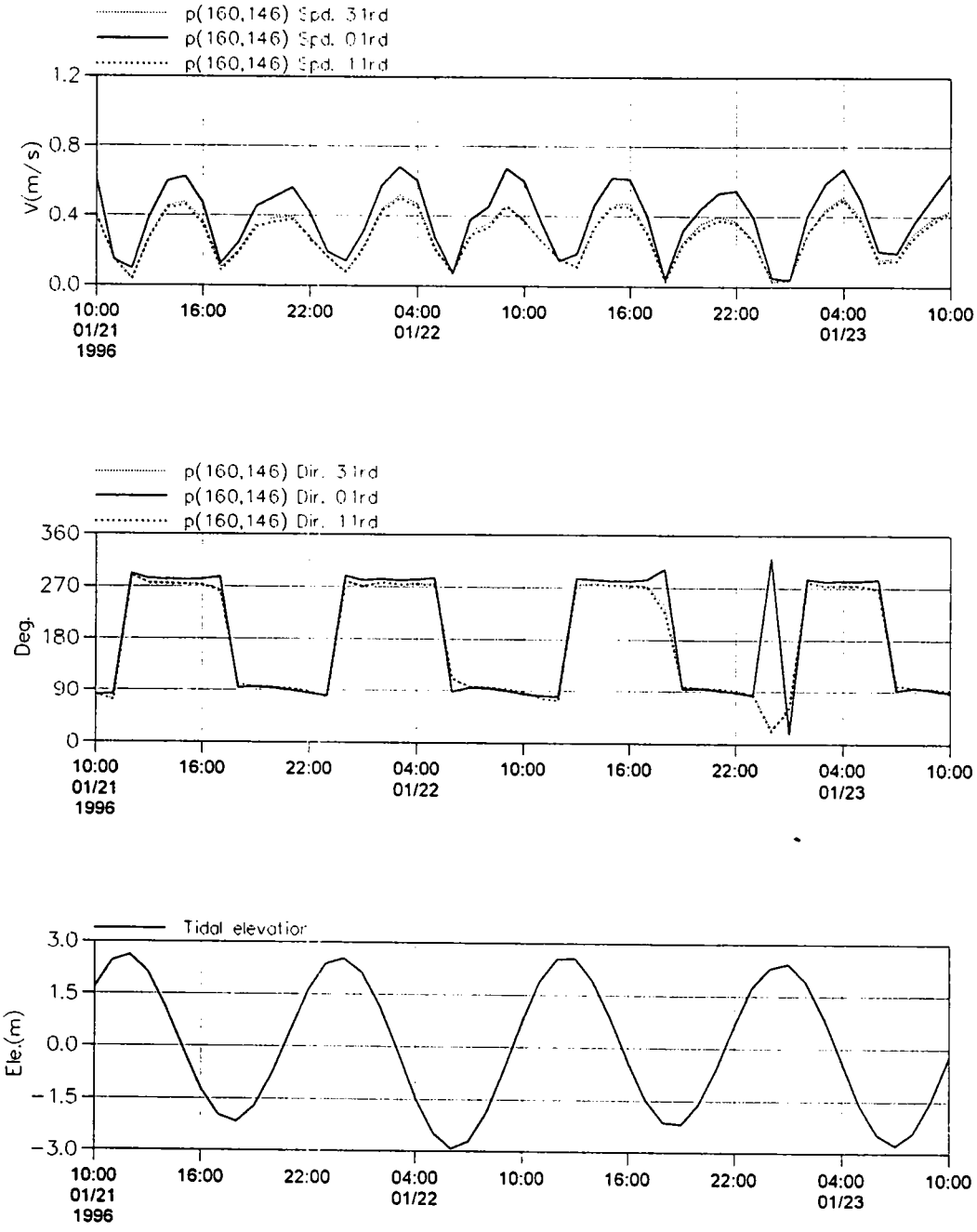


圖 4-7b 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案一、三與現況配置之流場比較

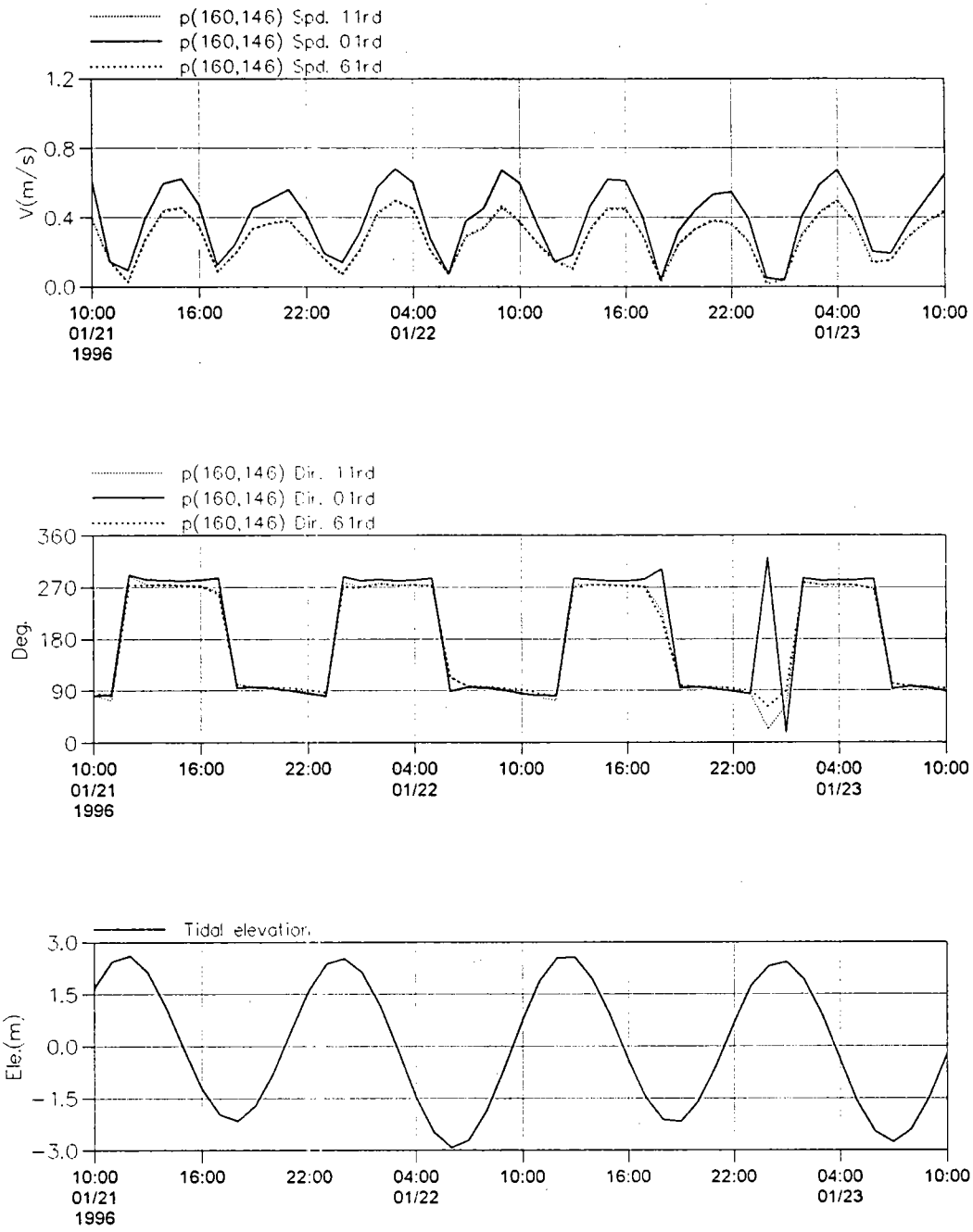


圖 4-7c 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案一、六與現況配置之流場比較

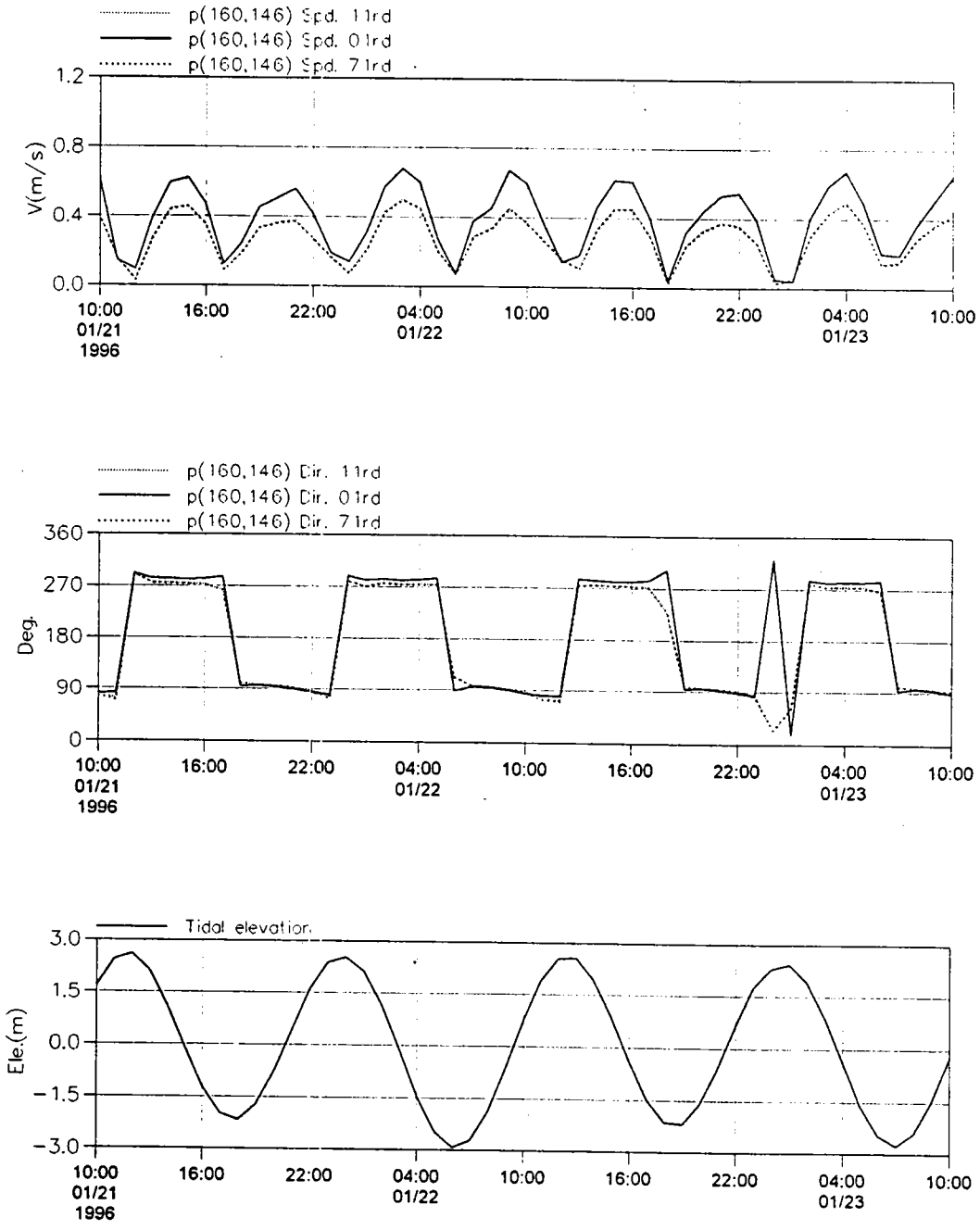


圖 4-7d 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案一、七與現況配置之流場比較

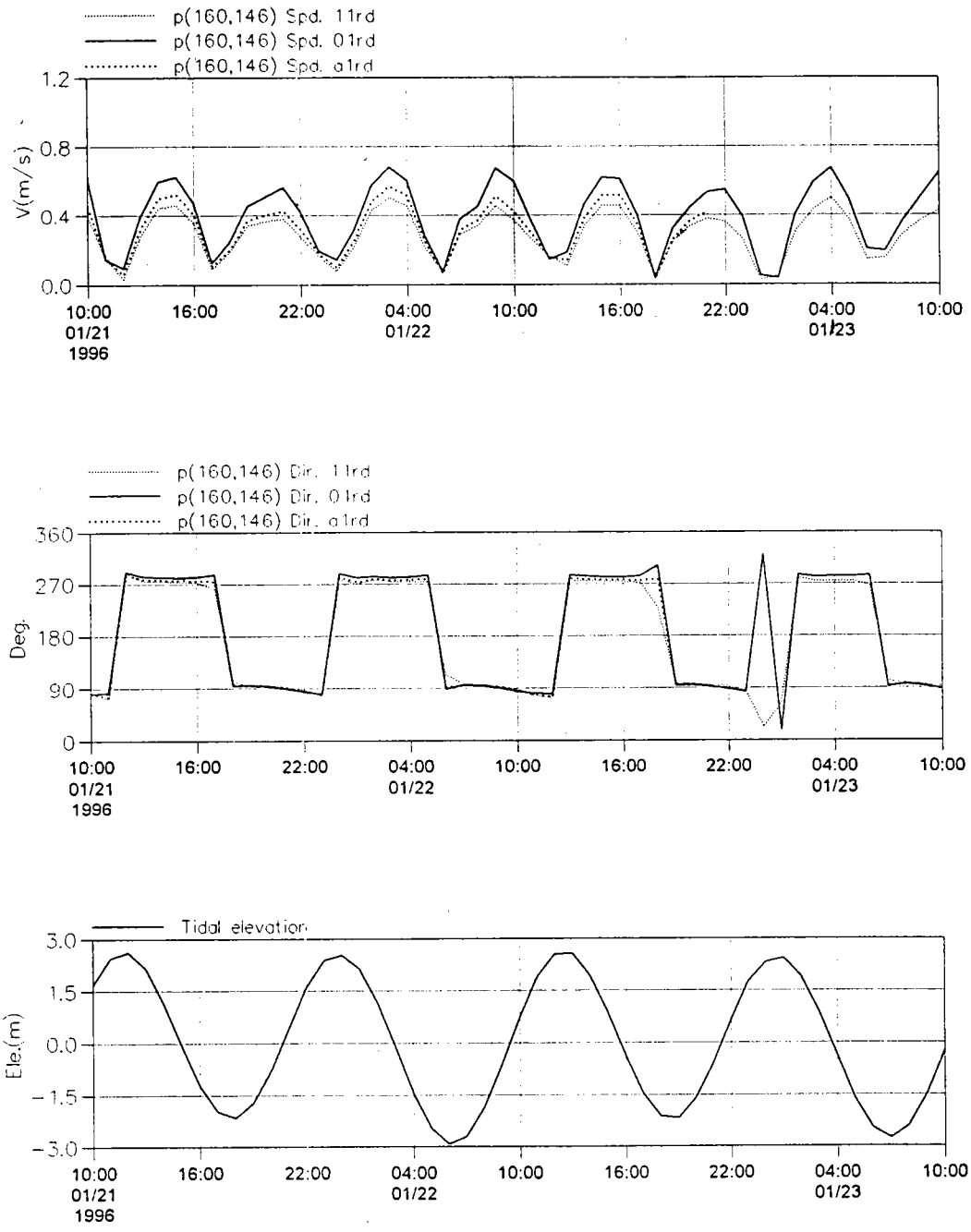


圖 4-7e 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案一、十與現況配置之流場比較

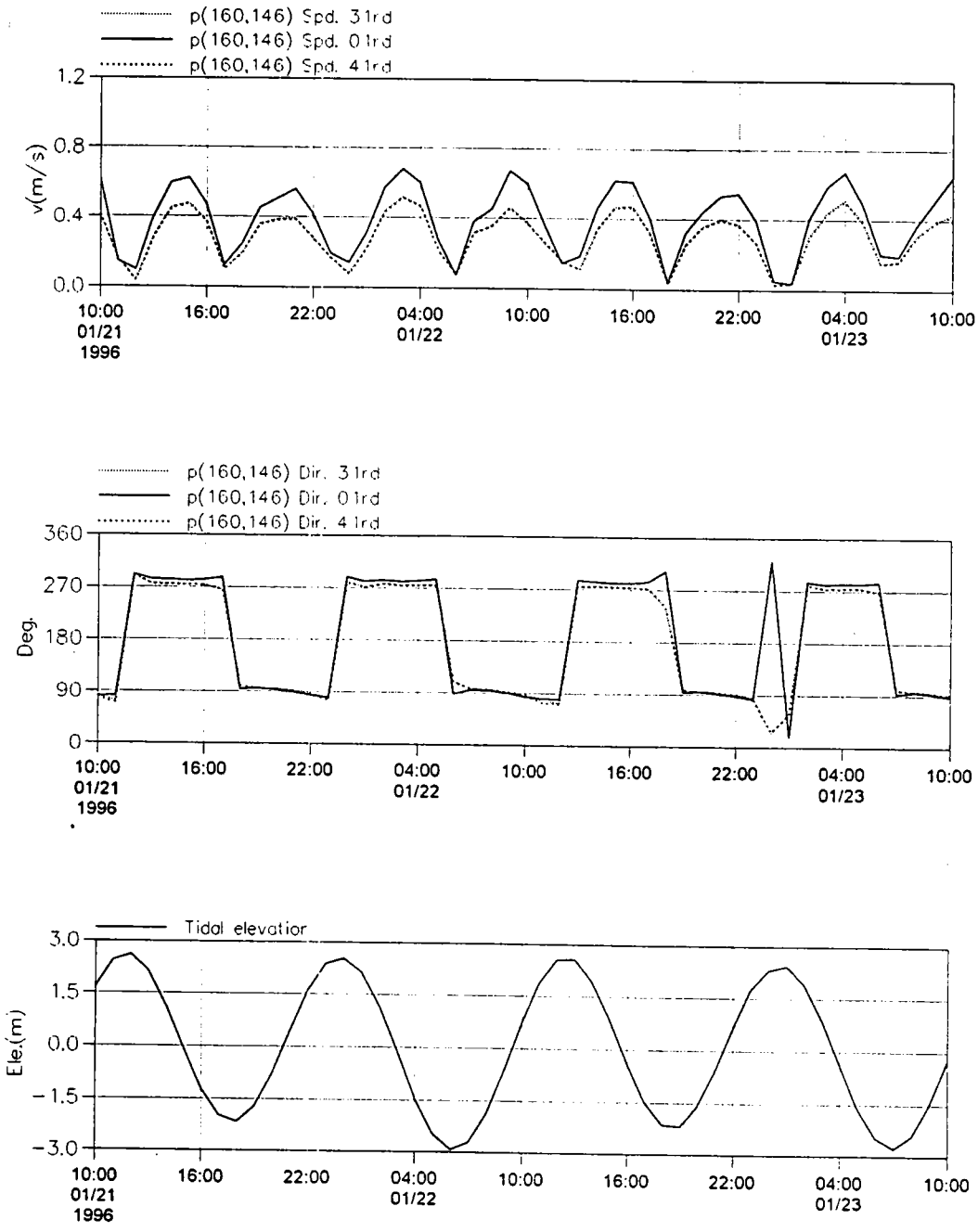
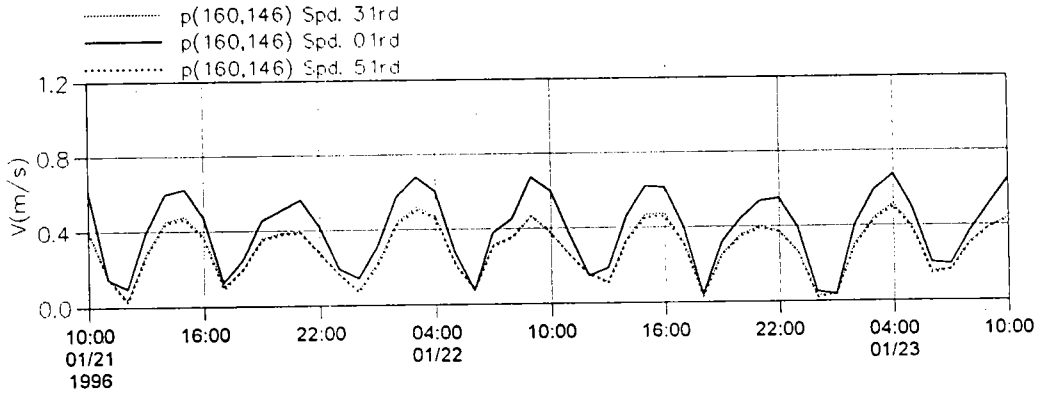
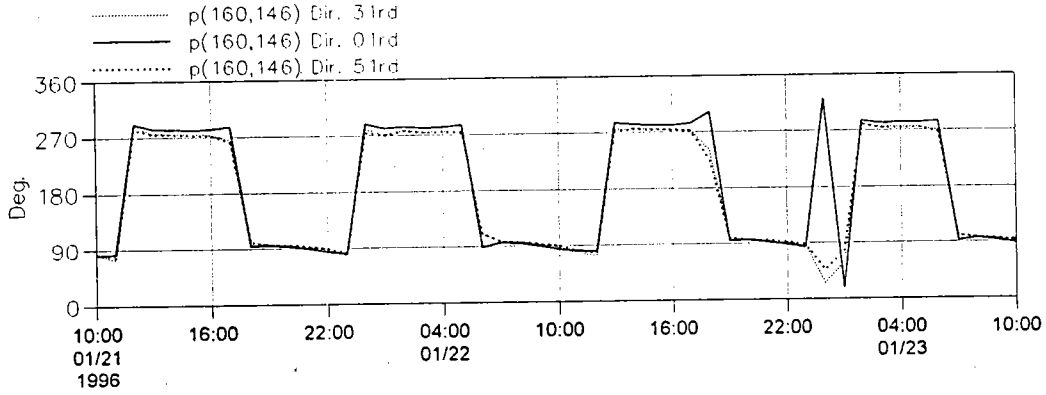


圖 4-7f 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案三、四與現況配置之流場比較





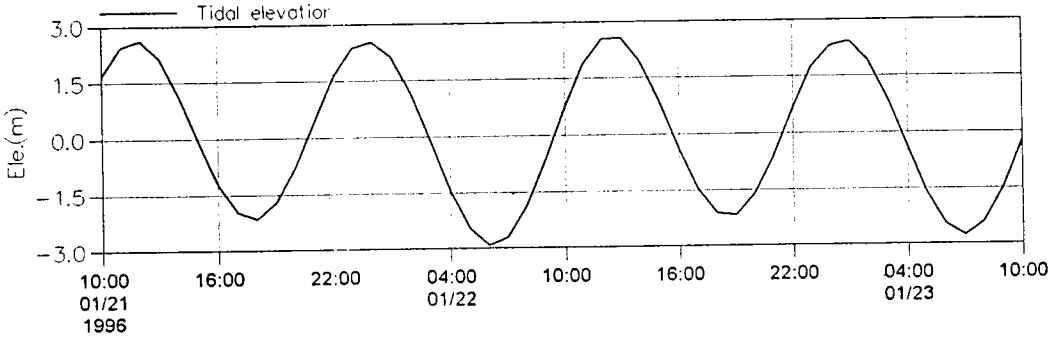


圖 4-7g 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案三、五與現況配置之流場比較

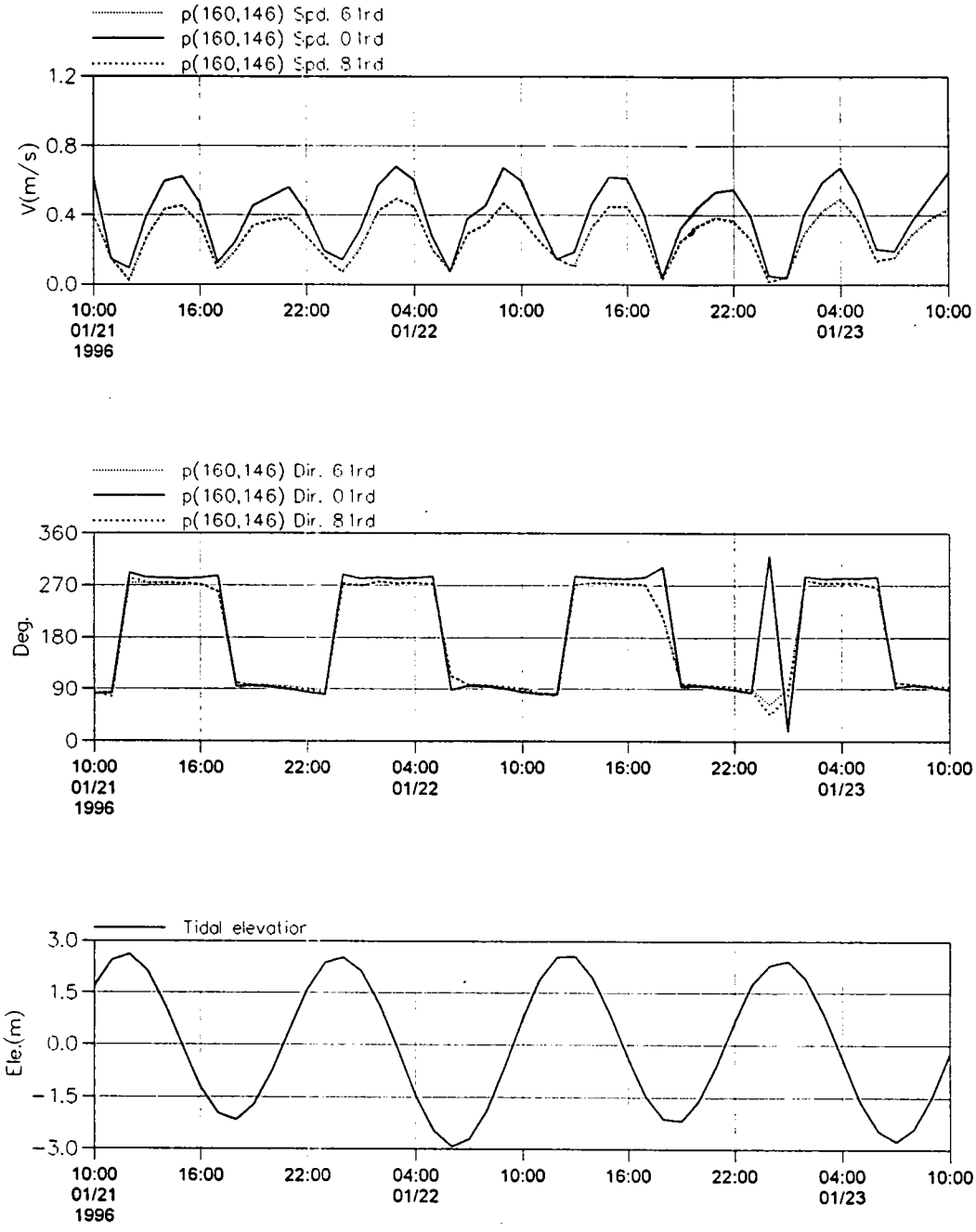
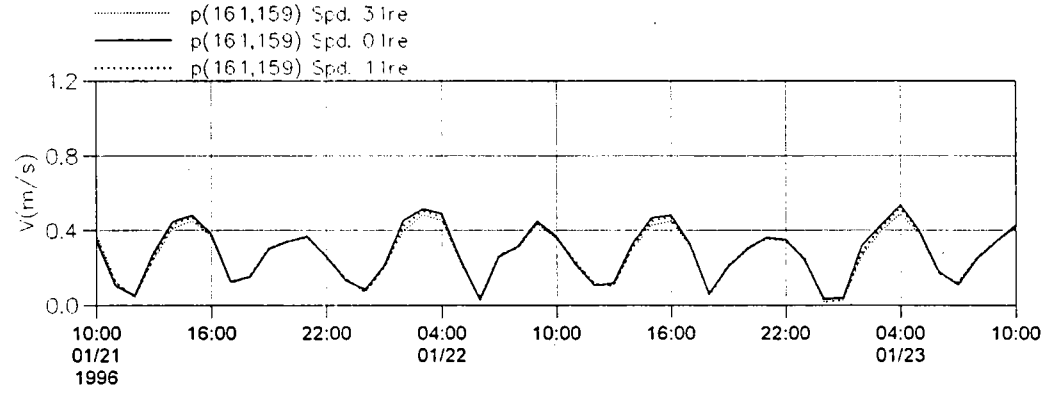
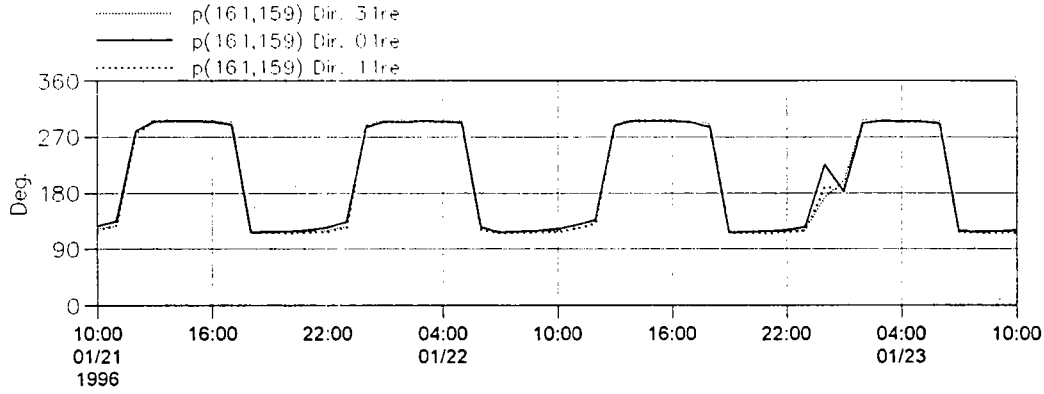


圖 4-7h 南北外防波堤間港口中點 D，替選方案六、八與現況配置之流場比較





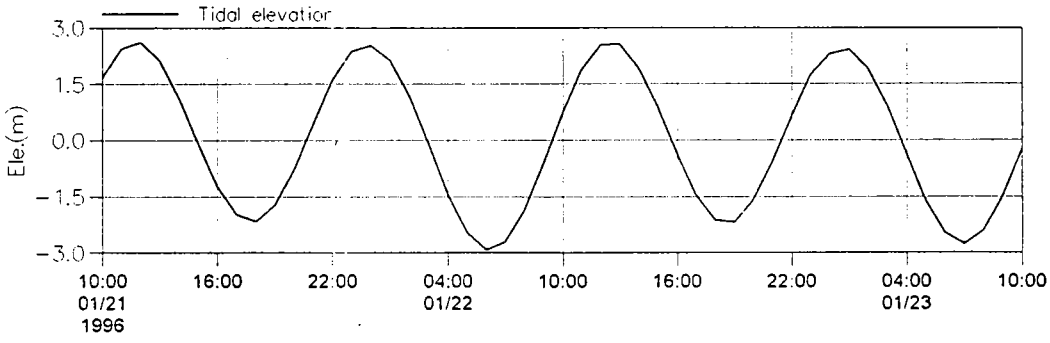


圖 4-8a 主航道中線中點 E，替選方案一、三與現況配置之流場比較

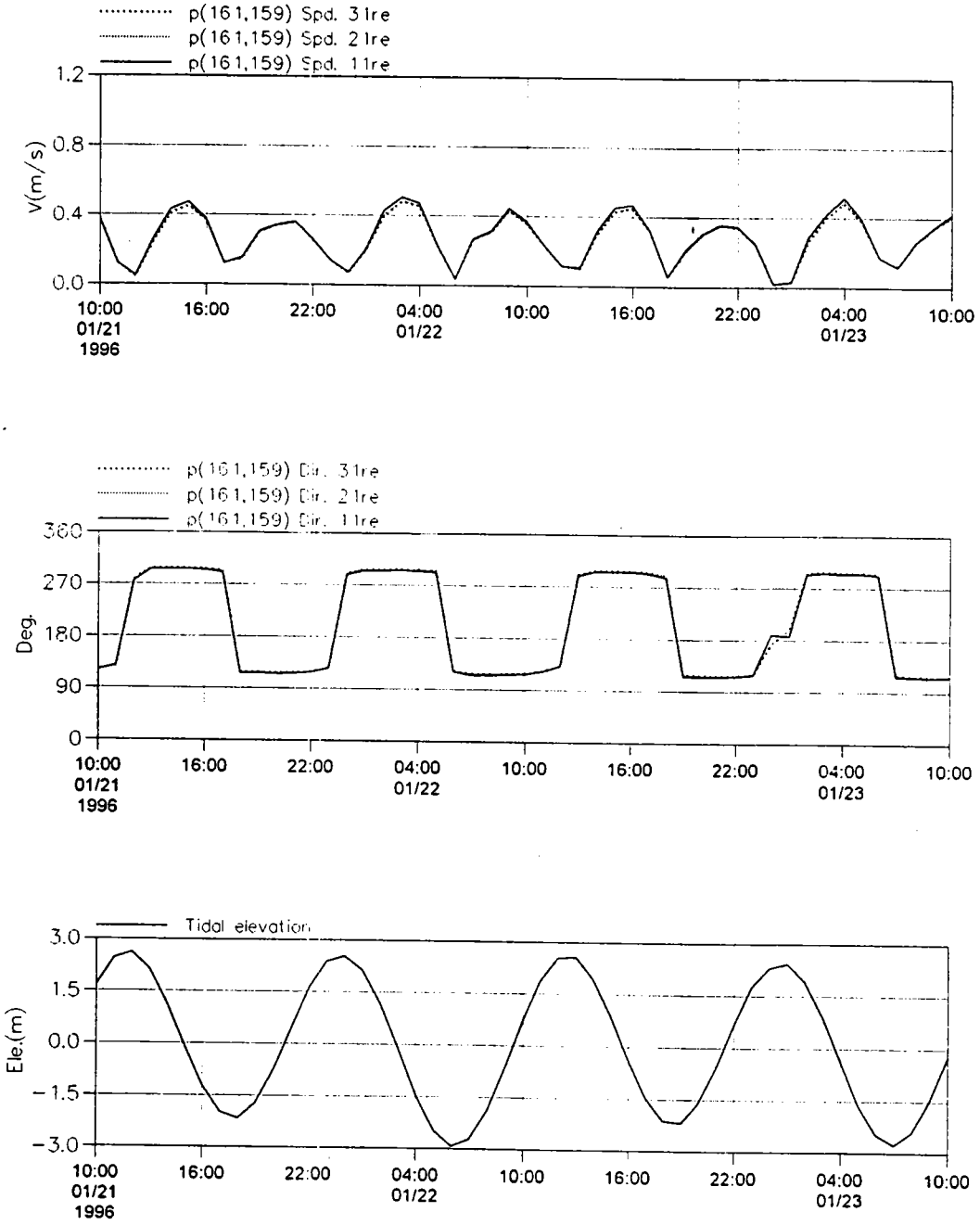
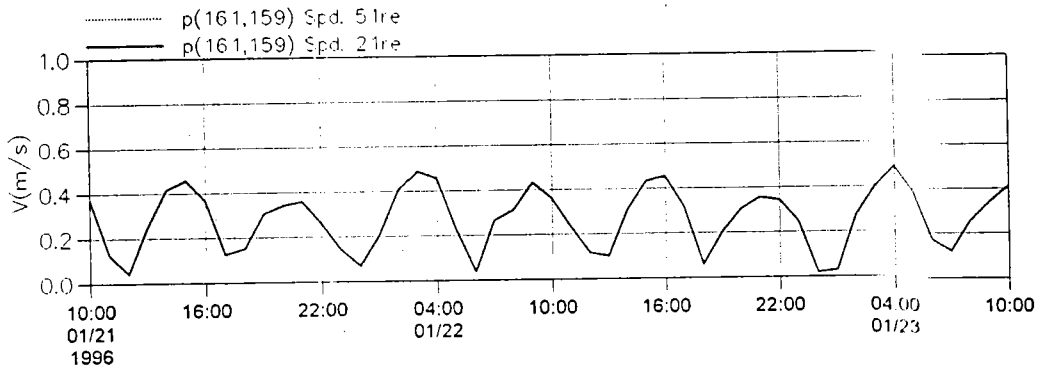
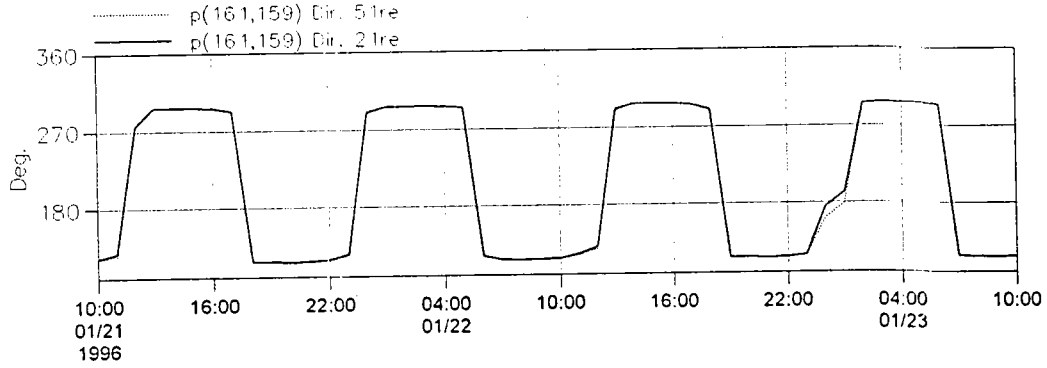


圖 4-8b 主航道中線中點 E，替選方案一、二、三間之流場比較





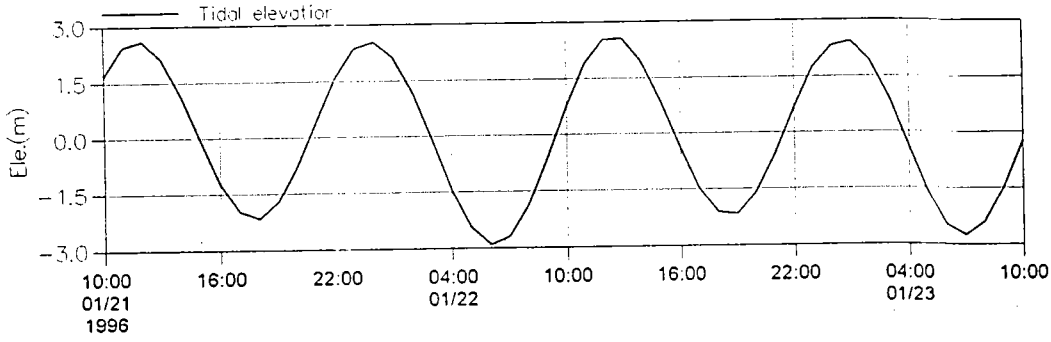
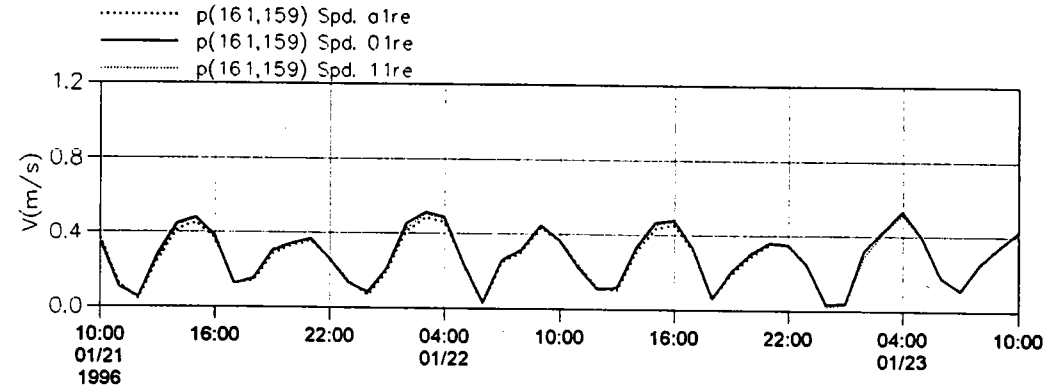
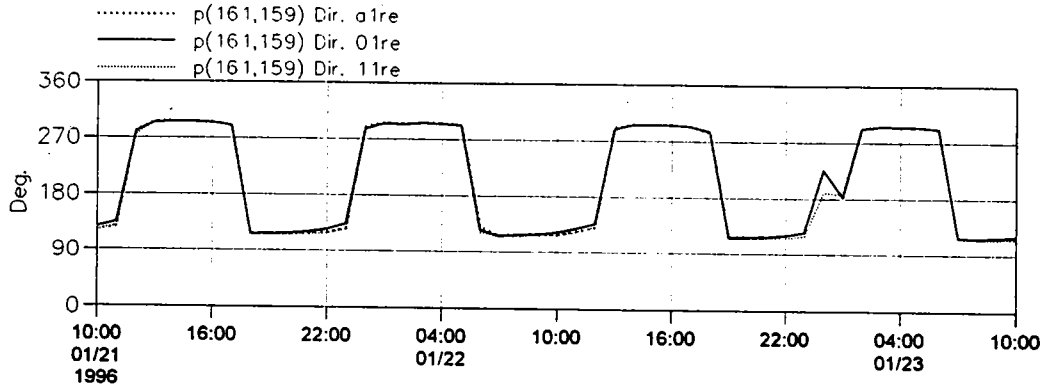


圖 4-8c 主航道中線中點 E，替選方案二、五間之流場比較





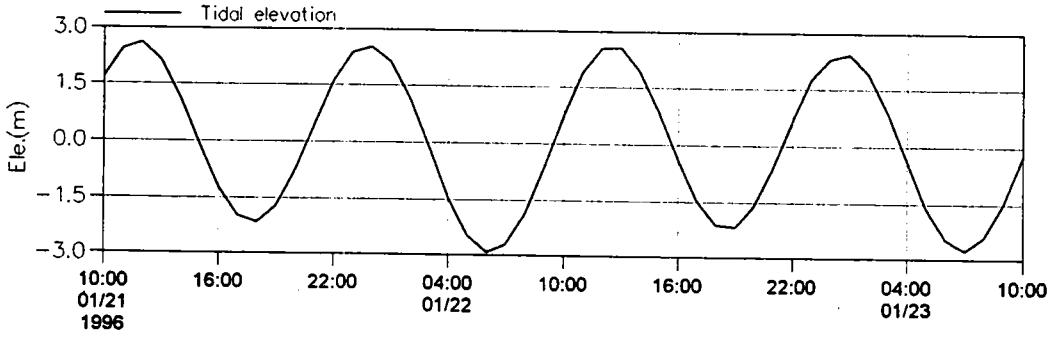
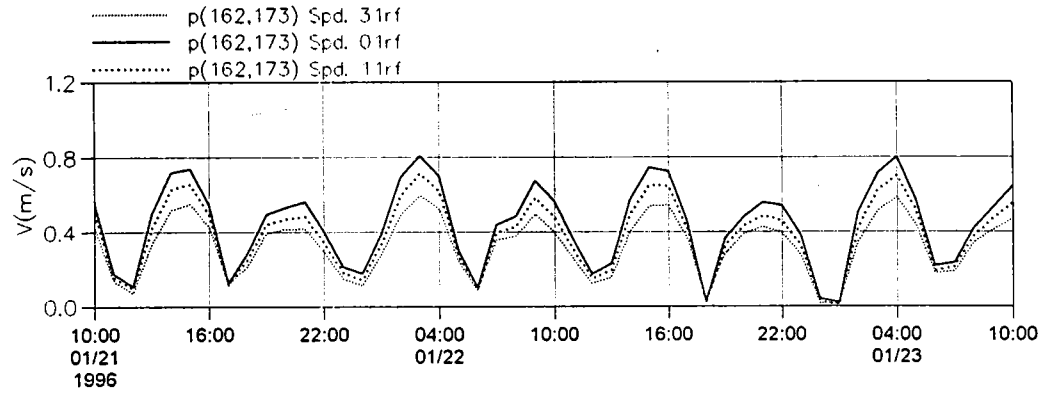
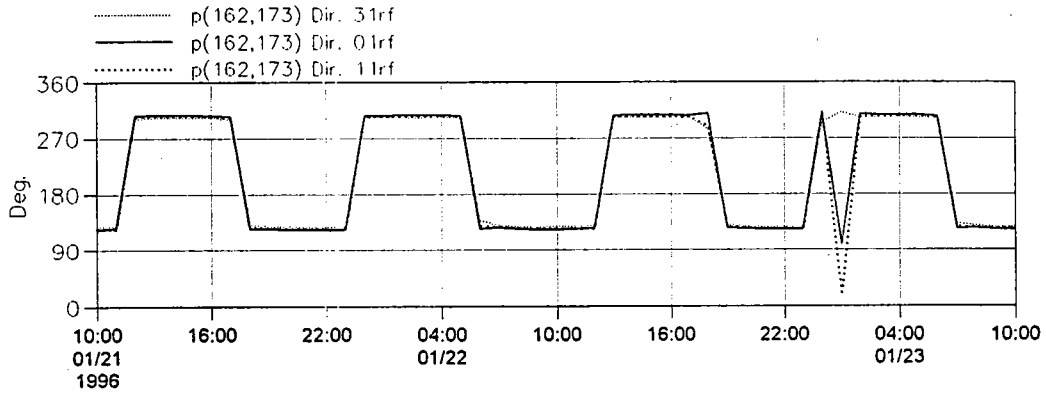


圖 4-8d 主航道中線中點 E，替選方案一、十與現況配置之流場比較





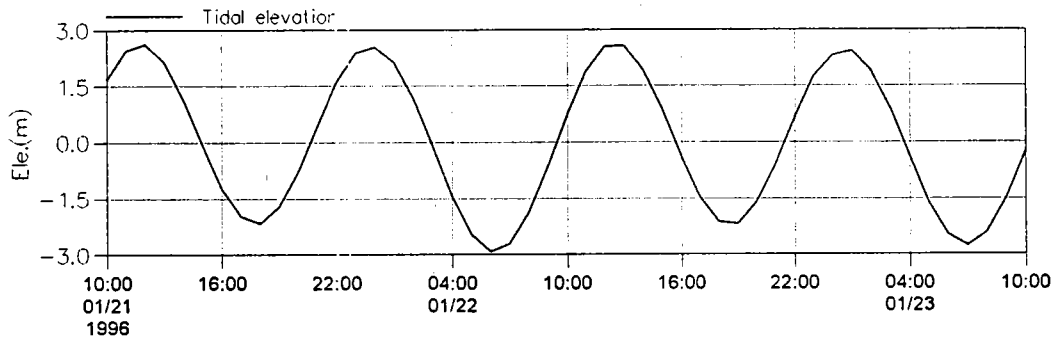
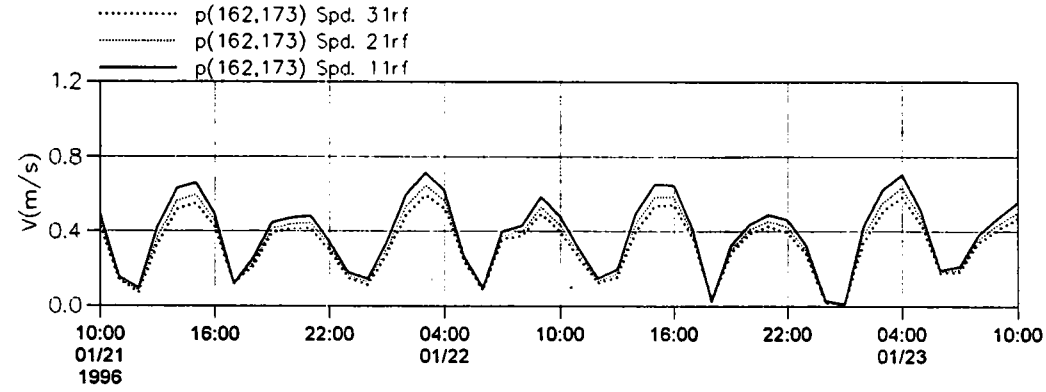
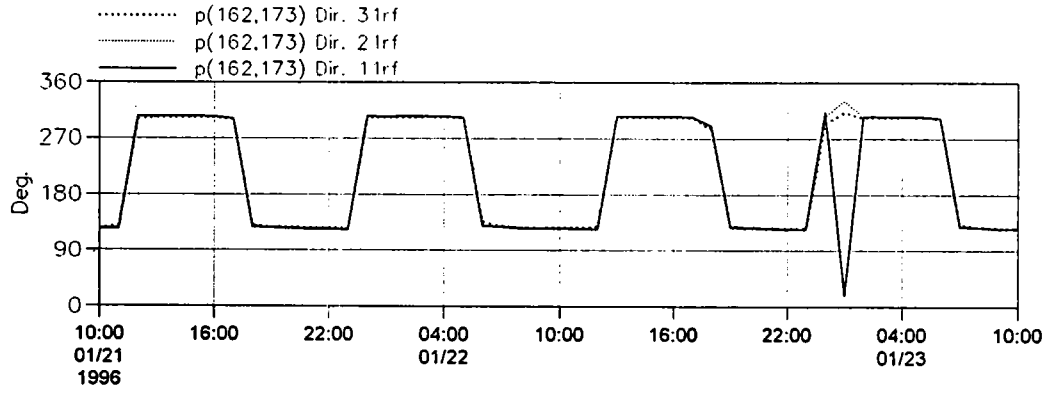


圖 4-9a 南北內防波堤口中點 F，替選方案一、三與現況配置之流場比較





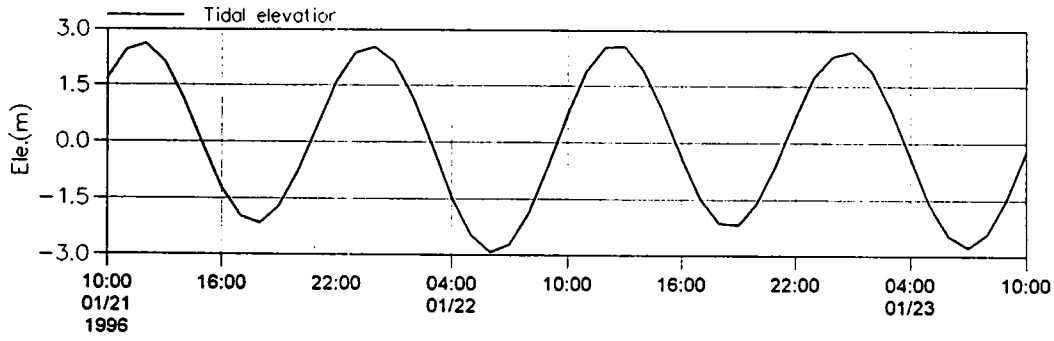
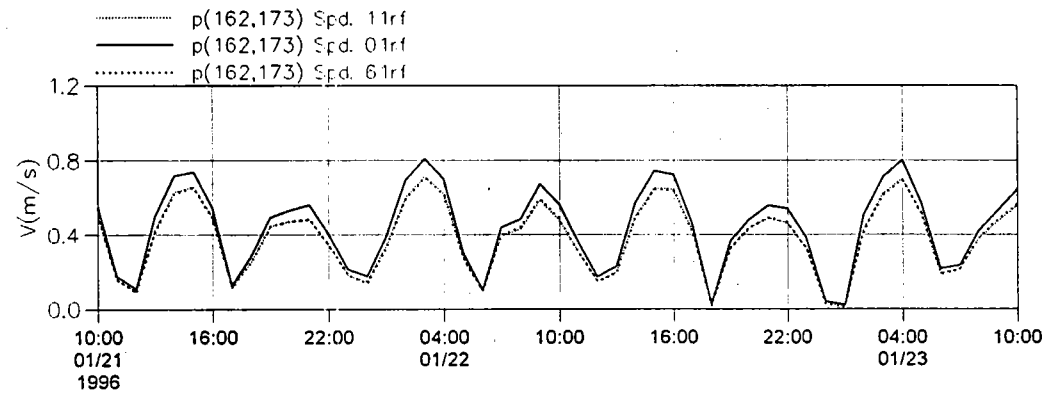
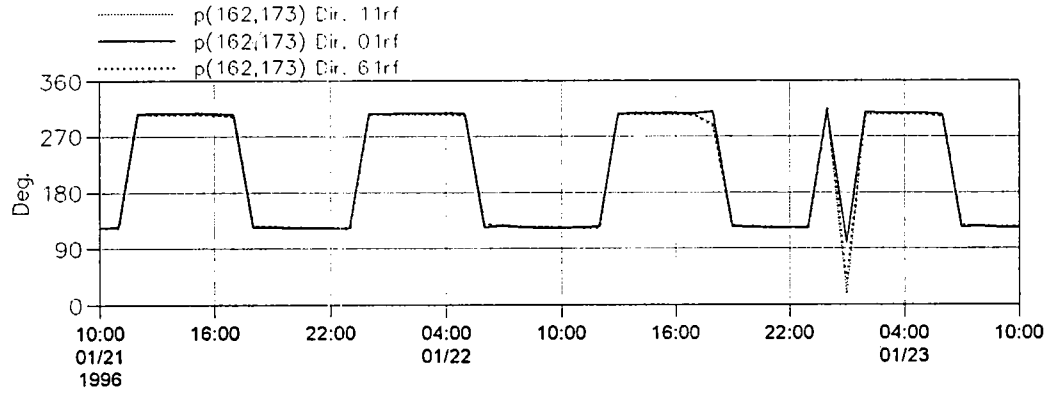


圖 4-9b 南北內防波堤口中點 F，替選方案一、二、三間之流場比較





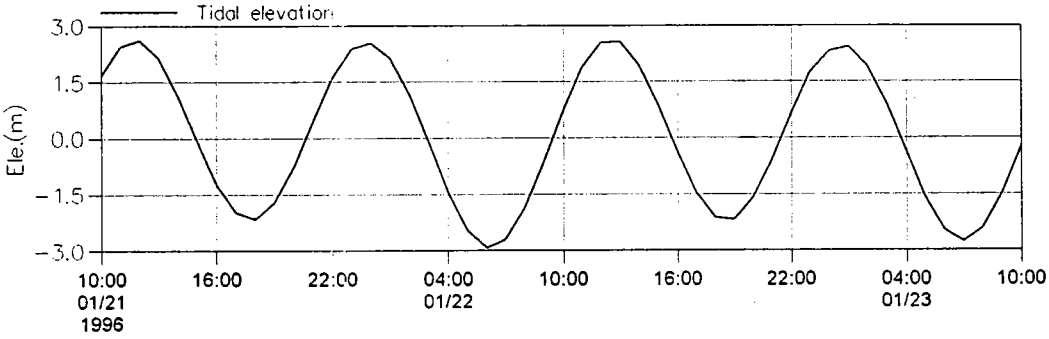
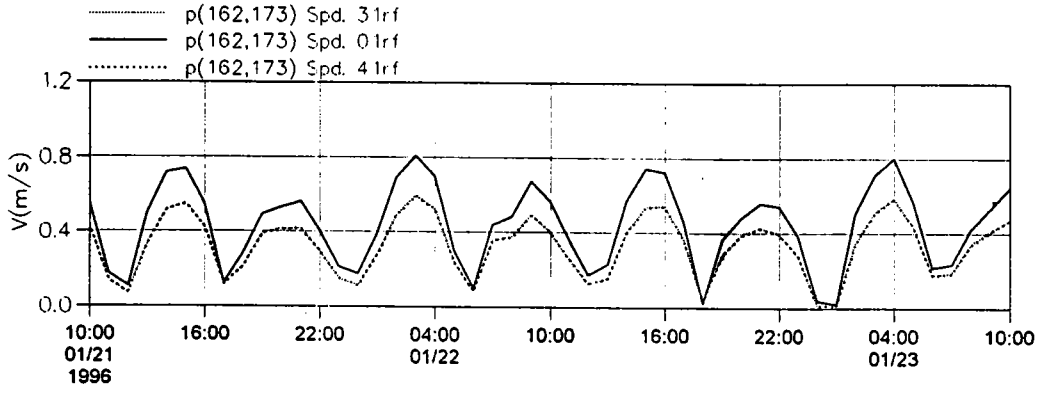
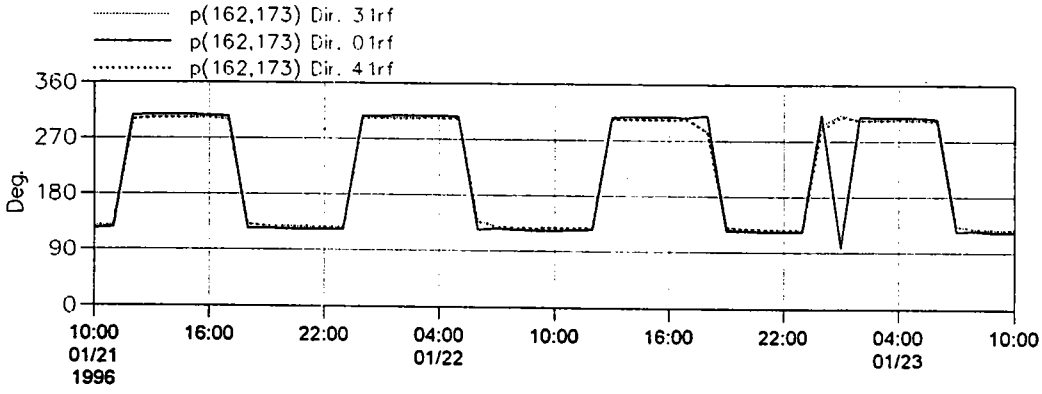


圖 4-9c 南北內防波堤口中點 F，替選方案一、六與現況配置之流場比較





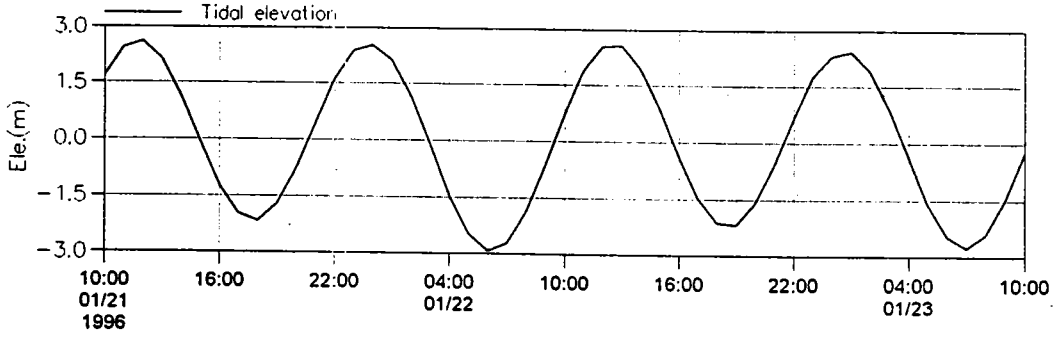
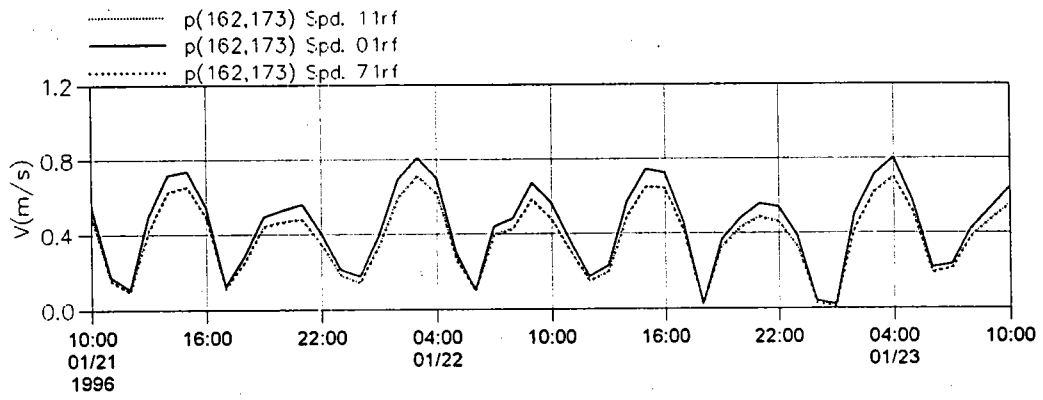
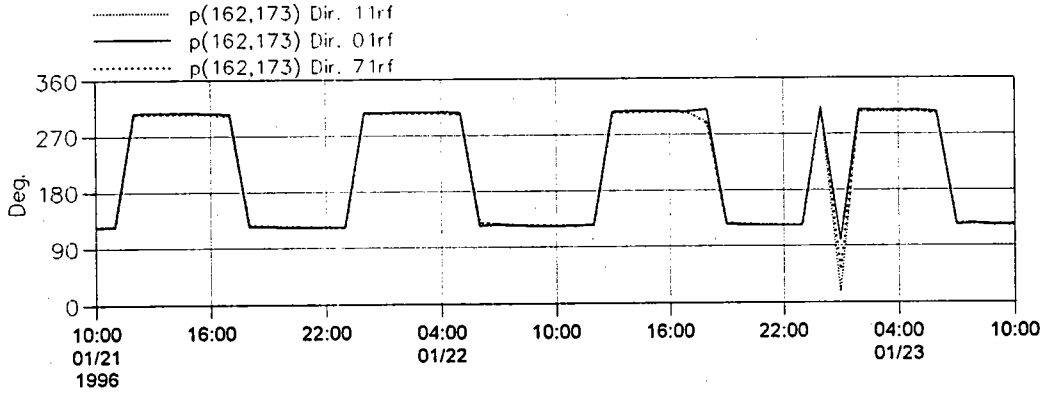


圖 4-9d 南北內防波堤口中點 F，替選方案三、四與現況配置之流場比較





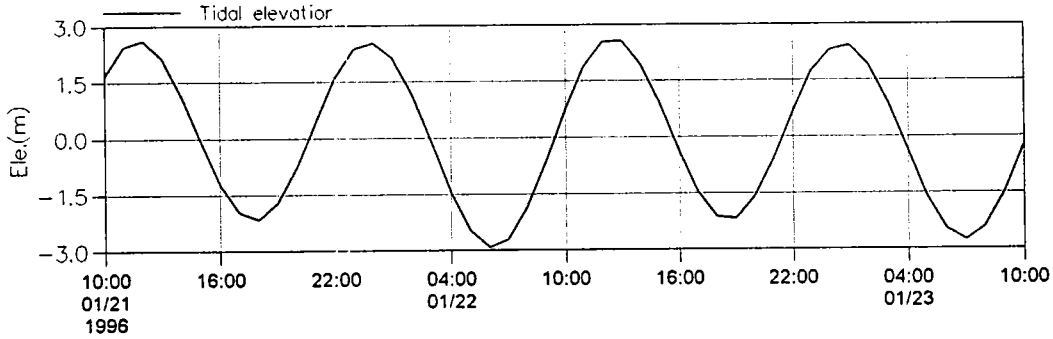
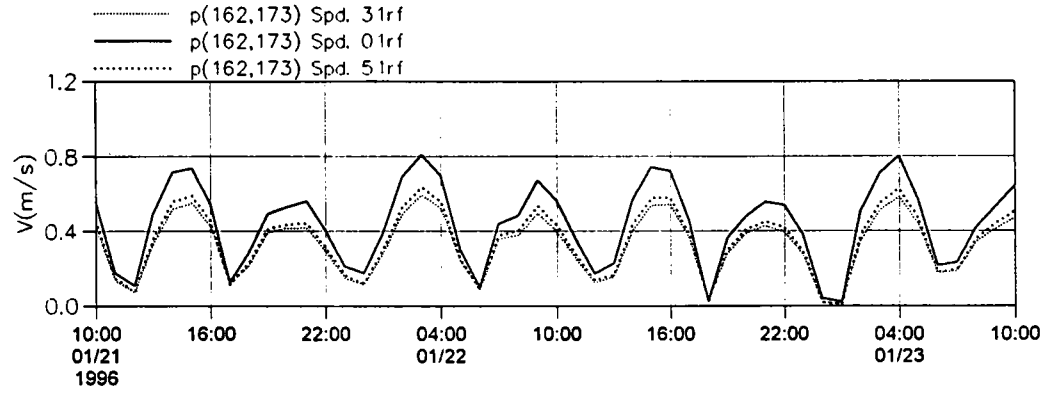
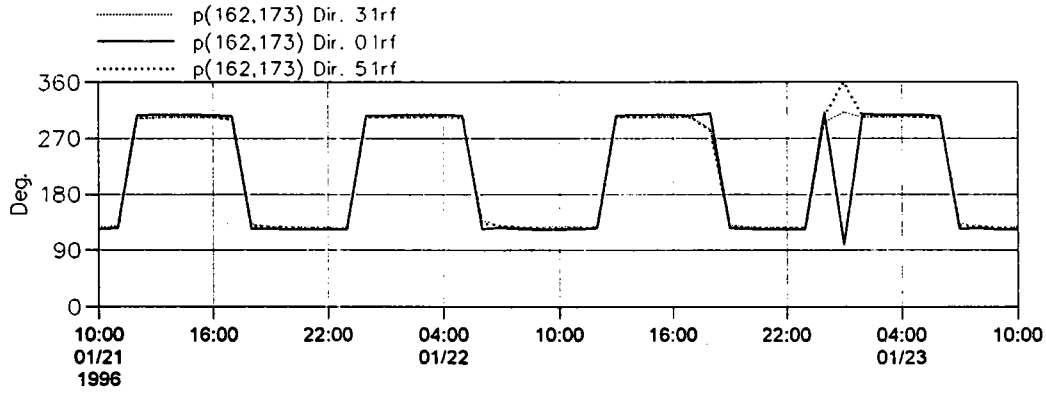


圖 4-9e 南北內防波堤口中點 F，替選方案一、七與現況配置之流場比較





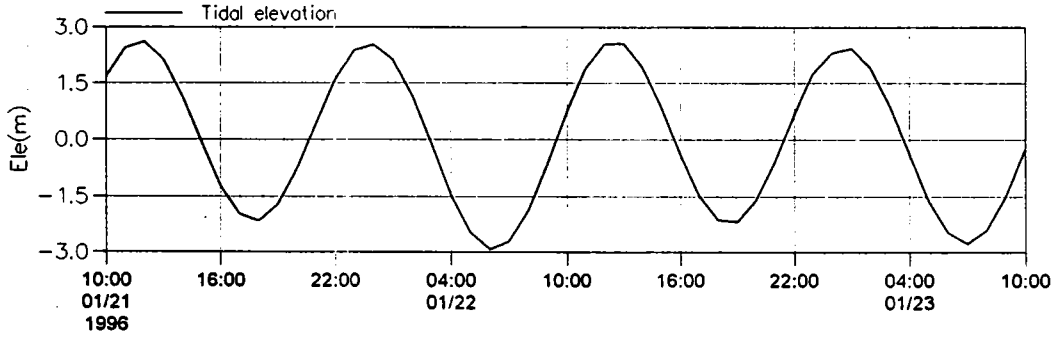
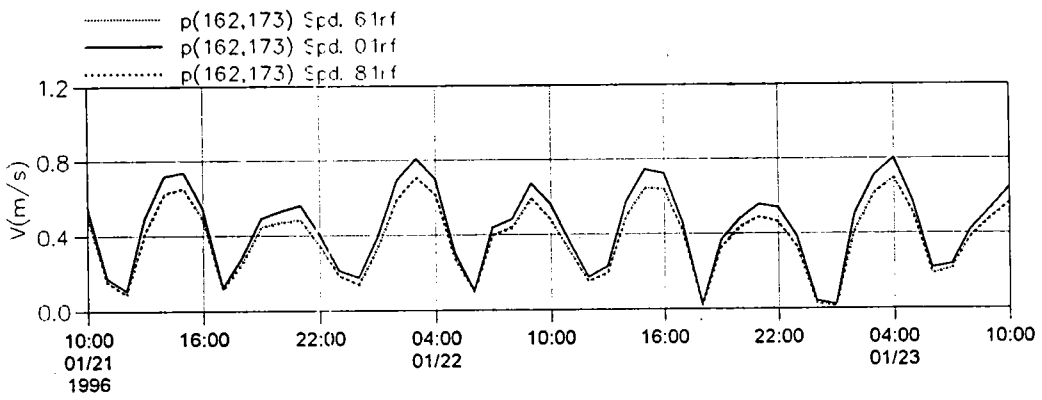
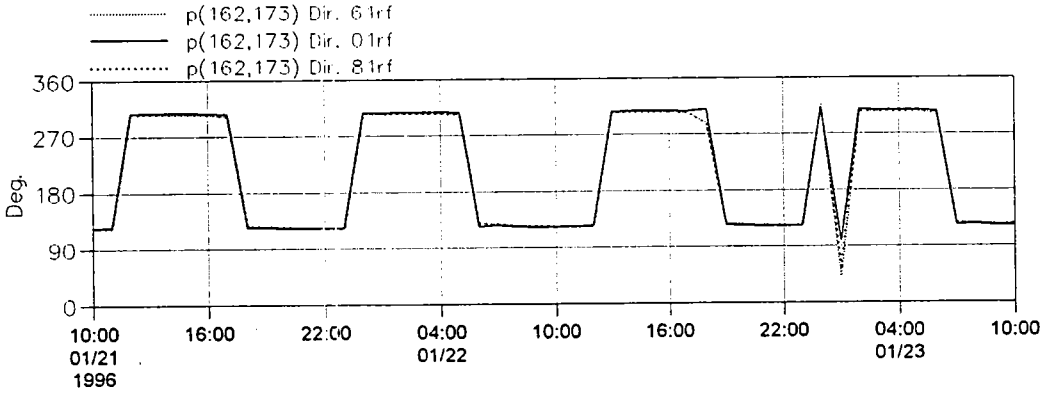


圖 4-9f 南北內防波堤口中點 F，替選方案三、五與現況配置之流場比較





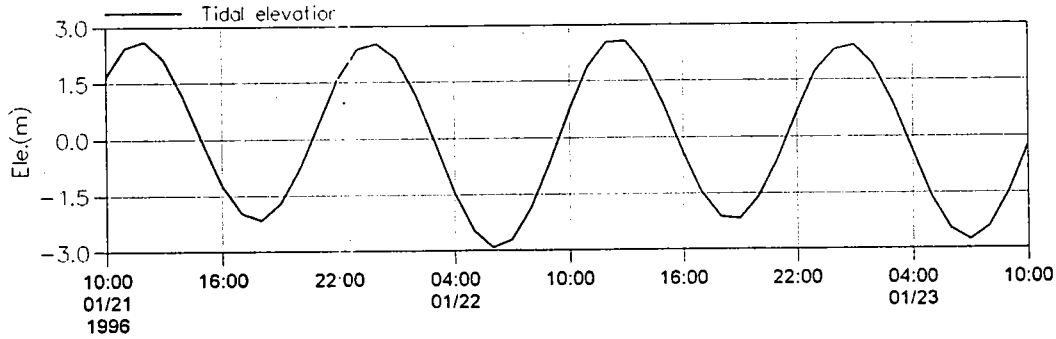


圖 4-9g 南北內防波堤口中點 F，替選方案六、八與現況配置之流場比較

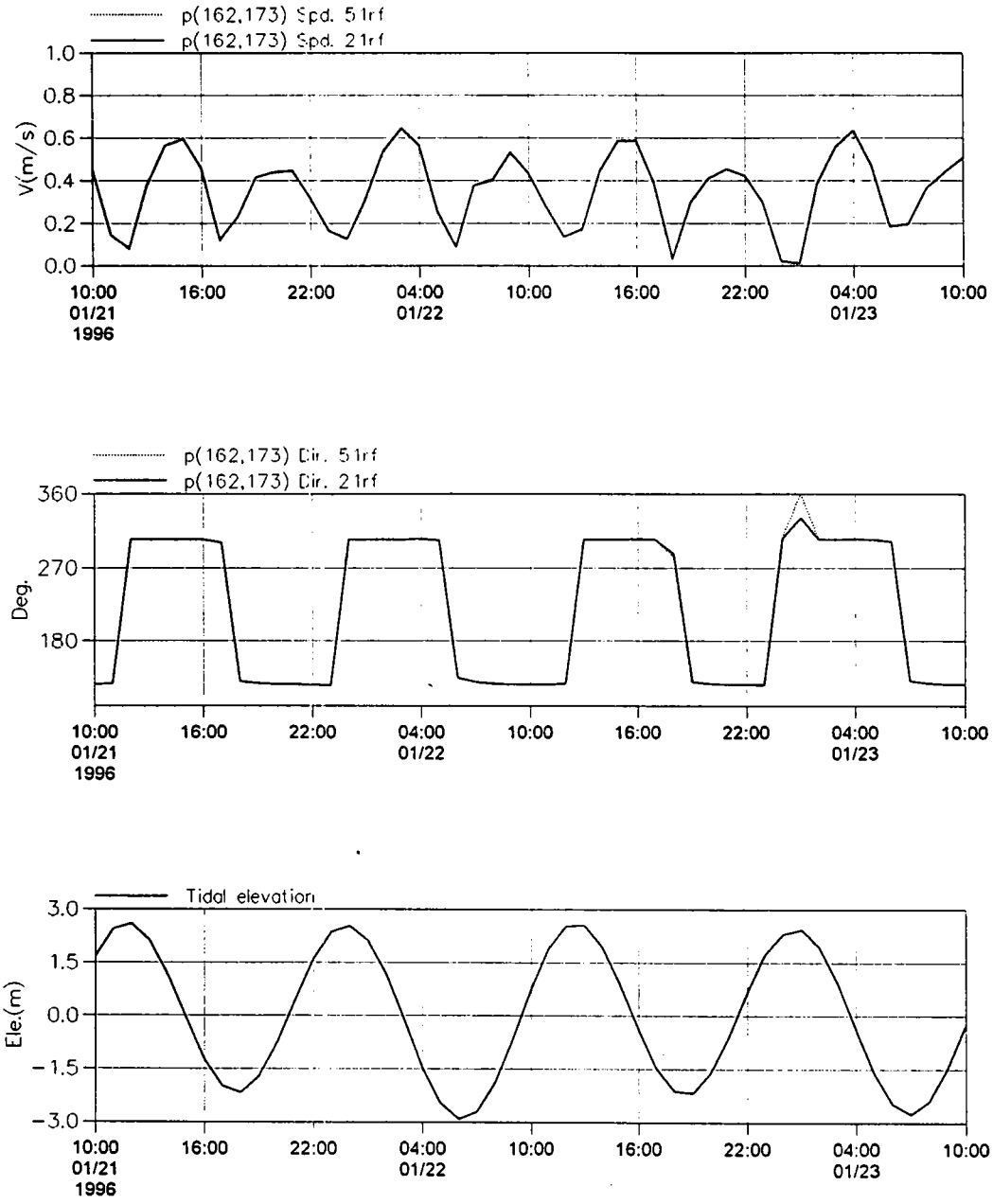


圖 4-9h 南北內防波堤口中點 F，替選方案二、五間之流場比較

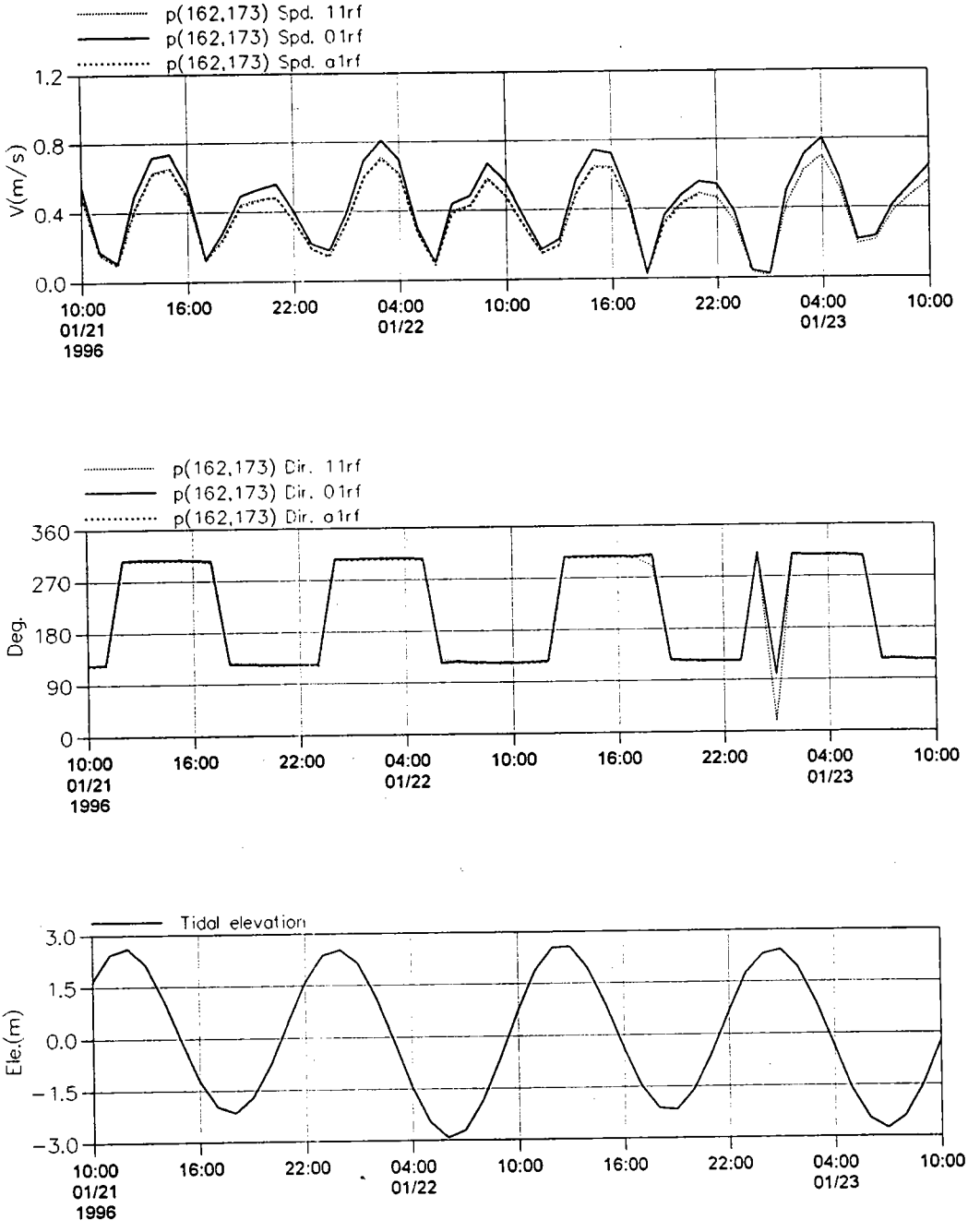
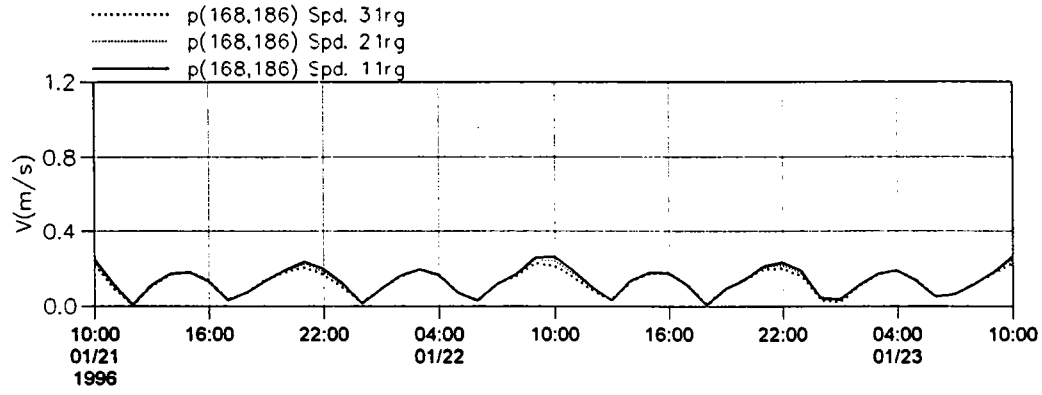
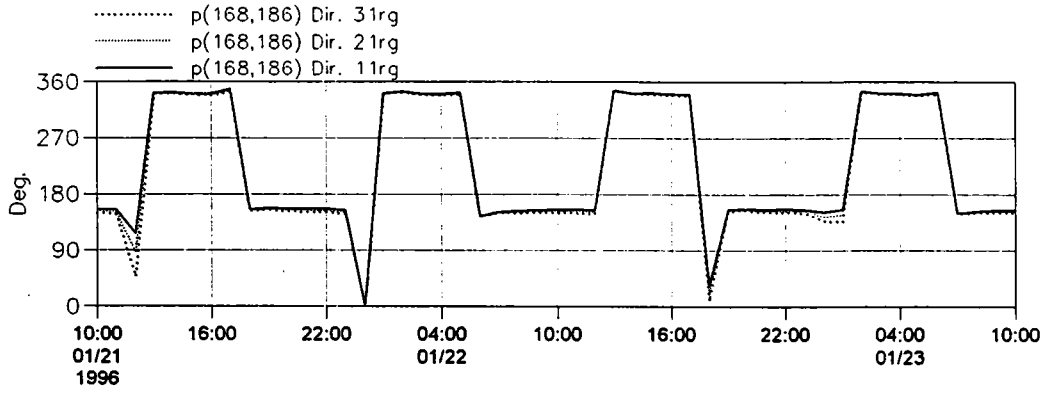


圖 4-9i 南北內防波堤口中點 F，替選方案一、十與現況配置之流場比較





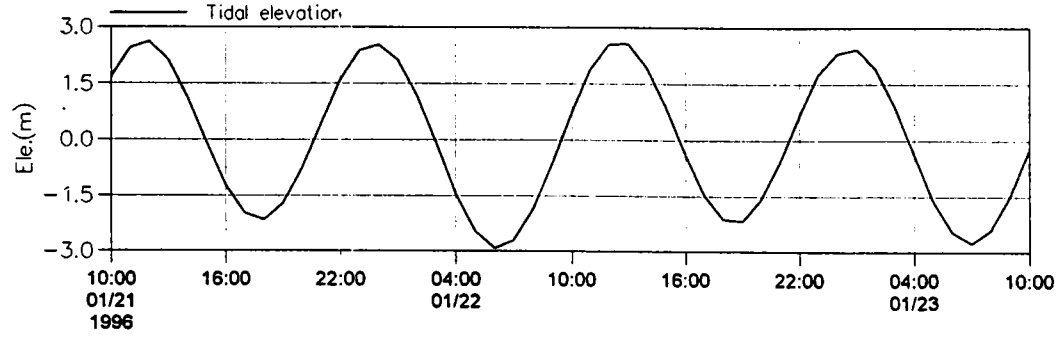
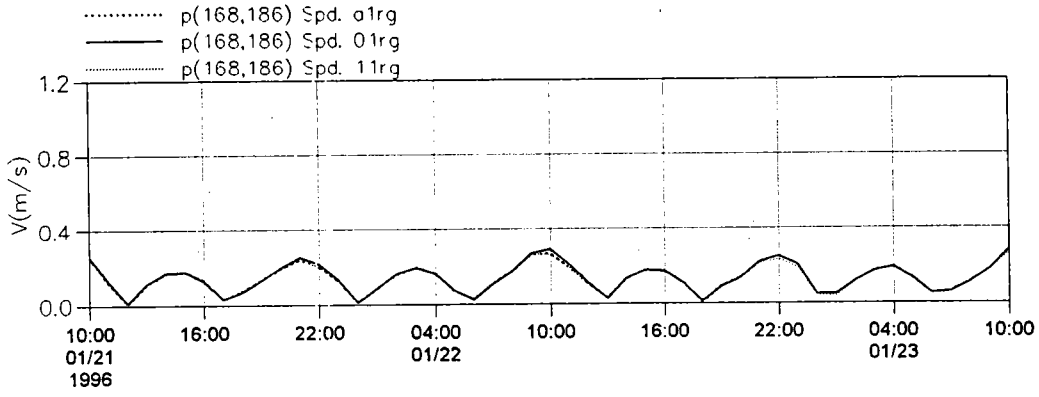
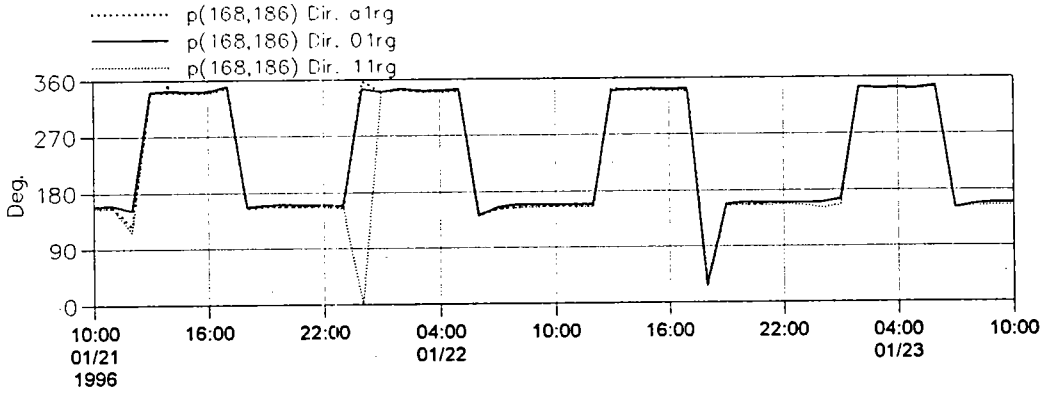


圖 4-10a 迴船池中心點 G，替選方案一、二、三間之流場比較





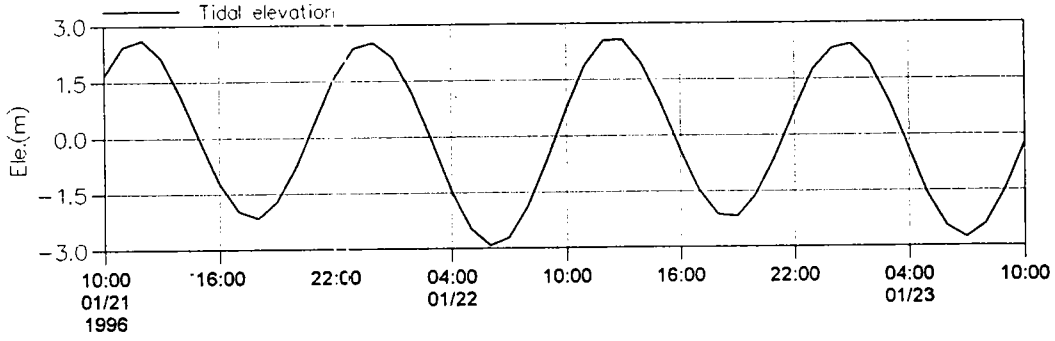


圖 4-10b 迴船池中心點 G，替選方案一、十與現況配置之流場比較

第伍章

結論與建議

第五章 結論與建議

5-1 結 論

本研究結合 MIKE21-NSW 近岸波場模式與 MIKE21-HD 二維水動力模式，將其實際應用於台中港域流場模擬驗證與港口二期擴建規劃替選方案評估後，主要獲得之結論如下：

1.台中港域北堤風速測站之實測逐時風速，在不化算爲 10 公尺高之標準高程風速下，於數值模擬計算中欲直接應用，應以 1.5 之倍率放大逐時風速大小，則台中港計算之海流流場其準確度已可於風速大於 5m/s 之氣象條件下滿足大部分現況海域海氣象調查站之實測結果。

2.台中港域水深小於 5 米之近岸流場，其與風速大小及深海入射波浪條件關係密切。其中，波向之設定可影響台中港北外防波堤以北近岸區海域近岸流之流向。從本研究結果得知，若波浪入射方向爲東北，則計算之近岸流流向爲順灘線由北往南流動；若波浪入射方向爲北北西，則計算之近岸流流向則改爲沿灘線由南而北流動。

3.台中港區在水深大於 10 米以上海域，若風速持續一段期間皆高於 5m/s，則以單一水深實測所得之海流特性將與風之特性甚爲相關，風速高於 10m/s 時兩者關係更爲密切。但二維數值計算模式以單一水深表示計算海流特性時，在潮汐影響下，計算海流流速大小將明顯有隨潮位高低而變動之現象。

4.配合海流實測資料之檢證，將 MIKE21-HD 與 MIKE21-NSW 結合應用，可準確模擬計算台中港海域全面逐時之海流流場。

5.台中港二期擴建規畫各替選方案中，北外防波堤之擴建延伸將明顯改變現況領港登輪點以西海域之流場。而港口內之流速變化則完全受控於堤口之寬度與潮汐水位之時變率。

6.SPOT 衛星影像可有效地應用於計算流場之特性研判與海流規模檢證。

5-2 建 議

1.對於台中港海域實測之海流資料，若能在現有統計、分析方法上增加海

流橢圓圖項目，則可獲得更詳實之海流資訊。

2.對台中港海域水深 10 米以上之海流觀測，水深方向宜多加測點，俾利分辨風速與潮汐之影響。至於測點之平面位置亦應清楚量測標註。

3.風速與潮汐明顯影響海流特性時，海流數值計算模式應改採三維計算模式以爲因應。

4.爲便利計算與實測驗證使用，衛星影像應標註攝照日期、時間及相關海氣象資訊。

5.實測波浪資料，除週期、波高外，波向亦應設定爲觀測之重點。

参考文献

參考文獻

1."台中港港口擴建計畫評估研究"，中華顧問工程司，民國 77 年 4 月。

2."台中港簡介"，台中港務局，1998。

3."台中港進出港指南"，台中港務局編印，民國 83 年 11 月。

4."台灣海域海氣象特性之研究"，港灣技術研究所，84-研(二)，民國 84 年 6 月。

5."台中港第二階段發展計畫評估研究"，中華顧問工程司，民國 81 年 11 月。

6.台中港口流況調查研究"，港灣技術研究所，民國 71 年 12 月。

7."台中港港口擴建流速調查研究"，港灣技術研究所，民國 77 年 6 月。

8."台中港港池水理模式之研究"，港灣技術研究所，85-研(七)-1，民國 85 年 6 月。

9."台中港港口段航道設置減風設施可行性研究"，港灣技術研究所，專刊第 148 號，民國 86 年 11 月。

10."雲林縣離島式基礎工業區開發計畫八十三年度整體規劃外海抽砂對環境影響研究—外海抽砂對海岸地形變遷影響"，中興工程顧問社，民國 84 年 4 月。

11."Admiralty Tide Tables and Tidal Stream Tables", The hydrographer of the Navy, U.K., Volume 3, 1997.

12."台灣各港口潮汐相關性與預報模式研究"，港灣技術研究所，民國 81 年 6 月。

13.莊文傑、江中權，"海流型態與衛星影像之關聯探討"，第十二屆海洋工程研討會論文集，PP.137～142，1998。

14."台中港港口第二期擴建工程規劃" 期末報告初稿，港灣技術研究所，1998。