



Deutscher Wetterdienst

CLIMATE OF THE NORTH SEA

Einzelveröffentlichungen

Nr. 118

2., korrigierte Auflage

Hamburg

2007

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes
Offenbach am Main 2000

ISSN 0072-1603
ISBN 3-88148-370-5

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten. Kein Teil des Werks darf ohne schriftliche Einwilligung des Deutschen Wetterdienstes in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich.

Herausgeber und Verlag

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach a. M.

Herstellung und Vertrieb

Deutscher Wetterdienst
Abt. Klima und Umwelt
Jenfelder Allee 70 a
22043 Hamburg



Deutscher Wetterdienst

182432

551.582 (201.20): 551.582.1: 551.582.2 : 551.582.3
: 551.524.2: 551.526.6 : 551.557 : 551.553.6

CLIMATE OF THE NORTH SEA



K. Michaelsen

U. Krell

V. Reinhardt

H. Graßl

L. Kaufeld

Einzelveröffentlichungen

Nr. 118

2., korrigierte Auflage

Hamburg 2000

LS



02.41

WETTER

Handwritten text, possibly a title or date, mostly illegible due to fading.

CLIMATE OF THE ...

Handwritten text, possibly a list of names or locations.



Handwritten text, possibly a date or page number.

Einzelveröffentlichungen

Nr. 118

Fortgesetzte Ausgabe

Hamburg 2000

Climate of the North Sea

This atlas of North Sea Climate has been developed as part of the subproject Atmospheric Fields (A1) within the interdisciplinary project "Küstennahe Stoff- und Energie flüsse – Der Übergang Land-Meer in der südöstlichen Nordsee" (abbreviated as KUSTOS, in English: Coastal Material and Energy Fluxes – the Transition Land-Sea in the Southeastern North Sea) funded by the German Federal Ministry for Education, Science, Research and Technology from 1992 to 1997.



KUSTOS project leader: Prof. Dr. J. Sündermann
Subproject A1: Prof. Dr. H. Grassl

Addresses of the authors:

Dipl.-Met. Kirsten Michaelsen, Dr. Ute Krell, Volker Reinhardt,
Meteorologisches Institut, Universität Hamburg,
Bundesstrasse 55, D-20146 Hamburg

Dr. Lothar Kaufeld, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Seeschifffahrt,
Bernhard -Nocht-Straße 76, D-20359 Hamburg

Prof. Dr. Hartmut Grassl, c/o WMO, 41 Avenue Giseppe Motta, CH-1211 Geneva 2,
Switzerland, on leave from the Meteorological Institute, University of Hamburg

Contents

	Page
1 Introduction	1
2 Data Base	2
3 Analysis Model	3
3.1 Quality check of the data	4
3.2 Interpolation method	6
4 Construction of the Maps	7
4.1 Measured parameters	7
4.2 Derived parameters	8
5 North Sea Climate from 1981 to 1990	10
5.1 Air pressure	10
5.2 Air temperature and sea surface temperature	10
5.3 Relative humidity	12
5.4 Surface wind	13
5.5 Turbulent momentum flux	14
5.6 Sensible and latent turbulent heat flux	14
5.7 Divergence and vorticity	15
6 Concluding Remarks and Acknowledgements	16
7 Maps	17
8 Literature	191
9 Appendices	193
9.1 Tables of windroses	193
9.2 Assessment of literature concerning the north sea climate (german version)	247

1 Introduction

The North sea is a marginal sea of the North Atlantic Ocean surrounded by continental Europe and the British Isles. Therefore, the climate of the North Sea is characterised by a transition from oceanic to continental climate. The effects of increased pollution due to many industrial activities in and around the North Sea have raised the interest in climatological data, thus creating the need for average fields of atmospheric and air-sea interaction parameters and their variability.

Several studies of the mean North Sea climate have already been published (e.g. H.J. Bullig and P. Bintig, 1954; R. Höhn, 1971; C.G. Korevaar, 1990), however, no comprehensive monthly, homogeneous, high spatial resolution climatology is available for the North Sea today. In most cases the spatial resolution is coarse, only selected months are shown and the results have not been checked for consistency by numerical models.

Atlases of the North Atlantic Ocean climate have been published (e.g. J.M. Meserve, 1974; H.-J. Isemer and L. Hasse, 1985), however, in these the North Sea is represented by only a few gridpoints.

H.J. Bullig and P. Bintig (1954) and H. Markgraf and P. Bintig (1954) compiled meteorological observations over the North Sea from the 34 year period between 1906 and 1939. They provided monthly mean values of numerous atmospheric parameters on a 1 x 1 degree grid, partly including subjective contour lines.

R. Höhn (1971) presented an overview of the climate of the North Sea with the same spatial resolution for the main atmospheric parameters in terms of smoothed contour lines for selected months.

As a response to the growing interest of the offshore industry, the Oilfield Publication Ltd. (1985) published on their own a set of charts with strongly smoothed iso-lines describing the surface conditions, e.g. pressure, air and water temperature, visibility, for the four seasons.

In a final summary of earlier reports C.G. Korevaar (1990) presented the first comprehensive publication on the North Sea climate, based on 20 years of observations (1961-1980) with trend analyses of air temperature and a detailed wind analysis in selected regions.

Most of the countries bordering the North Sea produce sea handbooks for the North Sea region with coarse descriptions of the climate (e.g. Hydrographer of the Navy, 1991; Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine, 1993). During the more recent years the climatological descriptions in the sea handbooks of the Netherlands (Hydrographer of the Royal Netherlands Navy, 1993) and Germany (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, 1990) were improved by incorporating updated results (e.g. C.G. Korevaar, 1990; and G.A. Becker et al., 1986).

While numerous climatological investigations on certain parameters and selected regions in the North Sea exist (see also Appendix 9.2), the present work differs in a number of ways, for example, in spatial resolution and in the presentation of derived, calculated quantities, such as energy budget components and surface momentum flux.

The incentive for the present atlas comes from the subproject Atmospheric Fields of the interdisciplinary research project KUSTOS (Coastal material and energy fluxes – the transition land-sea in the southeastern North Sea), pursued at the Meteorological Institute of the University of Hamburg, which served the other groups of the project with meteorological data of high resolution in time and space.

For this atlas we use meteorological observations from the Global Telecommunication System (World Meteorological Organisation) of the whole North Sea region from 1981 to 1990. The observations were subjected to a numerical analysis procedure with intensive data quality control (after H. Luthardt, 1985) in order to get consistent surface fields of air pressure, wind, etc. on a 42 x 42 km² grid over the North Sea. Additionally, energy budget components have been derived for each month. For the decade 1981 to 1990 monthly and annual mean values and variability (standard deviations) have been calculated for each measured parameter. These are presented in maps for every month of the year and as annual mean fields (chapter 7). For certain regions in the North Sea windroses are also given for each month.

2 The Data Base

The data base for this North Sea Climatology consists of surface observations for north-western Europe from synoptic stations, ships, platforms and buoys. The reports are transmitted via GTS (Global Telecommunication System). The data for this investigation were made available by the Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Seeschifffahrt (earlier Seewetteramt) in Hamburg.

Air and sea surface temperature, surface pressure, dewpoint and wind are usually measured continuously with the same type of instruments. If possible, wind is measured near 10 m over ground, dewpoint and air temperature values are taken at 10 m over sea or at 2 m over land. For some ships, platforms and for buoys, the measuring height differs and lies between 20 and 30 m over the surface for ships and platforms and near to the surface for buoys. Air pressure is reduced to mean sea level and sea surface temperature values are typically measured in the upper-most mixed ocean layer (for details of measurements procedures see C.G. Korevaar, 1990).

Typically observations are distributed irregularly in time and space. This is especially true for observations from ships, which are the major source of information over the North Sea. Such observations vary greatly in space as well as in time. Also, the number of reports is highly variable. Thus, in certain regions of the North Sea, only very few observations are available (see Fig. 7.0). On the other hand, contrary to most oceanic areas, a

considerable number of oil platforms report regularly surface meteorological data. The present study is restricted to the observations for the period 1981 to 1990 which is too short for any trend analysis and also may be too short for monthly means and their standard variation. An updated climatology is planned when the next full decade of data becomes available.

Using an analysis model of H. Luthardt (1987), the irregularly distributed observations for the North Sea region are used to calculate near surface fields for meteorological parameters on a regular grid over the North Sea. Land stations are only taken into account if below 800 m above sea level because the model is not able to include the orography of complex terrain.

The quality of the model results depends to a high degree on the quality of each reported observation. The observations contain random as well as systematic errors but often also grossly wrong measurements enter the reports (H. Luthardt, 1985). For example, the position of the instruments on the ship might disturb the measurements for a certain heading, as a chimney can disturb a wind measurement. Therefore, in order to minimize errors, it is necessary that an extensive data check be applied to the original data before they are used in the analysis model.

3 The Analysis Model

Luthardt (1987) developed an objective analysis model to calculate near surface fields of meteorological parameters on a regular grid over the North Sea every three hours. For this atlas the grid chosen covers the North Sea region from 15°W to 10°E and 42°N to 64°N with a constant grid size of 42 km.

In the analysis model all reports have to pass a data quality check, then selected observations are used by the analysis model to estimate the grid values as described by H. Luthardt (1987). The observations are interpolated to the gridpoints by a multivariate least square fit using the physical relationships between observed quantities, e.g. the surface pressure field and the surface wind.

In the estimation of a gridpoint, the analysis model takes into account only the observations which have a small distance to the gridpoint, if there are enough observations around the gridpoint. All neighbouring stations enter distance weighted.

The analysis model distinguishes between land and sea conditions. Observations originating from ships, platforms or small islands are treated as "sea" stations and coastal or inland stations are considered to be "land" stations. For the estimation of a grid value over sea, observations from land stations are considered with a reduced weight, and vice versa.

The calculated gridpoint values are checked by the analysis model again. If the quality of a gridpoint value is considered not good enough, the estimation will be repeated by

enlarging the radius of the area allowed to contribute to a gridpoint. Finally the fields of air temperature, wind components and air pressure are smoothed by a bicubic spline and the sea surface temperatures are correlated with the values one day before. For a more detailed description of the estimation procedure see chapter 3.2.

3.1 Quality check of the data

An extensive quality check of all observations is performed before the data are used in the analysis model and error codes are assigned to the observed values (see Table 1). The reports are checked with respect to the following points:

- **values within given limits**

The observed values of air temperature, wind direction and wind speed, dewpoint and sea surface temperature should not exceed given limits. If given limits are exceeded they are disregarded, see also Table 1.

- **consistency with observations of surrounding stations**

The surface pressure check employs a least square technique, using the deviation between the reported value and the estimated value (DIFFOE), the latter derived from surrounding distance weighted observations (up to 300 km distance in a first or 350 km in a second pass).

A weight depending on the distance between reference station and observations is applied for all parameters investigated for spatial consistency and this weight is different for different parameters. Considering the variance of the actual observations, an error code is assigned if DIFFOE exceeds three times the standard deviation. For the wind (velocity and direction) the observed values are compared with a weighted mean (vector) of surrounding wind observations of all stations within a 200 km distance. The weight depends on distance and surface type. Air temperature and dewpoint are checked by a weighted mean (depending on the distance) of corresponding observations at surrounding stations, using a search radius of 250 km. Sea surface temperature reports are checked similar to the air temperature check but with an increased search radius of up to 500 km due to the small number of reports available in the data set.

- **time consistency of reports of an individual station**

This check is applied to the pressure reports.

Standard observations usually include an information on pressure change within the last three hours from which a correction for a certain analysis time is derived.

- **consistency of wind reports**

The check is performed with the estimated geostrophic wind derived from pressure observations of nearby stations.

Table 1: Error codes used in the quality check of the observation of air temperature (T), dewpoint (Td), sea surface temperature (SST), wind direction (dd), wind velocity (ff) and air pressure (P).

Data Quality	Parameter					
	T	Td	SST	dd	ff	P
correct	0	0	0	0	0	0
inconsistent, but less than the distance weighted standard deviation of surrounding observations	1	1	1			
inconsistent, but DIFFOE (see text) within 3-7°C or 3-7 hPa	2	2	2			
dubious, only a few reports	3	3	3	3	3	3
dubious, but consistent with the geostrophic wind				5	5	
dubious, only one neighbouring report, but consistent with the geostrophic wind				6	6	
spatially inconsistent	5	5	5			
outside of given limits	8	8	8	8	8	
no neighbouring stations	9	9	9	9	9	
consistent in time, but spatially dubious						2
consistent in space and time, but error in pressure tendency report						3
consistent in time, but spatially dubious, and error in tendency report						5
spatially consistent, no time consistency check possible						6
spatially consistent, but temporally dubious						7
spatially and temporally dubious						9

3.2 Interpolation method

After passing the quality check the irregularly distributed observations are interpolated to the regular grid. At the grid point the values are calculated by a least squares procedure using the matrix notation after Martin (1971) in an order between zero and three (H. Luthardt, 1987).

The matrix calculation of air temperature, water vapour pressure and sea surface temperature uses a zero (weighted arithmetic mean) or first order approximation. A combined calculation of wind components (u and v) and air pressure uses a first or higher order approximation.

The computation will be repeated in a second step also taking into account already estimated, neighbouring gridpoint values, if the first gridpoint value does not yield a sufficient result.

The measured dewpoint is converted into water vapour pressure prior to the gridpoint estimation.

All observations are used within a certain search radius to estimate a single gridpoint value. The search radius is first set to 200 km. If necessary, for example, if observations are of insufficient quality, the search radius will be enlarged for the purpose of the matrix calculation. In addition to the neighbouring observations, already estimated gridpoint values are also considered using a weight dependent on distance and time shift.

A gridpoint value for air temperature, sea surface temperature and water vapour pressure is only calculated if there are at least seven observations within the search radius with a relative weight above 0.1. The wind components and the air pressure need at least 10 such observations.

Only stations of the same type are used in the estimation of air temperature, sea surface temperature or water vapour pressure, provided there are enough observations of surrounding stations to do the calculation.

Furthermore, observations in the Baltic Sea area are excluded for the analysis of sea surface temperature, water vapour pressure and air temperature for a gridpoint in the North Sea.

The quality of the calculated gridpoint value is checked in the model with the error for the surface fit as well as with the weighted standard deviation (depending on the distance) and maximum deviation to the surrounding observed values. In case of the failure during the first estimation the search radius will be enlarged in small increments of 50 km. If the enhancement would be done in large increments structures of a region would be lost and a strong smoothing effect would take place. On the other hand if the enlargement is done in smaller steps, artificial structures can occur because only an increased number of already calculated gridpoints would enter as a surrounding station.

Empty gridpoints are filled in the analysis of air temperature, sea surface temperature and water vapour pressure by the weighted arithmetic mean of the surrounding distance weighted observations.

For wind and air pressure, a first order matrix estimation calculates missing values because of the additional information taken from the relation between air pressure and wind. If the estimation in the first run is of good quality, second or third order estimation is attempted in the calculation of wind components (u and v) and air pressure fields.

An important parameter in the analysis model is the number of passes to estimate a gridpoint, because in each pass the number of already estimated gridpoints used in the matrix calculation increases. For our computations the maximum number of passes is set to ten. The search radius starts with 200 km and is enhanced by increments of 50 km.

Additionally the estimated sea surface temperature value is correlated to and, if necessary, corrected by the value on the day before. The calculated water vapour pressure, air temperature, wind and surface pressure fields are finally smoothed with a bicubic spline, giving fields of air temperature, water vapour pressure, wind components (u and v) and air pressure every three hours and for sea surface temperature every 24 hours. They are the basis for the climatological means and standard deviations discussed in the following chapters.

The quality of the interpolation depends very much on the density of observations and, of course, on their accuracy.

4 Construction of the Maps

Monthly mean fields and their standard deviation are computed from the three-hourly, or in the case of the sea surface temperature, daily values at every gridpoint for all months. Subsequently ten year monthly and annual mean fields and their standard deviations are calculated at every gridpoint. These mean fields represent the climatological maps.

For certain parameters only five maps are presented, i.e. the maps for the respective central month of each season (January, April, July and October) and for the year in order to reduce the number of maps.

4.1 Measured parameters

Air pressure at sea level, near surface air temperature, bulk sea surface temperature, the wind vector and near surface relative humidity are displayed as important climate variables as monthly and annual mean fields over the 10-year period from 1981 to 1990 in chapter 7 together with their standard deviations.

The frequency of occurrence of certain wind directions and wind speeds is presented for 8 selected gridpoints in windroses and tables.

The gridpoint coordinates for the windroses are:

1. west of Norway at Bergenbank (60.29°N 2.71°E)
2. north of Scotland at Papabank (59.91°N 3.29°W)
3. north of Denmark in the Skagerrak (57.64°N 8.53°E)
4. north of Grosse Fischerbank (central North Sea) (57.27°N 2.90°E)
5. west of Grosse Fischerbank (central North Sea) (56.51°N 1.85°W)
6. south of Doggerbank at Outer Well Bank (54.24°N 2.41°E)
7. in the German Bight (54.24°N 7.59°E)
8. eastern part of the English Channel (51.60°N 1.96°E).

The wind direction is divided into eight 45° classes. The identification number of the location is written into the centre of the windrose. The radii of the orange sectors represent the mean wind velocity for each of the eight main wind directions on the windrose in steps of 4 m/s with a maximum of 12 m/s. The radii of the blue areas represent the relative frequency of each wind direction class in steps of 15% with a maximum of 30%.

4.2 Derived parameters

The analysed gridpoint values of air temperature, air pressure, wind components (u and v) and relative humidity over sea as well as sea surface temperature are used to compute vertical turbulent fluxes of momentum, latent and sensible heat.

To calculate these fluxes the Monin-Obukhov similarity theory after Dyer (1974) has been used:

$$\rho \overline{w'u'} = -\rho u_*^2 \quad \text{vertical turbulent flux of momentum}$$

$$\rho c_p \overline{w'\Theta'} = -\rho c_p u_* \Theta_* \quad \text{vertical turbulent flux of sensible heat}$$

$$\rho l_v \overline{w'q'} = -\rho l_v u_* q_* \quad \text{vertical turbulent flux of latent heat}$$

where ρ is air density, c_p is specific heat of air at constant pressure (1006 J/kgK) and l_v is latent heat of evaporation (2.5008 10⁶J/kg).

The parameters with index * are calculated as follows:

$$u_* = \kappa v / \ln(z/z_{om}) - \Psi_m,$$

where v is the wind speed at 10 m height, κ is the von Kármán constant, Ψ_m is the stability function and z_{om} is the roughness length for the momentum flux.

(The stability function Ψ_m describes the influence of thermal stratification of the atmosphere, the roughness length z_{om} is a measure of the surface roughness elements.)

$$\theta_* = \kappa(\theta - \theta_s) / \ln(z/z_{os}) - \Psi_h,$$

where θ_s and θ are the potential temperatures of the sea surface and the air in 10 m height, Ψ_h is the stability function for sensible heat and z_{os} the roughness length for sensible heat.

$$q_* = \kappa(q - q_s) / \ln(z/z_{ol}) - \Psi_L$$

where q_s and q are the specific humidities at the surface and in 10 m height, Ψ_L is the stability function and z_{ol} the roughness length for latent heat.

The stability functions are defined as follows:

If z/L (the Monin-Obukhov length scale) < 0 (unstable)

$$\Psi_m = 2 \ln[(1+x)/2] + \ln[(1+x^2)/2] - 2 \tan^{-1} x + \pi/2$$

$$\Psi_h = 2 \ln[(1+x^2)/2]$$

with $x = (1 - 16 z/L)$.

If $z/L = 0$ (indifferent stratification)

$$\Psi_m = \Psi_h = \Psi_L = 0.$$

If $z/L > 0$ (stable)

$$\Psi_m = -z/L$$

$$\Psi_h = \Psi_L = \Psi_m.$$

The roughness lengths are different for momentum, latent and sensible heat flux. They are (Brutsaert, 1976, and Wu, 1986)

$$z_{om} = \text{MAX}(\text{MIN}(7.E - 5, \text{MAX}(1.5E - 5, 0.032 u_*^2/g), 0.0185 u_*^2/g))$$

$$z_{os} = \text{MAX}(z_{om} / (\exp(\kappa(7.3 \text{Re}_*^{1/4} \text{Pr}^{1/2} - 5))), z_{om} / 442413)$$

$$z_{ol} = \text{MAX}(z_{om} / (\exp(\kappa(7.3 \text{Re}_*^{1/4} \text{Sc}^{1/2} - 5))), z_{om} / 442413),$$

where Re_* is the roughness Reynolds number = $u_* z_{om} / \nu$, ν is the viscosity of the air = $8.788 \cdot 10^{-3}$ (((0.5/10000) $(\Theta_s + \Theta)$)^{1.8}) (von Salzen, 1994), Pr is the Prandtl number (= 0.71), g is the earth's gravity (= 9.81 m/s^2), and $\text{Sc} = 0.6$ is the Schmidt number.

Mean fields of relative vorticity, ξ , and the divergence of the horizontal wind field, $\text{div } v$, are derived at each grid point (x,y) from the wind field (u and v) for each time step using

$$\text{div } v = \Delta u / \Delta x + \Delta v / \Delta y$$

$$\xi = \Delta u / \Delta x - \Delta v / \Delta y .$$

The maps presented for the derived parameters show mean values for only one month per season (January, April, July and October) and for the yearly mean. The sign of the fluxes is positive for the upward direction.

5 North Sea Climate from 1981 to 1990

5.1 Air pressure

In general, the air pressure at sea level is higher in the southern part of the North Sea (Fig. 7.1.1-7.1.13). This general pattern is modified during the year depending on the varying location of the low pressure near Iceland and the high pressure near the Azores and the alternating high and low pressure over Asia. The largest south-north pressure gradients are found in winter, particularly in January (Fig. 7.1.1). Mean air pressure is rather constant over the whole North Sea from April to June (Fig. 7.1.4 - 7.1.6).

The air pressure variations show that the North Sea lies in a transition zone between maritime and continental climate, since there is no significant maximum in summer, as over purely maritime areas in the middle latitudes, or a maximum in winter, as over purely continental areas. The annual cycle of air pressure is in good agreement with values given by R. Höhn (1971) and BSH (1994). The decade 1981-1990 is distinguished by somewhat larger gradients of the mean air pressure during winter (in accordance with the high North Atlantic Oscillation index for the period) and rather low gradients for April and May.

The standard deviation of the monthly mean air pressure (Fig. 7.2.1 - 7.2.5) amounts to about 9 hPa in January, to 5 hPa in April and October and a minimum of 3.5 hPa in July. The large values of the standard deviation during January and February are caused by the rapid passage of many depressions, especially over the northern North Sea.

5.2 Air temperature and sea surface temperature

Korevaar (1990) found that the near surface temperature over the North Sea is on average higher than over other ocean areas at the same latitude, because the North Sea is influenced differently by maritime and continental air masses during the year.

The orientation of the iso-lines of mean air temperature from north to south from December to March (Fig. 7.3.1 - 7.3.13) confirms the strong maritime influence. The air over the western North Sea is warmed from below by the warm North Atlantic current flowing into the North Sea through the English Channel and between Scotland and the Shetland Islands, as well as by the predominant westerly winds from the Atlantic (Fig. 7.3.1-7.3.3,

7.3.10-7.3.12). Cold continental air outbreaks in winter lower air temperature over the eastern North Sea. As a consequence, the minimum mean monthly air temperature (1.5°C) occurs in February over the German Bight, while in the west temperatures of 5.5°C are observed during the same month. In summertime the strong heating of the continental mass south of the North Sea leads to maximum mean air temperatures over the southern North Sea; in August over the German Bight temperatures reach 16.5°C and even more than 17.0°C over the English Channel, whereas air temperature over the northern North Sea does not surmount 12.5°C .

The difference between the lowest (in February) and highest (in August) air temperature is largest near to the continent over the German Bight with 15°C (1.5° to 16.5°C) and drops to 7.5°C (5.0° to 12.5°C) in the northern North Sea.

During autumn and winter time and into spring the air over the North Sea is warmer than over the continent and only from May until July it is colder. In particular along the coast of southern Norway and Denmark a strong decrease of air temperature from sea to land is observed during the wintertime.

The winter minima and summer maxima of the mean air temperature correspond well with those of the period from 1961 to 1980 (Korevaar, 1990). However, during the period from 1981 to 1990 heating of the air over the southern North Sea by advection from the continent was stronger during May, and less in August.

The standard deviation of air temperature (Fig. 7.4.1-7.4.13) shows that the air under stronger maritime influence varies less than the one under more continental influence, particularly during winter. Especially in summer the standard deviation remains below 1°C over the entire North Sea and the inflow area between Scotland and the Shetlands shows a remarkably low value of 0.4°C .

The mean bulk sea surface temperature (SST) is also strongly influenced by the continent (Fig. 7.5.1-7.5.13). The lowest sea surface temperatures are found during the winter in the southeastern North Sea, where also the highest sea surface temperatures are measured during summer. Therefore, the gradient of sea surface temperature from southeast to northwest, changes sign in spring (April/May) and in late autumn (November/December).

For the whole region of the North Sea, the lowest sea surface temperatures are observed during February and March, and the highest ones in August, i.e. one month later than the minima and maxima of the continental surface air temperature, due to the higher heat capacity of water. During the winter months (November to March) the inflow of the warm North Atlantic water through the English Channel is shown in the maps (Fig. 7.5.1-7.5.3, 7.5.10-7.5.12) as a warm tongue. The annual amplitude of SST, and of air temperature, is smaller in the north and the middle than in the southern North Sea, a consequence of the strong maritime influence in the north (Fig. 7.19.1-7.19.4).

This objective analysis of SST differs from the analysis of Becker and Wegner (1993) in two points. Firstly, the present analysis does not show significantly the warm North Atlan-

tic water inflow around northern Scotland. Please note that relatively few observations exist in the northwestern North Sea (Fig. 7.0). Secondly, the shape of the iso-lines along the coast is less detailed. Both studies use the same observation data set, however, Becker and Wegner added their experience to the data set. In other regions of the North Sea both analyses agree very well.

The standard deviation of SST (Fig. 7.6.1-7.6.5) is larger in regions under strong continental influence, e.g. during winter and spring in the southeastern North Sea but it stays mostly below 1°C in the central North Sea. It is as low as 0.5°C in the major part in October and drops to 0.3°C in the northern part in summer and autumn and for the yearly mean deviation.

The temperature difference between air and sea determines the atmospheric stability. Unstable conditions, for example, when the water is warmer than the air and the air-water temperature difference is negative, predominate in the North Sea region except for late spring and summer (Fig. 7.7.1-7.7.13). From August to March the temperature differences are negative for the whole North Sea. Water and air have nearly the same temperature during March and April. During June and July, over the shallow water of the German Bight, the mean temperature difference is negative, while in the other regions stable conditions (positive temperature differences) prevail. Stable conditions are only observed for the whole North Sea region in May (see also Fig. 7.19.1-7.19.4). The maximum absolute differences are reached in December and January, with very unstable conditions along the coast of Norway (~-3°C) due to the cold air flux from the continent. From September to February the regional absolute minima confirm the strong maritime influence on the western and middle North Sea.

For selected regions, BSH (1994) and Korevaar (1990) found mean positive temperature differences from April to July. This shows that in previous decades stable conditions started to dominate one month earlier than during the decade 1981-1990. For the other months the present mean temperature differences correspond well with those in the earlier analyses.

5.3 Relative humidity

The mean relative humidity calculated from the dew point records is presented in Fig. 7.8.1-7.8.5. Additionally, in the digital data set the estimated vapour pressure is provided.

The relative humidity over the North Sea follows mostly a small maritime annual variation from slightly below 80% to slightly above 80%, with high values in spring and summer and lowest values in winter. This is well recognizable over the middle North Sea (Fig. 7.19.2). The stronger maritime influence in the western North Sea leads to higher humidities during the summer there.

During winter mean relative humidity is lower over the whole North Sea than over land. During spring and summer it is lower over land. In general, the mean monthly relative humidity is higher over the North Sea as compared to other ocean areas at the same latitude. Fog, that is 100% relative humidity, can occur at any day.

The relative humidities have been compared with those published by BSH (1994) for the period 1951 to 1980. In the BSH data the maritime influence on the southern North Sea seems to be stronger (+ 2%) during springtime. During the other months, both studies correspond well in patterns and values.

5.4 Surface wind

The monthly mean near surface wind fields presented distinguish between the resultant wind (Fig. 7.9.1-7.9.13) and the scalar wind (Fig. 7.10.1-7.10.13). The mean resultant wind is calculated from the monthly means of the wind components and is presented in combined pictures of arrows for direction and iso-lines for the absolute value. The mean scalar wind speed is calculated by averaging the wind velocity irrespective of direction. The steadiness of the wind is the ratio of the absolute value of the resultant wind to the scalar wind speed (Fig. 7.11.1-7.11.5). A steadiness of 100% would be reached if the wind would always have the same direction.

In general, the mean wind speeds over the North Sea (Fig. 7.10.1-7.10.13) are higher than over land, due to the lower friction of the ocean surface. The wind fields show a strong annual variation. From September to March the prevailing wind direction is southwest to west and the highest mean wind velocities are observed (Fig. 7.9.1-7.9.13) in accordance with the steeper gradients of the pressure field (Fig. 7.1.1-7.1.13). In January, a regional maximum of the scalar wind speed (Fig. 7.10.1) exists over the northern North Sea, at the location of the highest storm frequency (Fig. 7.12.1-7.12.6). The windroses point out strong winds from southwest. Storms (> 17.5 m/s) occur from September to March over the whole North Sea, in the south less frequent than in the north. December to February are the stormiest months. Previous decades differ from the decade 1981-1990 with November being the stormiest month (BSH, 1994; Korevaar, 1990).

In April, the mean wind directions change to north over the northern part of the North Sea and to west over the southern part. The mean wind velocities decrease and remain low during summer until August. Correspondingly, the pressure fields (Fig. 7.1.1-7.1.13) have small gradients. During June, northwesterly winds with low speed (Fig. 7.13.6) prevail over the eastern North Sea. From July to August westerly winds are dominant and the highest frequency of weak winds (< 4.5 m/s) is observed (Fig. 7.13.1-7.13.12). In agreement with BSH (1994), weak winds are observed more over the southern North Sea and along the English coast. During the year, weak winds are more frequent than stormy ones.

The interpretation of the mean wind fields presented must be done carefully. For example, in May the mean resultant wind field (Fig. 7.9.5) indicates very weak southwesterly winds for the entire North Sea, except in a distinct area of low resultant winds with varying directions over the southern North Sea. However, the windroses (Fig. 7.20.5) show that over the northern part of the North Sea northerly and northeasterly winds blow with about the same speed as the southwesterly winds. All windroses demonstrate that in every month winds from all directions occur.

Previous studies (BSH, 1994; Korevaar, 1990; Höhn, 1971) point out that the steadiness of the wind does not have a systematic annual variation. During the period of 1981-1990 as

well as during the period 1950-1986 (BSH, 1994), from June to August, the steadiness seems to be very high (for this study > 50%) over the eastern North Sea and to be lowest along the English coast. In contrast, the April and May wind direction varies so strongly, that steadiness drops below < 10%, in accordance with the small mean air pressure gradients.

5.5 Turbulent momentum flux

The Figures 7.14.1-7.14.5 display the mean vertical turbulent momentum flux for one month from the four seasons and the annual mean, whereby negative values indicate a flow into the ocean. The patterns of turbulent momentum flux reflect the viscosity of the atmospheric flow but predominantly the friction by the surface.

In general, a reduction of the magnitude of turbulent momentum flux from the central North Sea towards the coast is obvious, caused by higher wind speeds in the central North Sea. The mean turbulent momentum flux distribution also shows a clear annual cycle with high absolute values from October to March, a maximum in January of about $0.3 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$, and low absolute values from April to August often below $0.1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$. This can be easily observed also in Figs. 7.19.1-7.19.4 for four selected areas of the North Sea.

During winter the comparably weak relative gradient towards the coast results from stronger friction over land together with the high wind velocities (Fig. 7.10.1-7.10.13). The absolute maximum over the northern North Sea is a response to the high wind speeds there. In this area most storms are observed in winter (Fig. 7.12.1-7.12.6).

Olbrück et al. (1984) presented the first distributions of turbulent fluxes over the whole North Sea in form of seasonal averages. Their annual variation of the mean turbulent momentum flux corresponds well with the values in this study.

5.6 Sensible and latent turbulent heat flux

For the central month of each season mean sensible and latent turbulent heat flux fields are given in Figures 7.15.1-7.15.5 and 7.16.1-7.16.5. Positive values indicate a flux into the atmosphere.

During the winter half year, the heat loss of the North Sea via sensible heat flux is particularly large in areas where the sea surface is much warmer than the air (see also Fig. 7.7.1-7.7.13). Thus in the northern and southern North Sea, regional maxima of sensible turbulent heat flux appear, reflecting the warm North Atlantic water influence and the large sea-air temperature difference in the German Bight in October.

During spring and summer the mean sensible heat fluxes become small or even reverse sign and also the regional variations are small. A mean heat input into the North Sea can be found in July over the western part of the North Sea, where the temperature differences between air and sea surface are positive (Fig. 7.7.1-7.7.13) and wind speed is small (Fig.

7.10.1-7.10.13). For May a mean sensible heat input into most parts of the North Sea can be observed (Fig. 7.19.1-7.19.4).

Regional minima of the sensible heat flux occur where regional minima of the mean temperature differences are observed, e.g. during October over the western part of the North Sea.

The latent turbulent heat flux is positive over the entire North Sea, providing besides the net longwave radiation flux the main heat loss of the North Sea (Fig. 7.16.1-7.16.5). As in other mid-latitude ocean areas latent heat fluxes are larger in winter than in summer. The patterns of the latent heat flux are dictated by wind speed (Fig. 7.10.1-7.10.13) and relative humidity (Fig. 7.8.1-7.8.5). From January to April, the mean latent heat flux increases from southeast to north and during June to September from west to east. A regional maximum occurs from September to February over the southern North Sea, where a regional minimum of the relative humidity was observed.

The latent heat flux is on average about three times larger ($\sim 50 \text{ Wm}^{-2}$) than the sensible heat flux, in autumn even more (Fig. 7.19.1-7.19.4). In accordance with air and sea surface temperature the annual cycles of sensible and latent heat flux are smaller over the northern than over the southern North Sea (Fig. 7.19.1-7.19.4). The seasonal variation of both turbulent heat fluxes agrees very well with data published by Isemer and Hasse (1985) for the eastern North Atlantic including the North Sea.

5.7 Divergence and vorticity

The mean divergence and vorticity fields (Fig. 7.17.1-7.17.5, 7.18.1-7.18.5) are derived from the original surface wind fields (section 4.2). They show air circulation features caused by coastal topography, friction and temperature differences between land and sea. The absolute divergence is larger ($> 15 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$) during months with wind speeds of more than 7 m/s (Fig. 7.10.1-7.10.13), as from September to March. In the lee of the British Isles the divergence is positive, equal to a mean downward flow. In the luff of mean flow, in particular along the Danish and Norwegian coast, convergence cells occur with mean upward flow.

In addition to these divergence or convergence effects along the coast also the vorticity patterns are calculated (Fig. 7.18.1-7.18.5) from the original wind fields. The annual variation of the vorticity is in agreement with the variation of the mean divergence and the gradients of the pressure fields (Fig. 7.1.1-7.1.13).

6 Concluding Remarks and Acknowledgements

The climate of the North Sea has been previously described in several papers based on irregularly distributed observations. Those climatologies not only differ in the time periods considered but also in the handling of the observation data and sometimes in the area covered (see also Appendix 9.2). The present study uses an objective analysis applied to quality controlled data in order to get homogeneous fields of high resolution for atmospheric parameters and sea surface temperature over the entire North Sea. From a climatological view point, the analysis is based on a rather short time period of only ten years. This precludes trend analyses. When the next decade of data will be available a revised version of this atlas is planned.

The advantage of the objective analysis is that physical relations between parameters and differences between land and sea can be considered in the interpolation of the data. In addition, the data sets enable the calculation of homogeneous fields of derived parameters, such as turbulent fluxes, which are, for example, important for the forcing of oceanographic models. The disadvantage of such objective methods is that certain phenomena cannot be described if observations are missing or are too scarce. Therefore, precipitation and radiation could not be included in this atlas.

We see the present climate atlas and its underlying time series as an improvement for all users of oceanographic and atmospheric models for the North Sea region, making data fields available every three hours. The monthly means are shown in maps for all those who are interested in a climate description of the North Sea, in addition to the existing sea handbooks.

We thank the Deutscher Wetterdienst, Hamburg, for supplying the observational data and printing the atlas. We are grateful to Dr. Hans Luthardt, who not only made available his analysis model but also helped with its application. We also thank Magnus Bornemann and Nils Rehbein for their help during the processing of the observations.

The atlas project was financed by the Federal Ministry for Education, Science, Research and Technology as part of the larger project KUSTOS (Material and Energy Fluxes near to the Coast – the Transition Land-Sea in the Southeastern North Sea).

7 Maps

Figure		Page
7.0	Sea surface temperature observations	18
7.1.1 – 7.1.13	Sea surface air pressure	19
7.2.1 – 7.2.5	Standard deviation of sea surface air pressure	32
7.3.1 – 7.3.13	Air temperature	37
7.4.1 – 7.4.13	Standard deviation of air temperature	50
7.5.1 – 7.5.13	Sea surface temperature	63
7.6.1 – 7.6.5	Standard deviation of sea surface temperature	76
7.7.1 – 7.7.13	Air-sea temperature difference	81
7.8.1 – 7.8.5	Relative humidity	94
7.9.1 – 7.9.13	Resultant wind	99
7.10.1 – 7.10.13	Scalar wind speed	112
7.11.1 – 7.11.5	Steadiness of wind	125
7.12.1 – 7.12.6	Relative frequencies of stormy wind situations	130
7.13.1 – 7.13.12	Relative frequencies of weak wind situations	136
7.14.1 – 7.14.5	Turbulent vertical flux of momentum	148
7.15.1 – 7.15.5	Turbulent vertical flux of sensible heat	153
7.16.1 – 7.16.5	Turbulent vertical flux of latent heat	158
7.17.1 – 7.17.5	Divergence of wind field	163
7.18.1 – 7.18.5	Vorticity	168
7.19.1 – 7.19.4	Annual cycles (English Channel, central North Sea, northern North Sea and German Bight)	173
7.20.1 – 7.20.13	Windroses	177

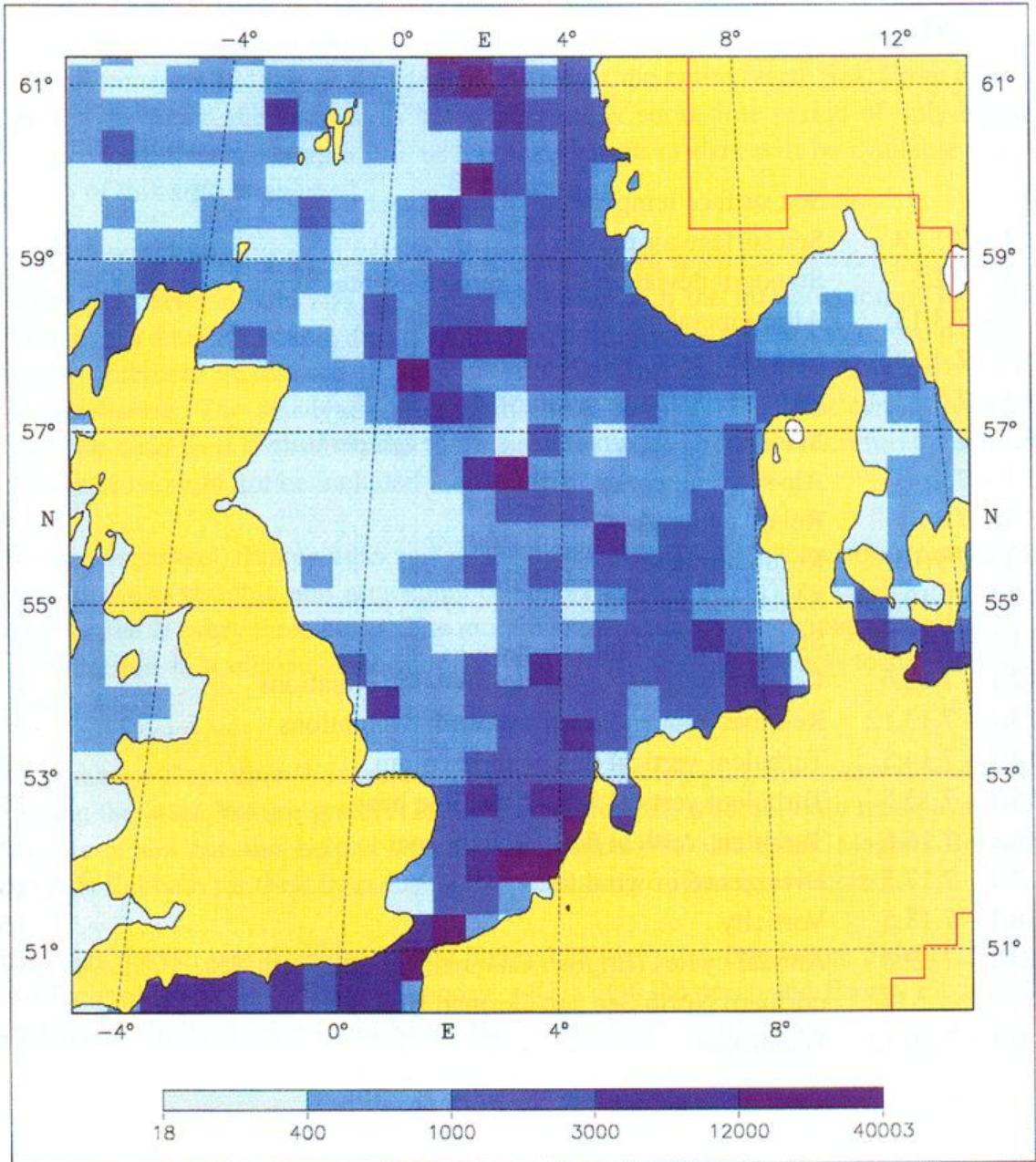


Fig. 7.0: Sea surface temperature observations (abs. number), 1981-1990

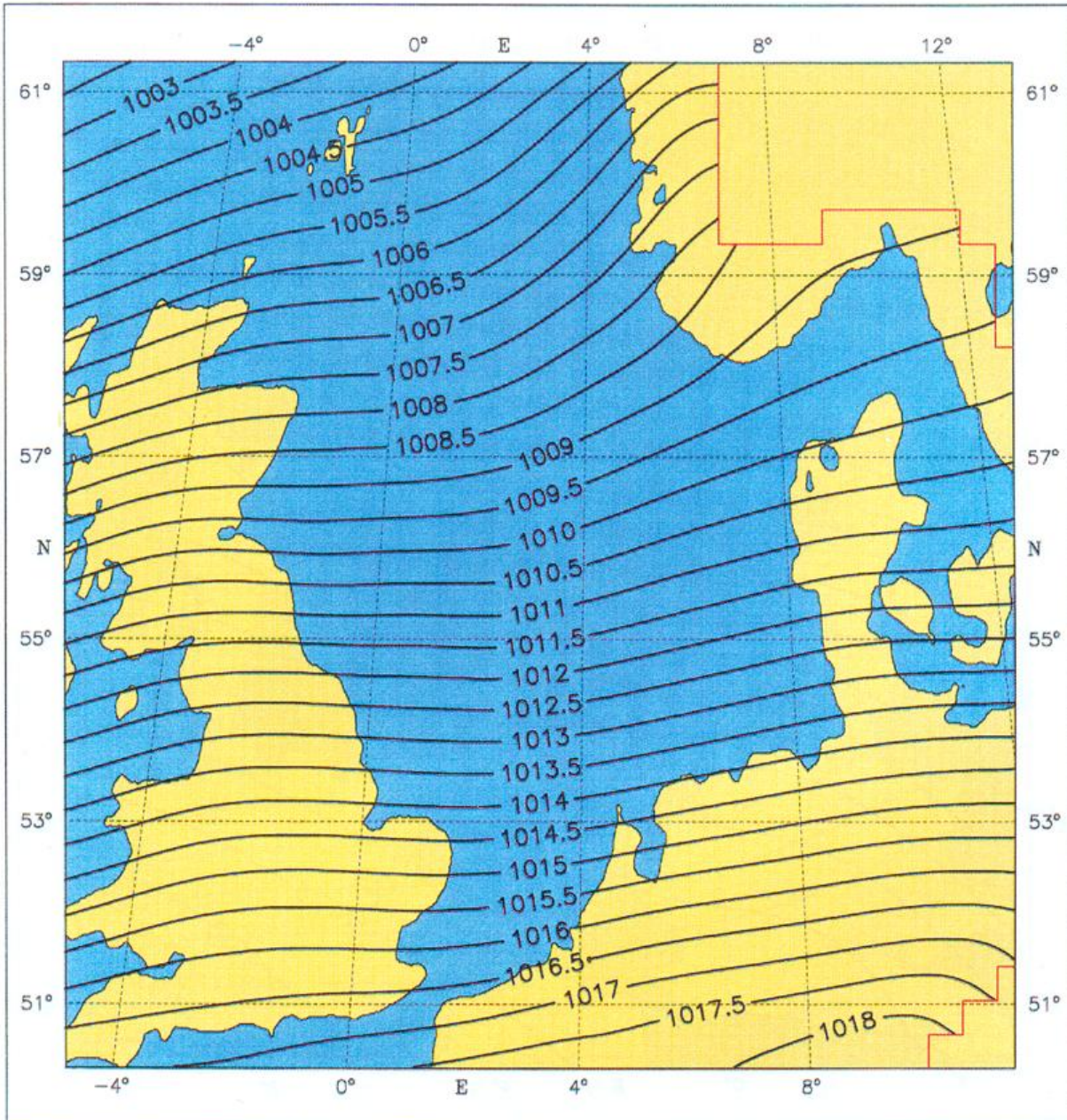


Fig. 7.1.1: Mean sea surface air pressure [hPa], January

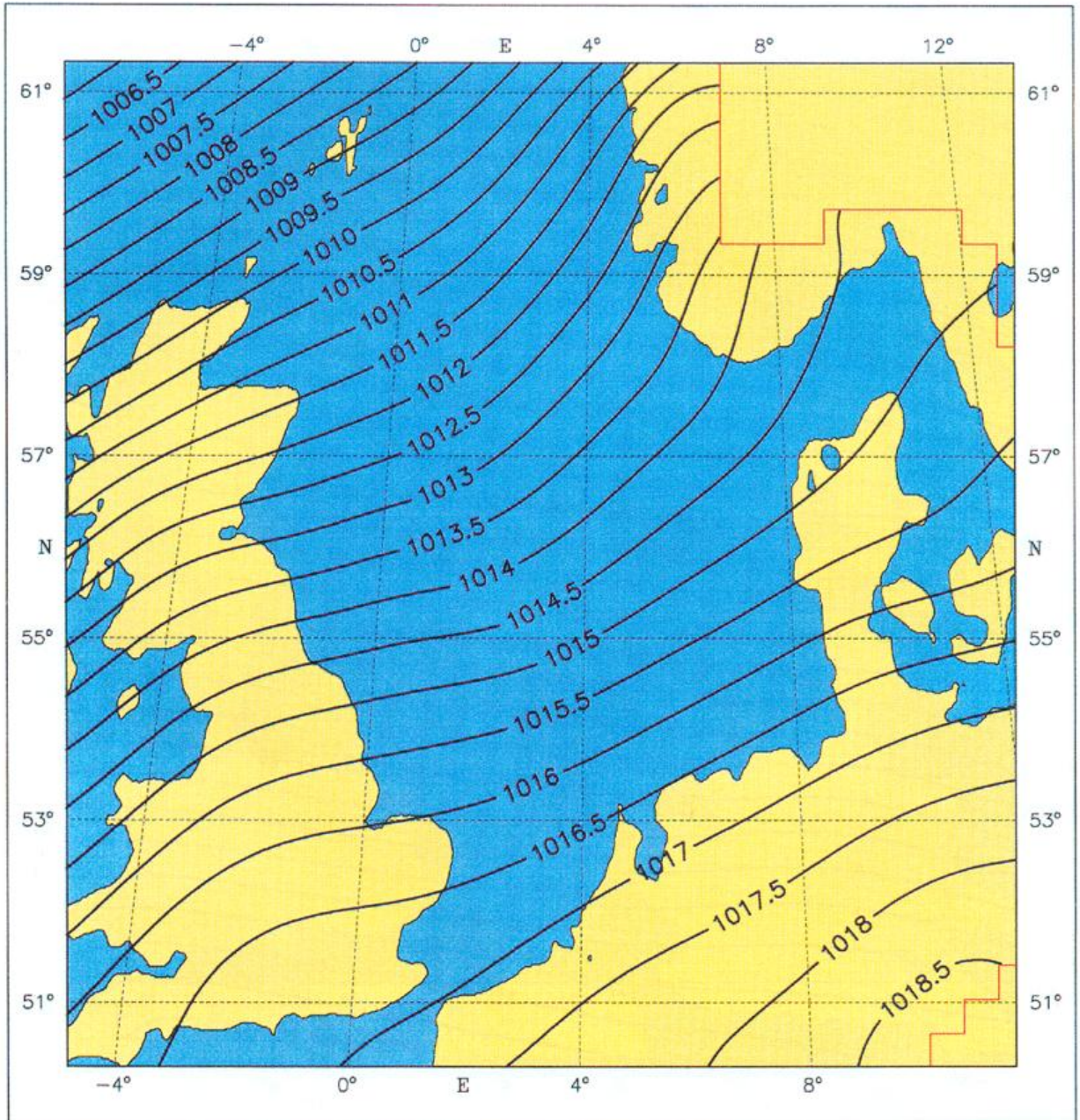


Fig. 7.1.2: Mean sea surface air pressure [hPa], February

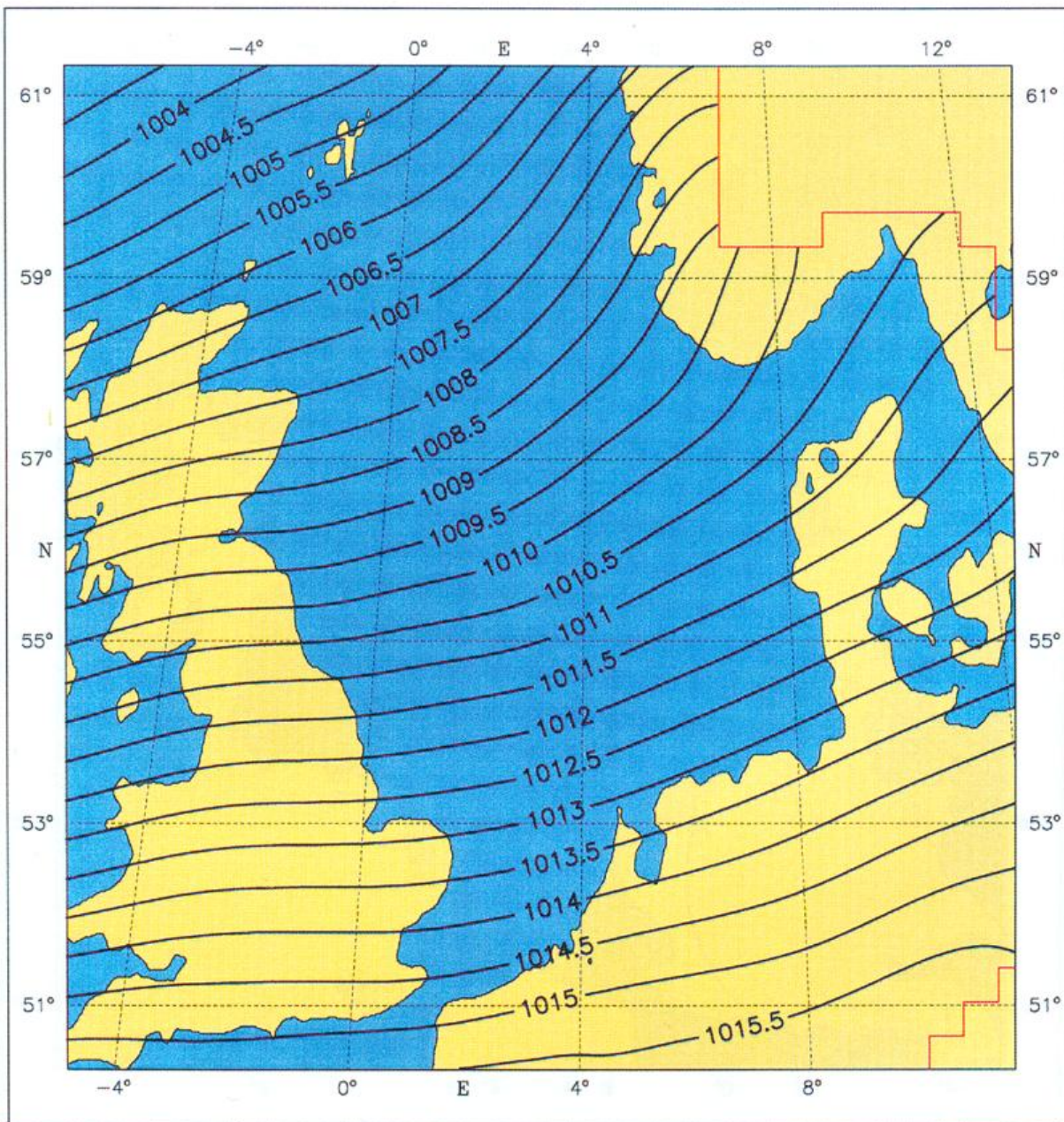


Fig. 7.1.3: Mean sea surface air pressure [hPa], March

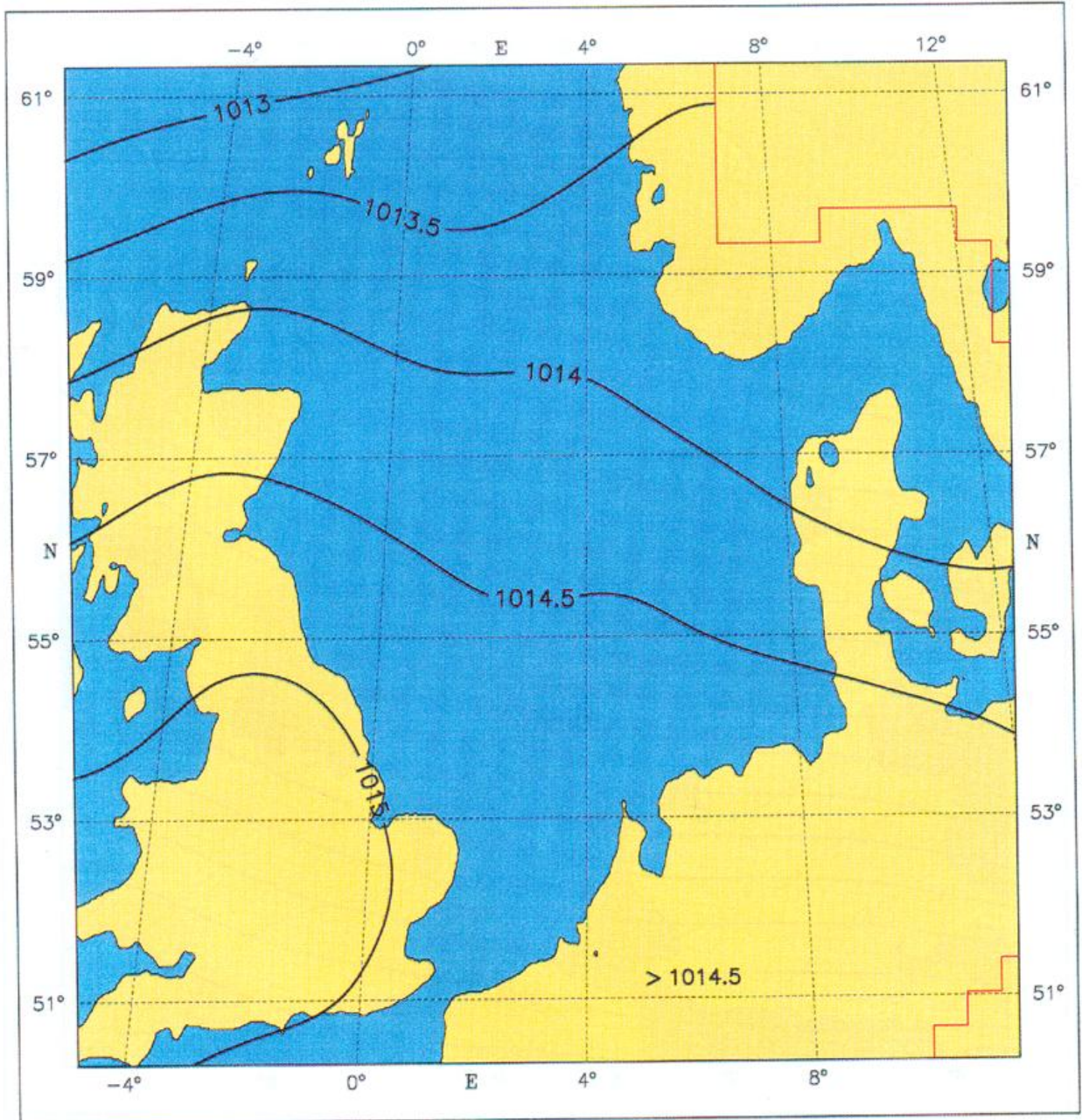


Fig. 7.1.4: Mean sea surface air pressure [hPa], April

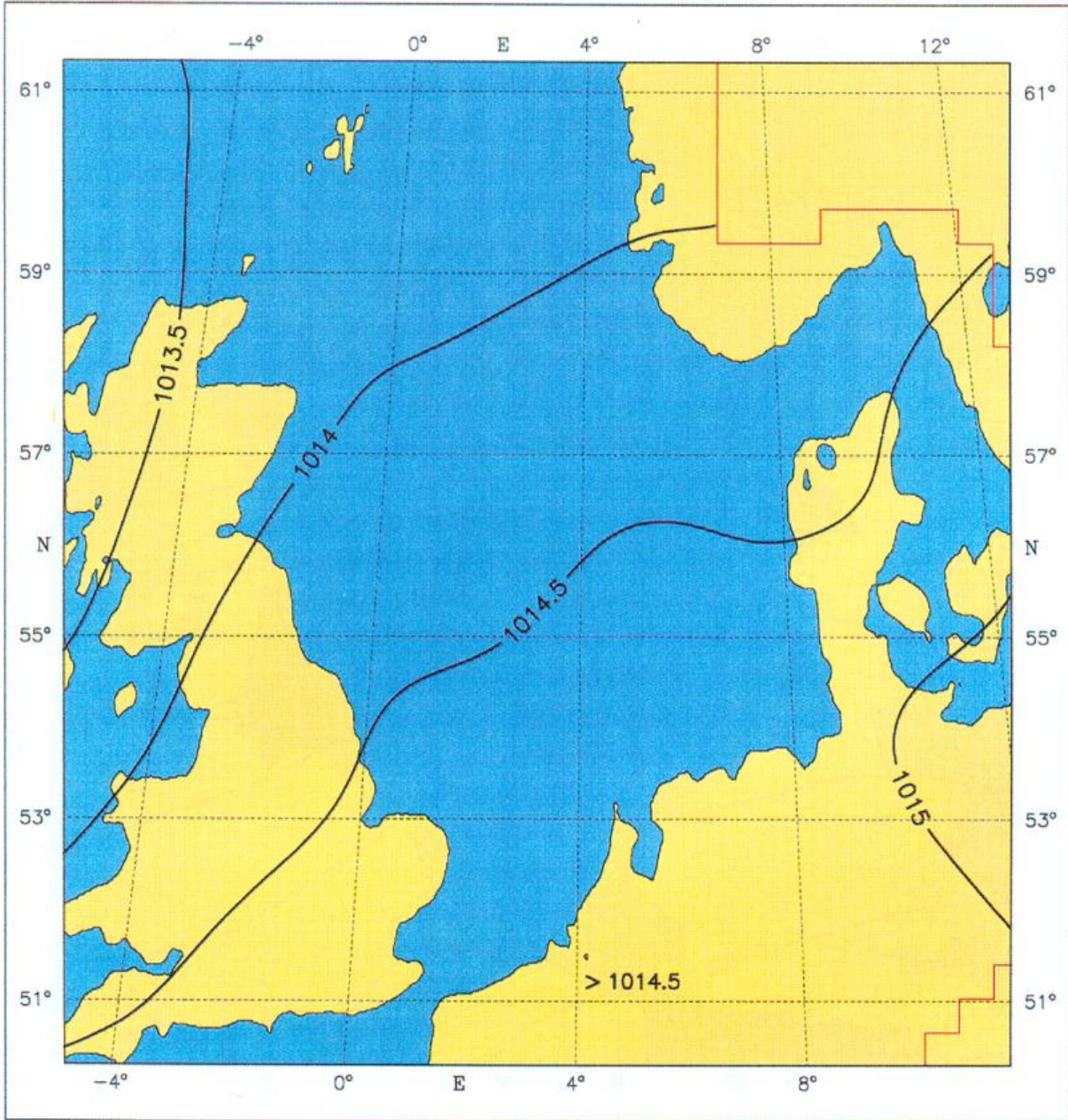


Fig. 7.1.5: Mean sea surface air pressure [hPa], May

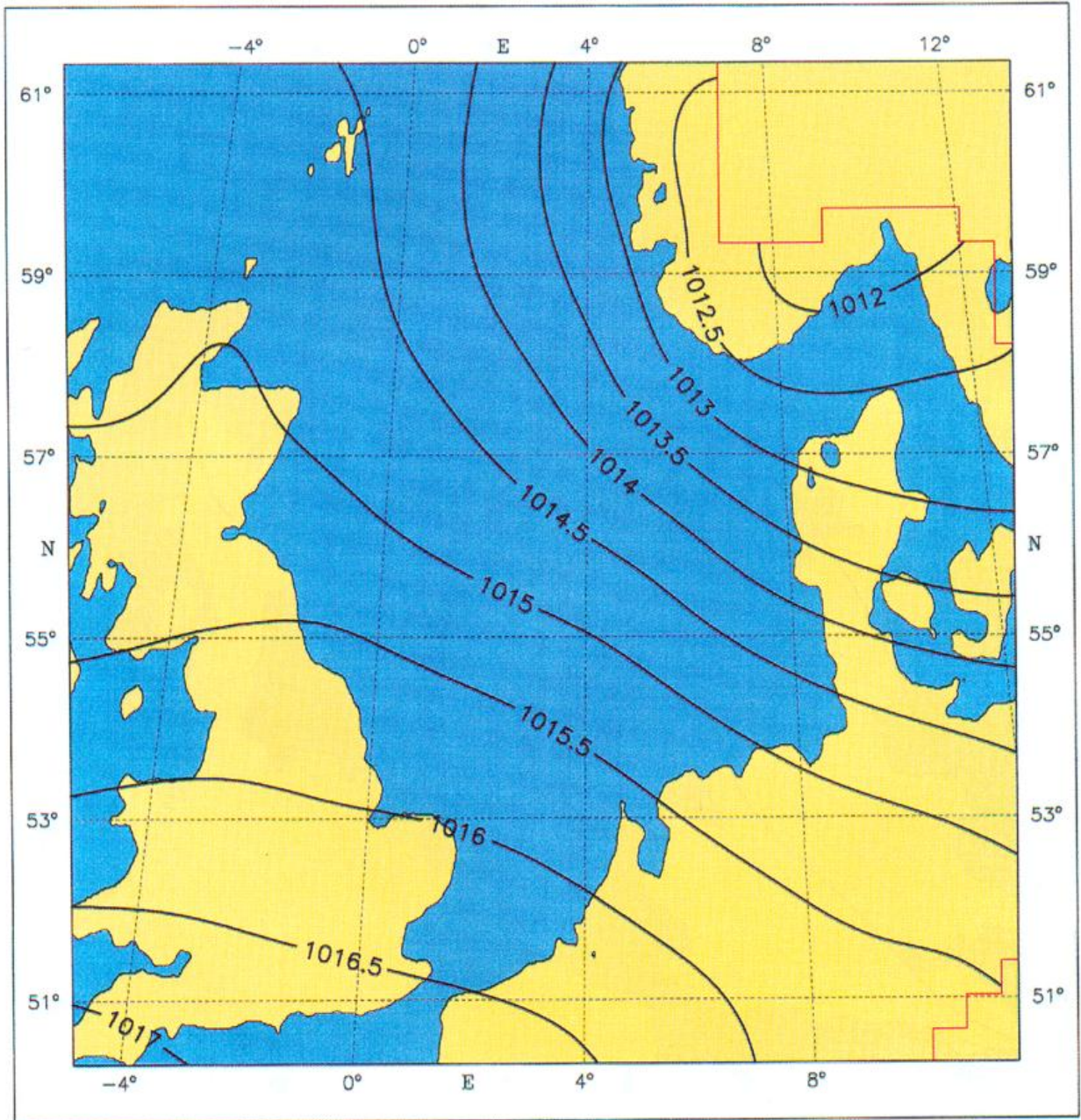


Fig. 7.1.6: Mean sea surface air pressure [hPa], June

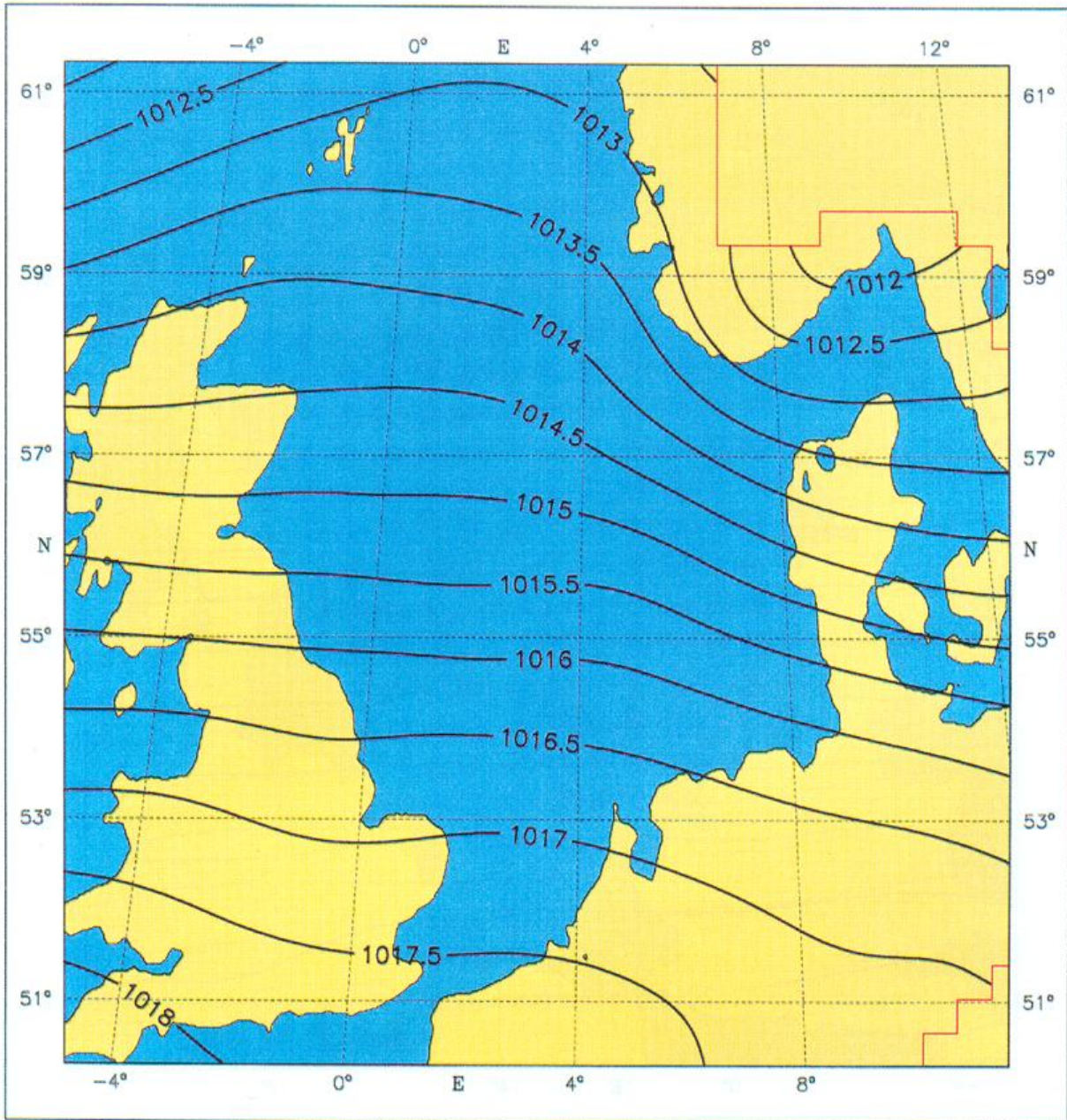


Fig. 7.1.7: Mean sea surface air pressure [hPa], July

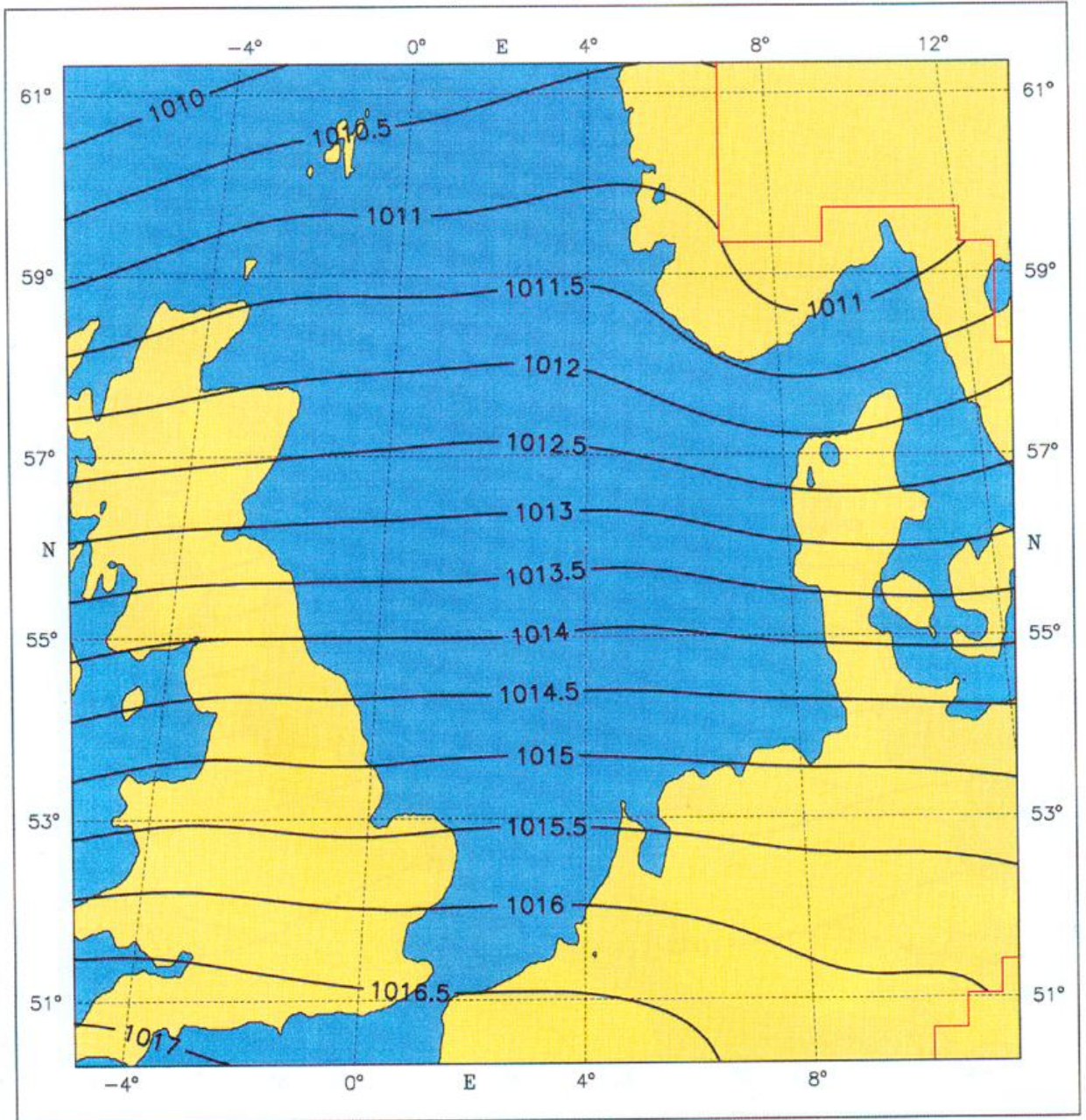


Fig. 7.1.8: Mean sea surface air pressure [hPa], August

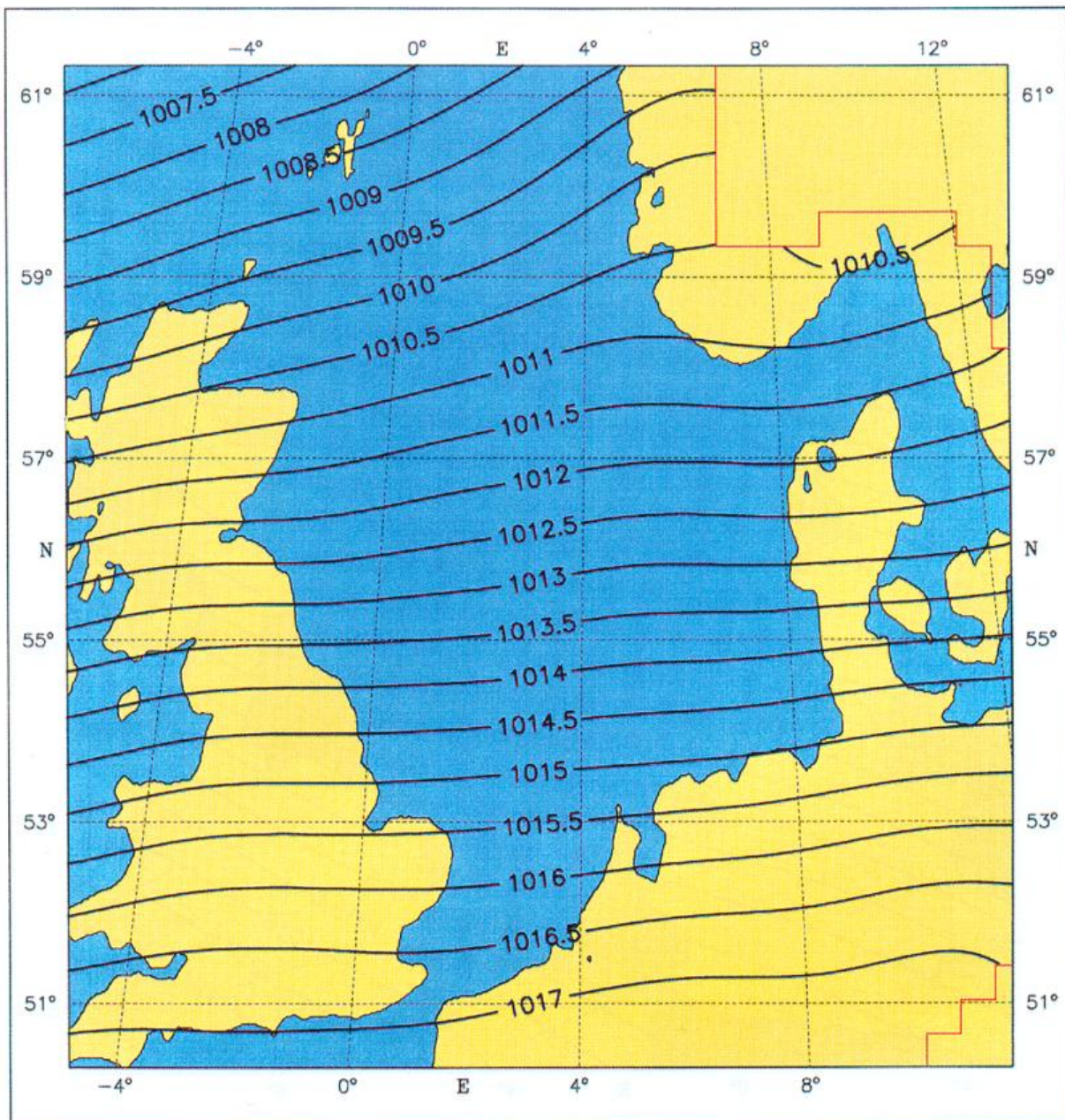


Fig. 7.1.9: Mean sea surface air pressure [hPa], September

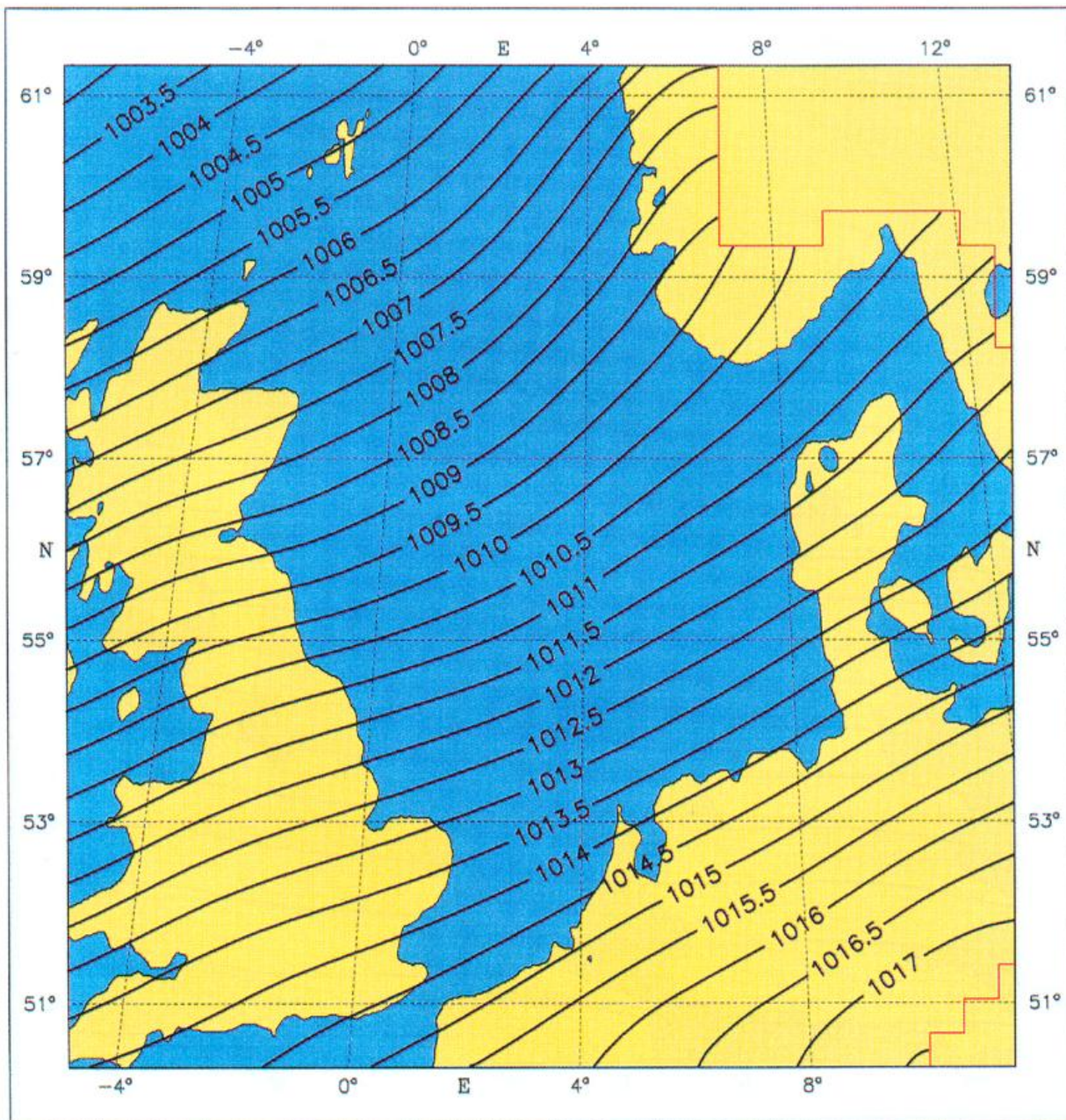


Fig. 7.1.10: Mean sea surface air pressure [hPa], October

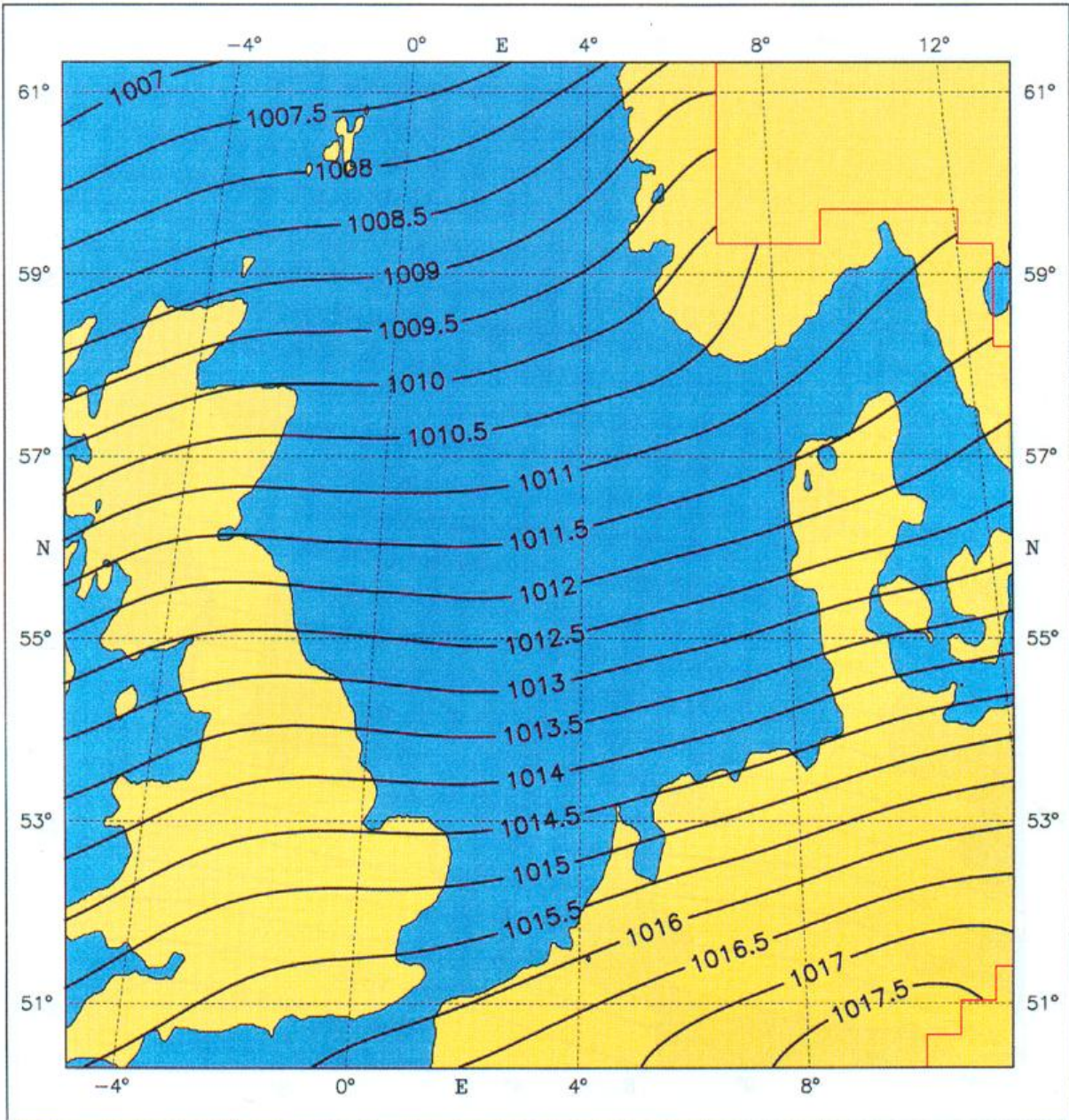


Fig. 7.1.11: Mean sea surface air pressure [hPa], November

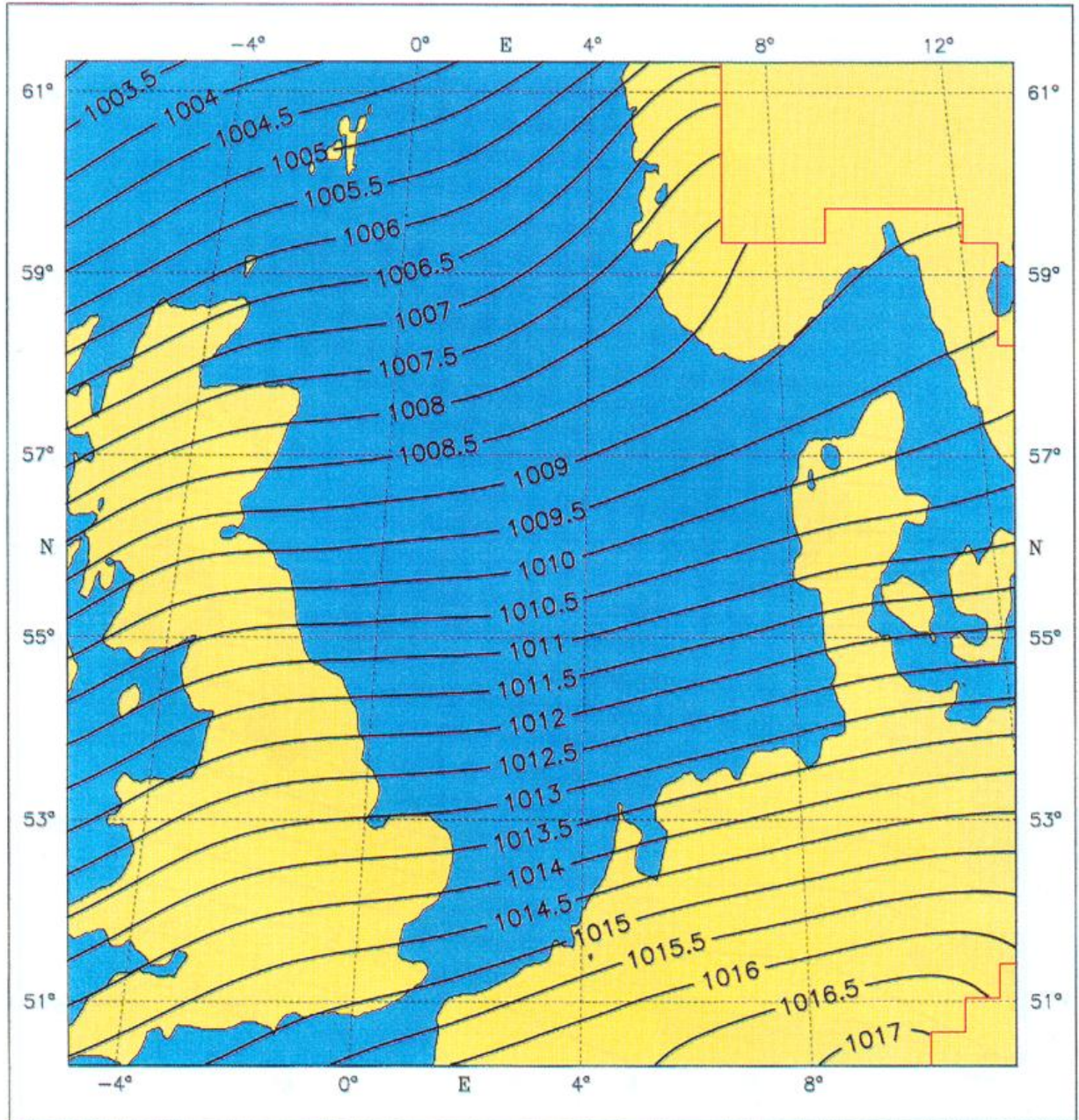


Fig. 7.1.12: Mean sea surface air pressure [hPa], December

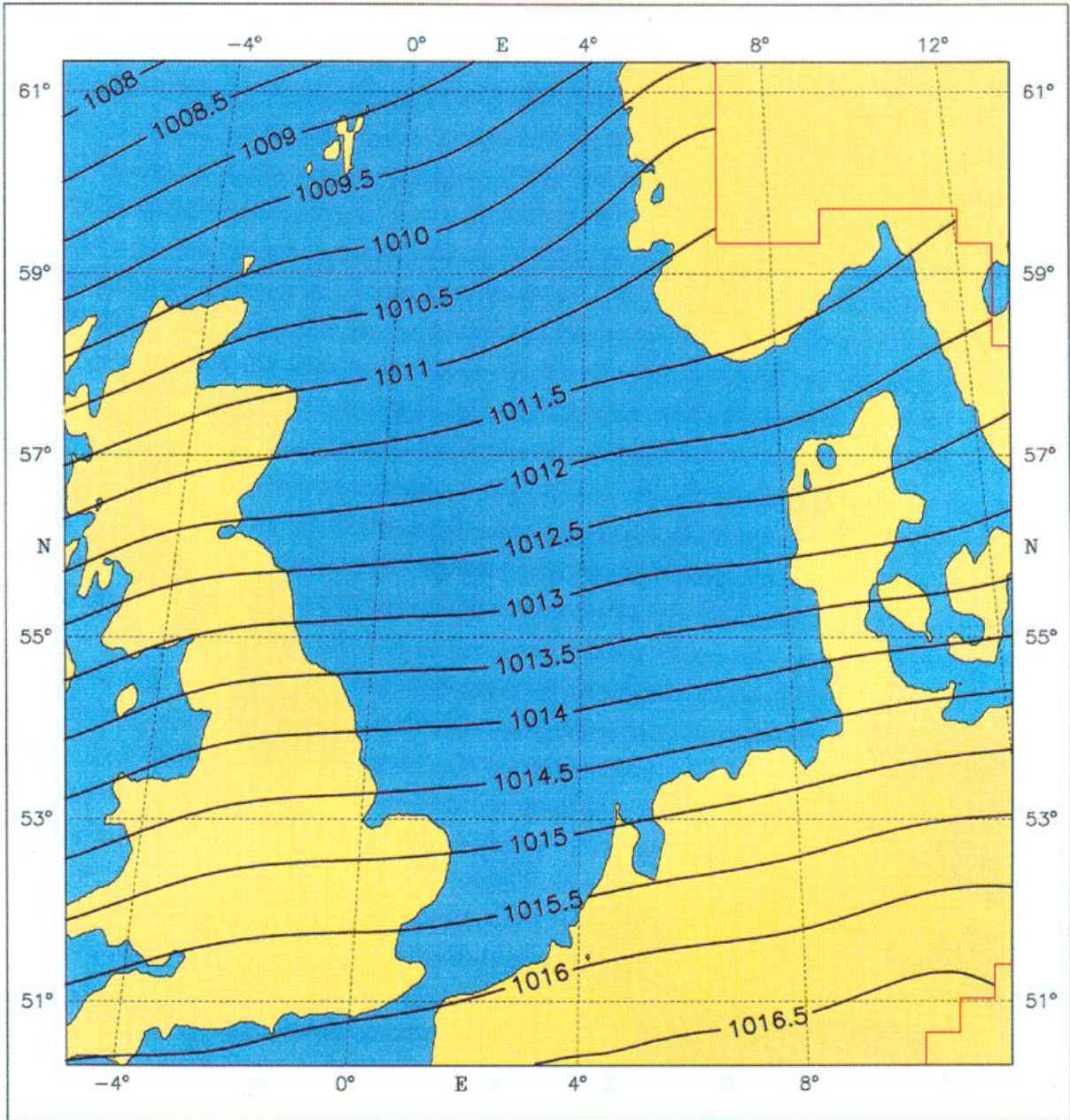


Fig. 7.1.13: Mean sea surface air pressure [hPa], Year

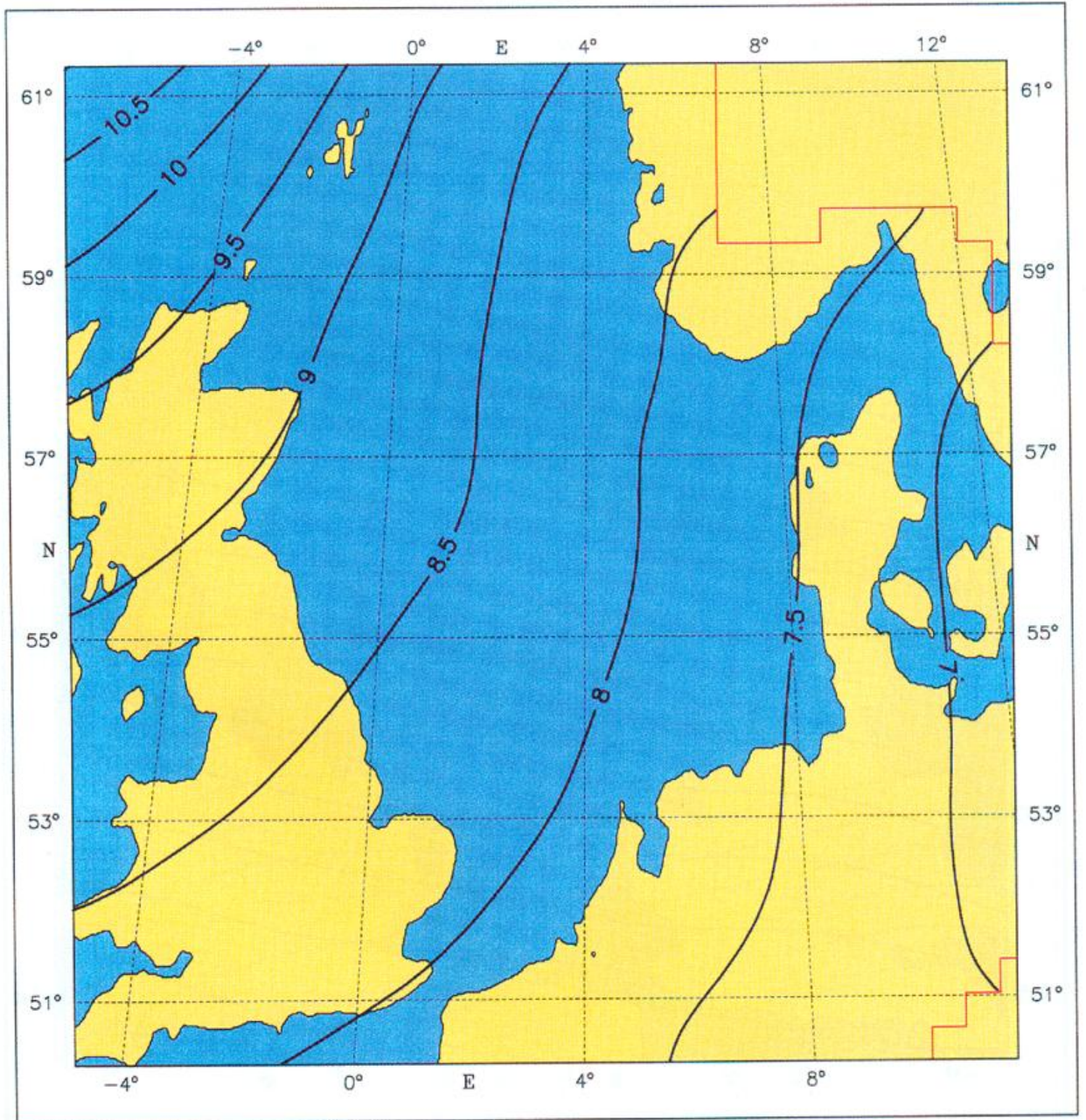


Fig. 7.2.1: Standard deviation of sea surface air pressure [hPa], January

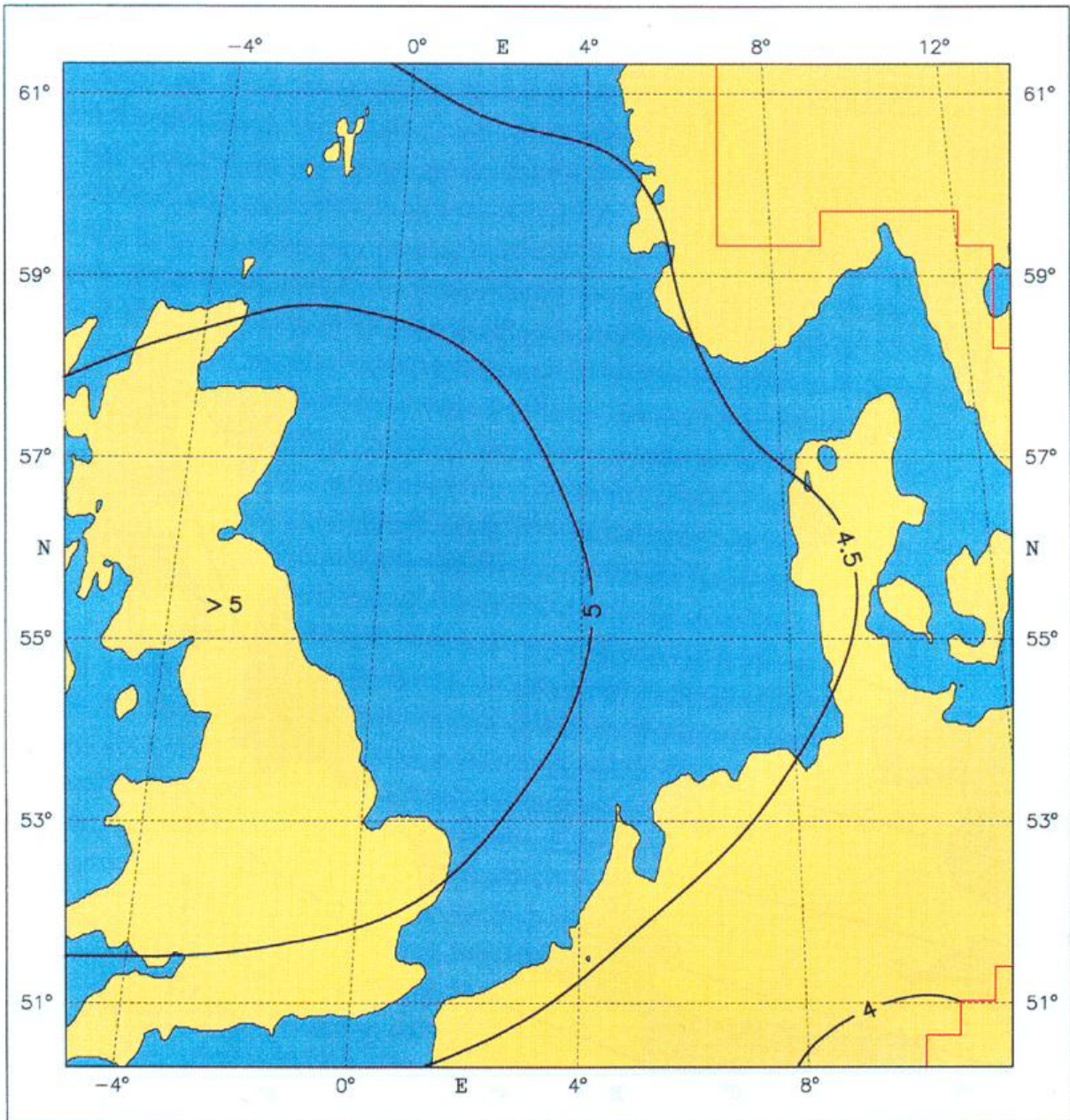


Fig. 7.2.2: Standard deviation of sea surface air pressure [hPa], April

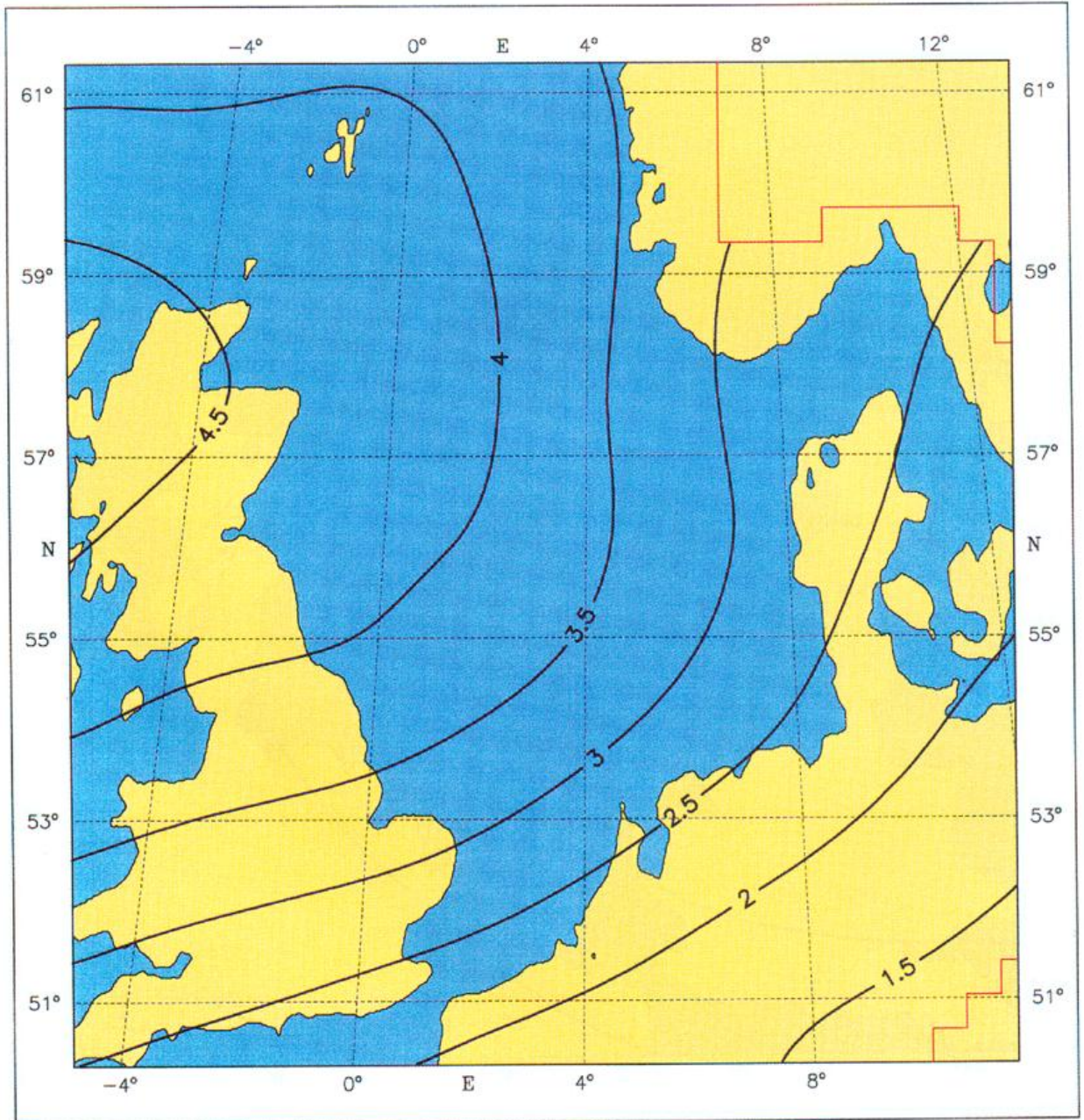


Fig. 7.2.3: Standard deviation of sea surface air pressure [hPa], July

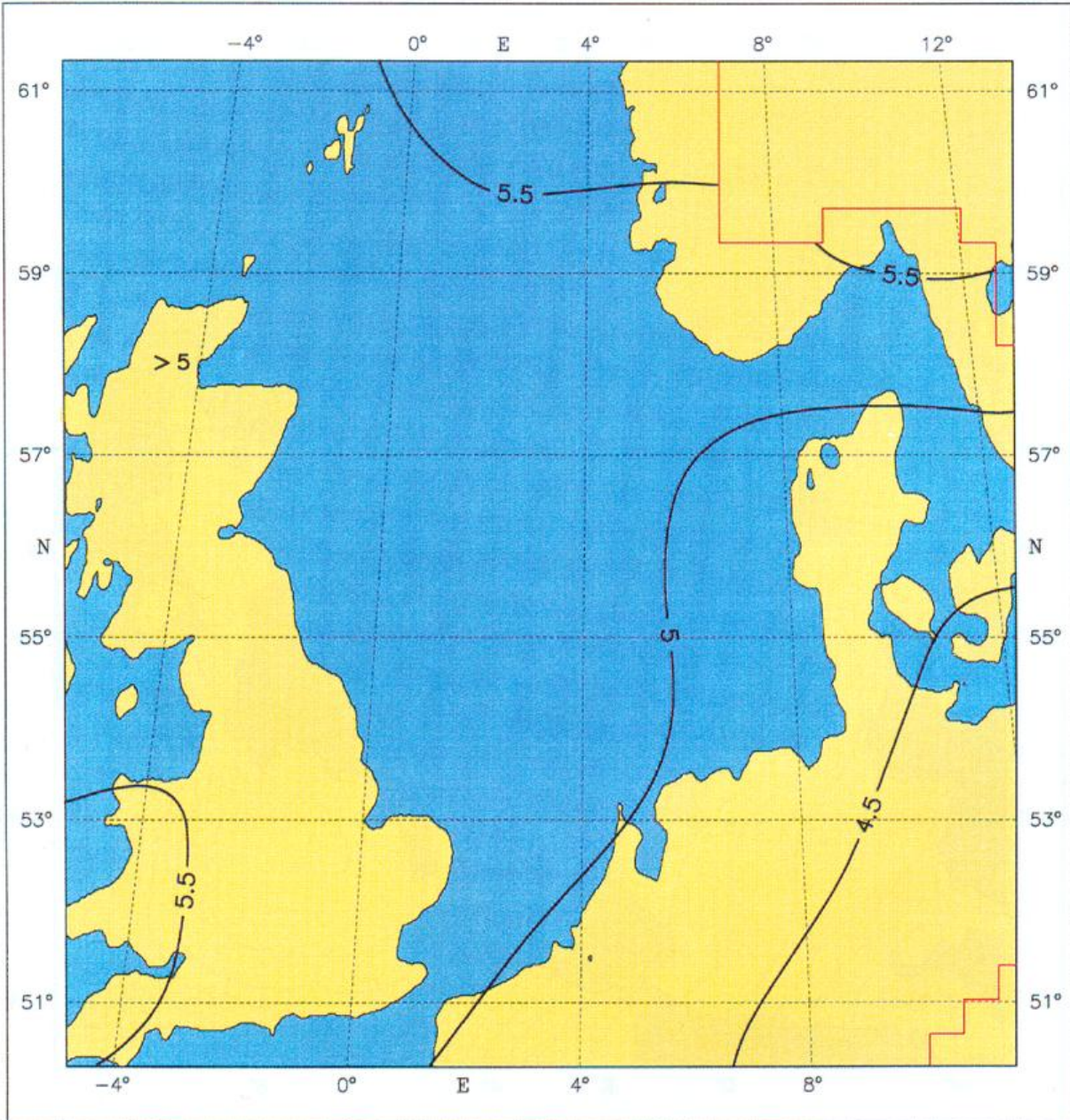


Fig. 7.2.4: Standard deviation of sea surface air pressure [hPa], October

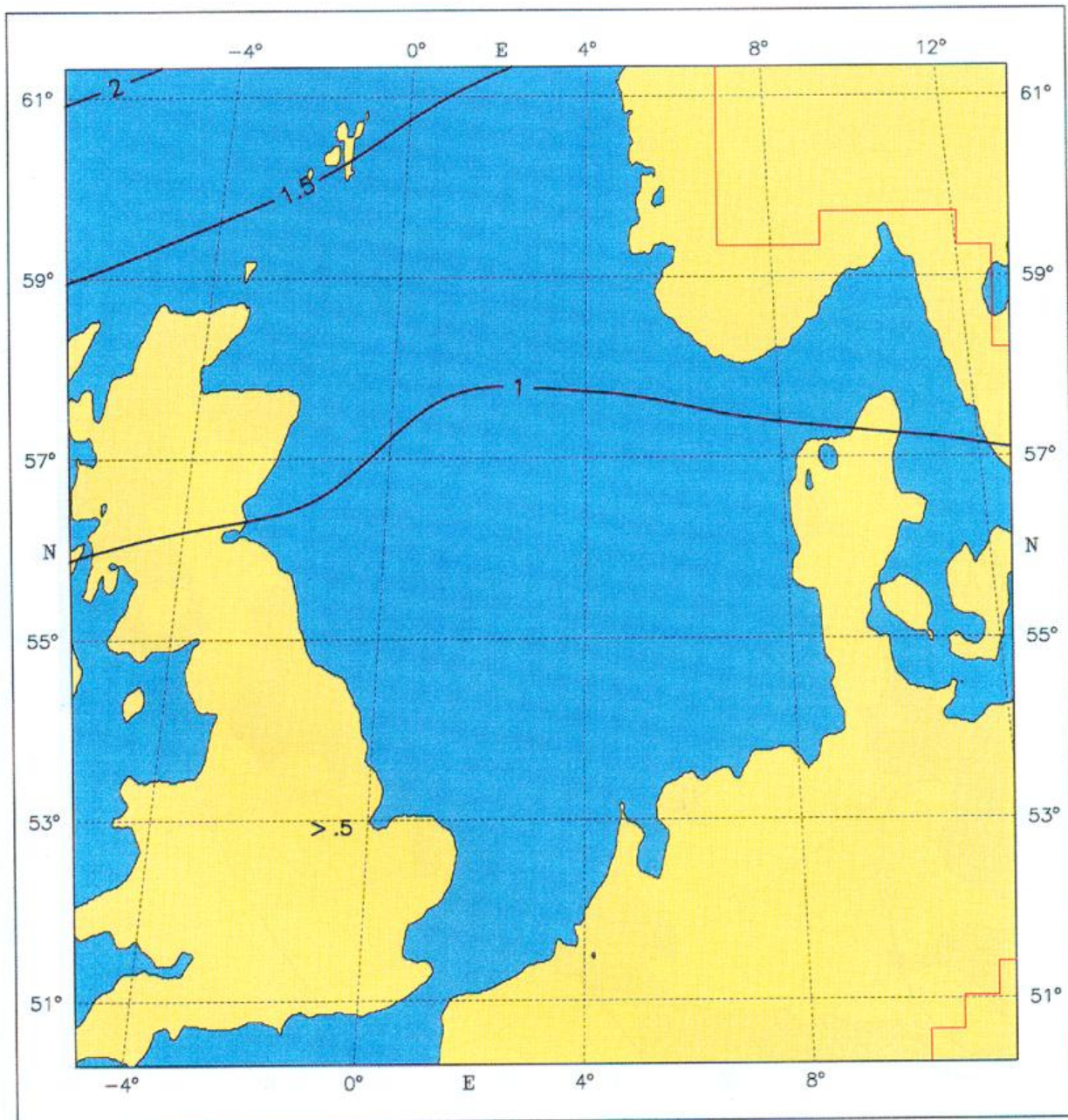


Fig. 7.2.5: Standard deviation of sea surface air pressure [hPa], Year

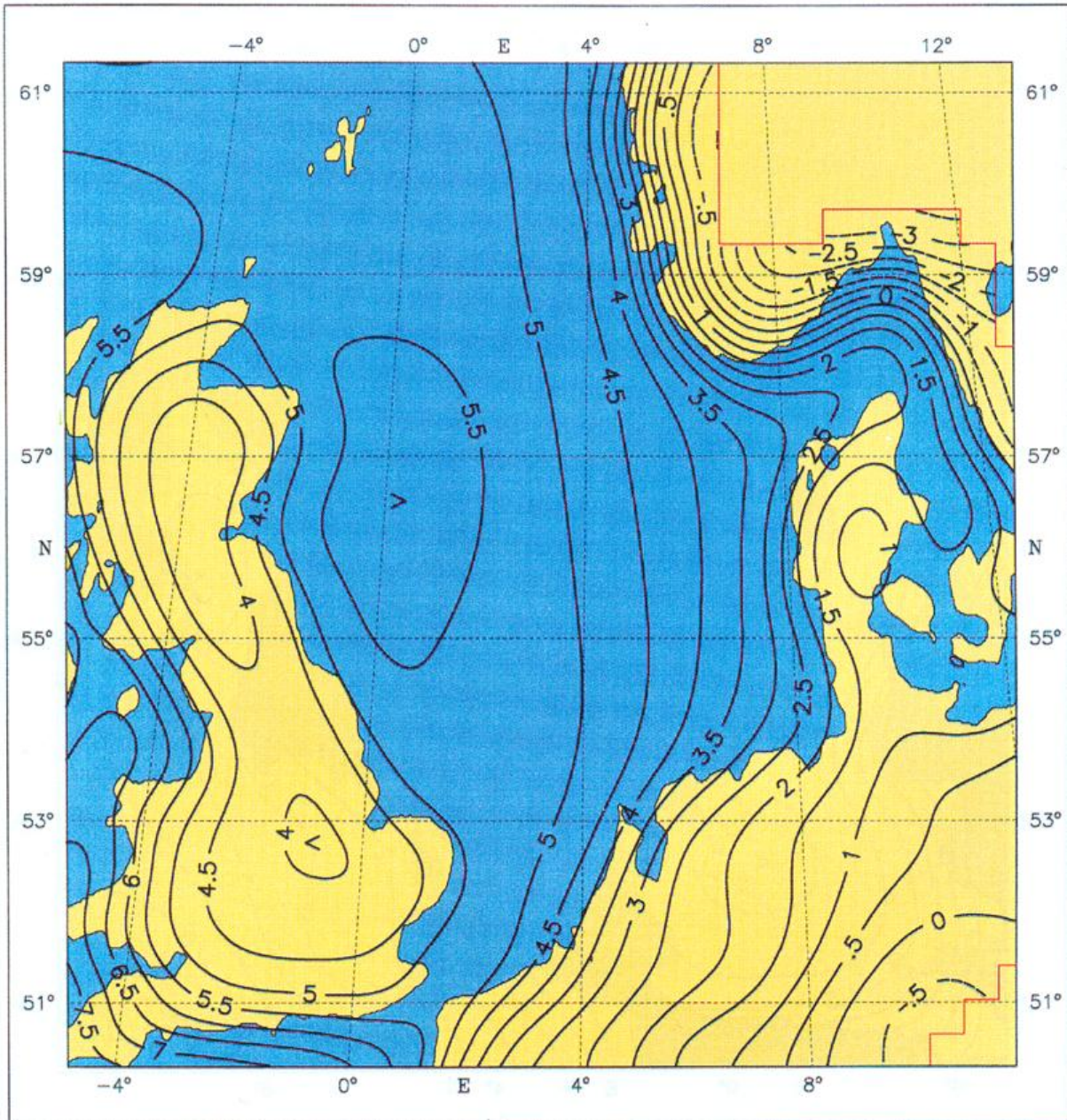


Fig. 7.3.1: Mean air temperature [°C], January

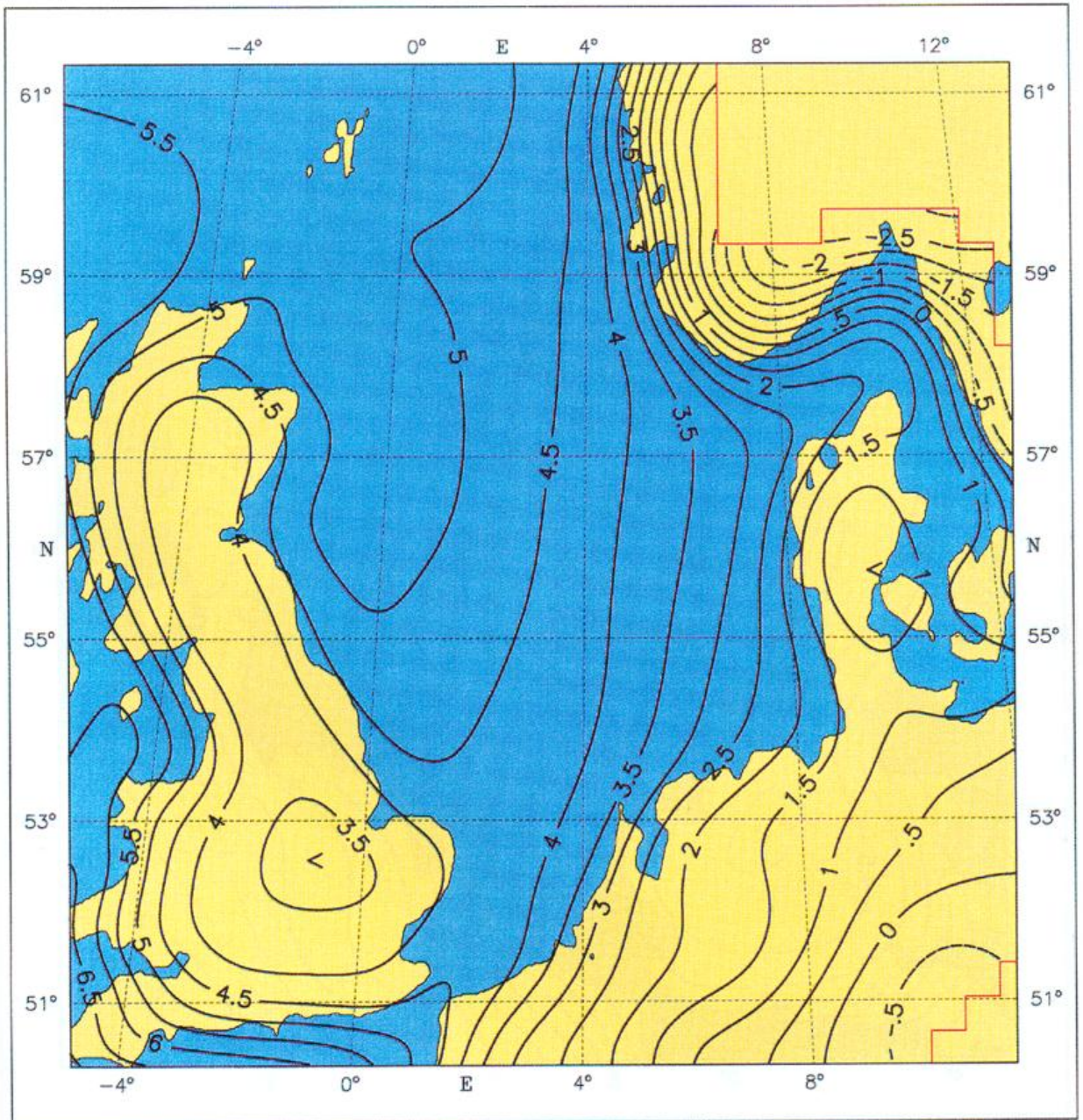


Fig. 7.3.2: Mean air temperature [°C], February

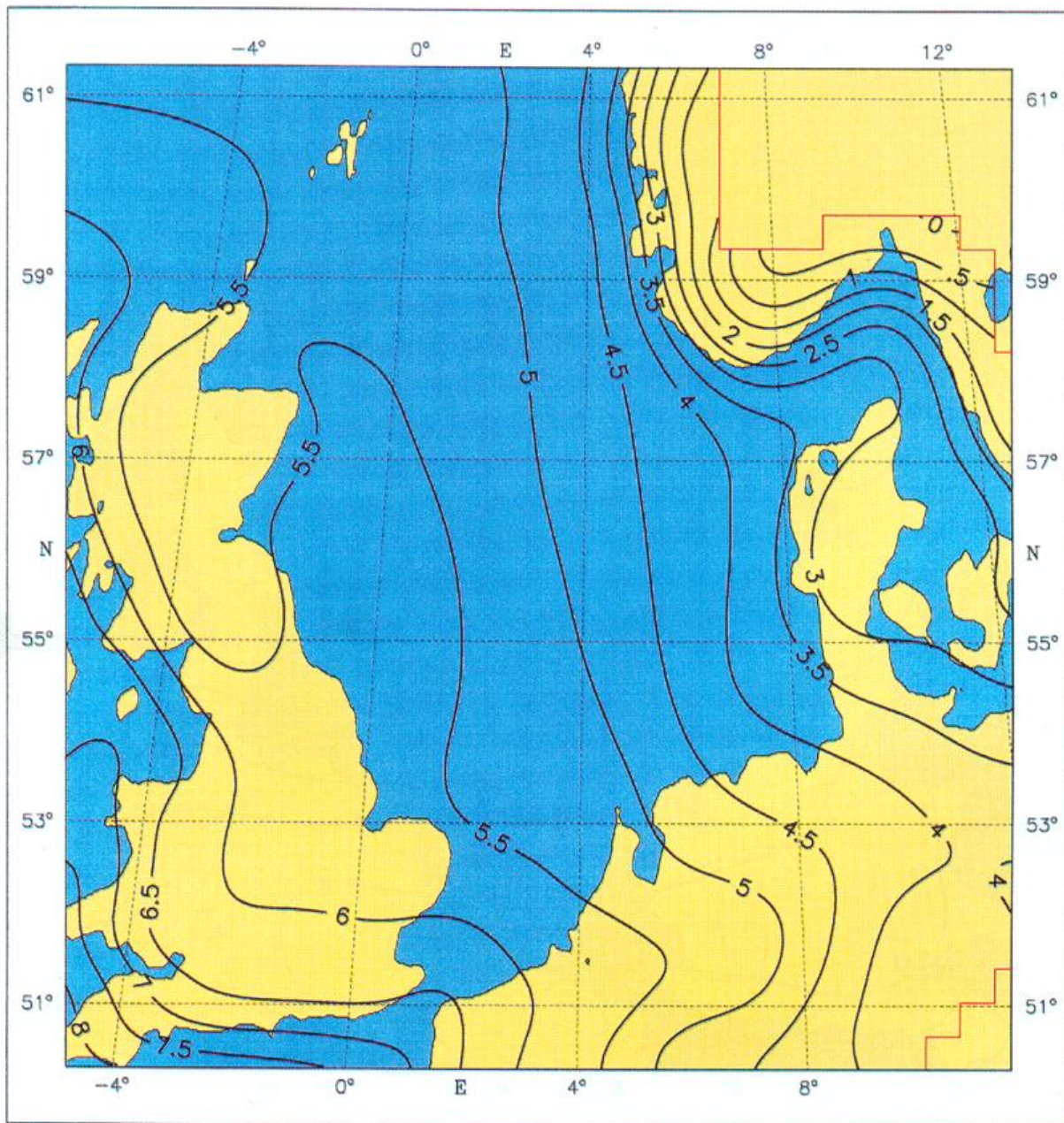


Fig. 7.3.3: Mean air temperature [$^{\circ}\text{C}$], March

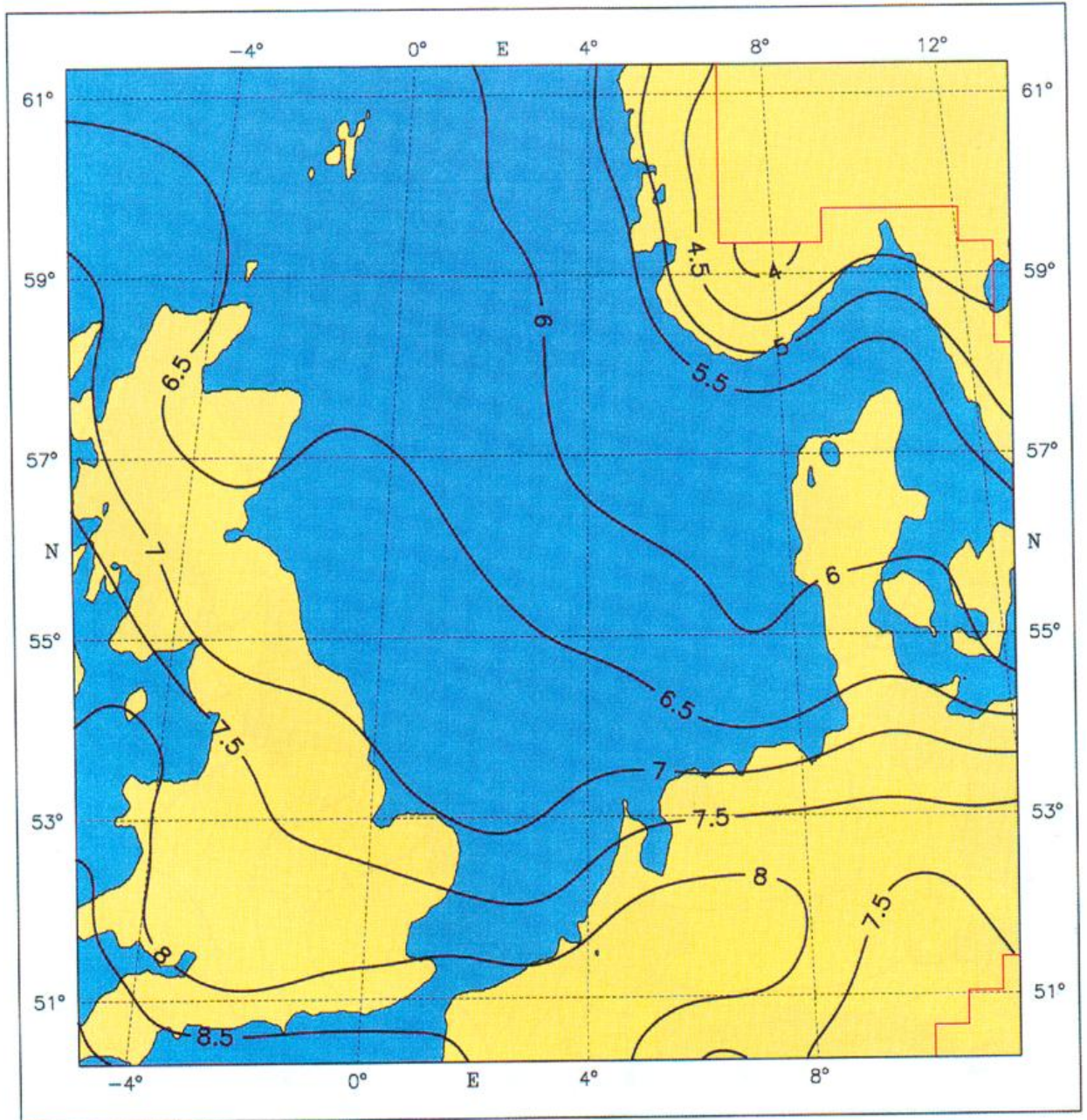


Fig. 7.3.4: Mean air temperature [°C], April

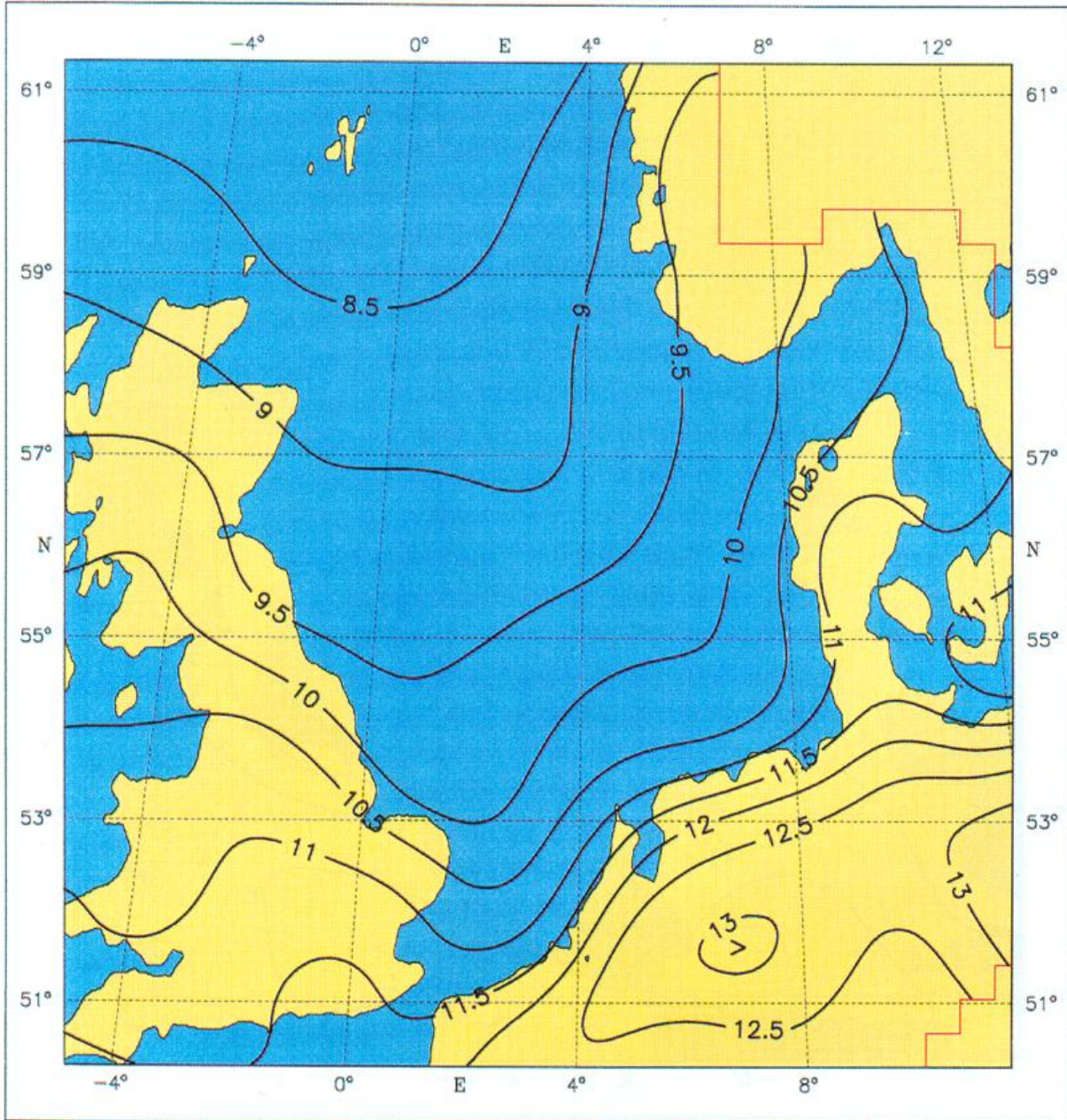


Fig. 7.3.5: Mean air temperature [°C], May

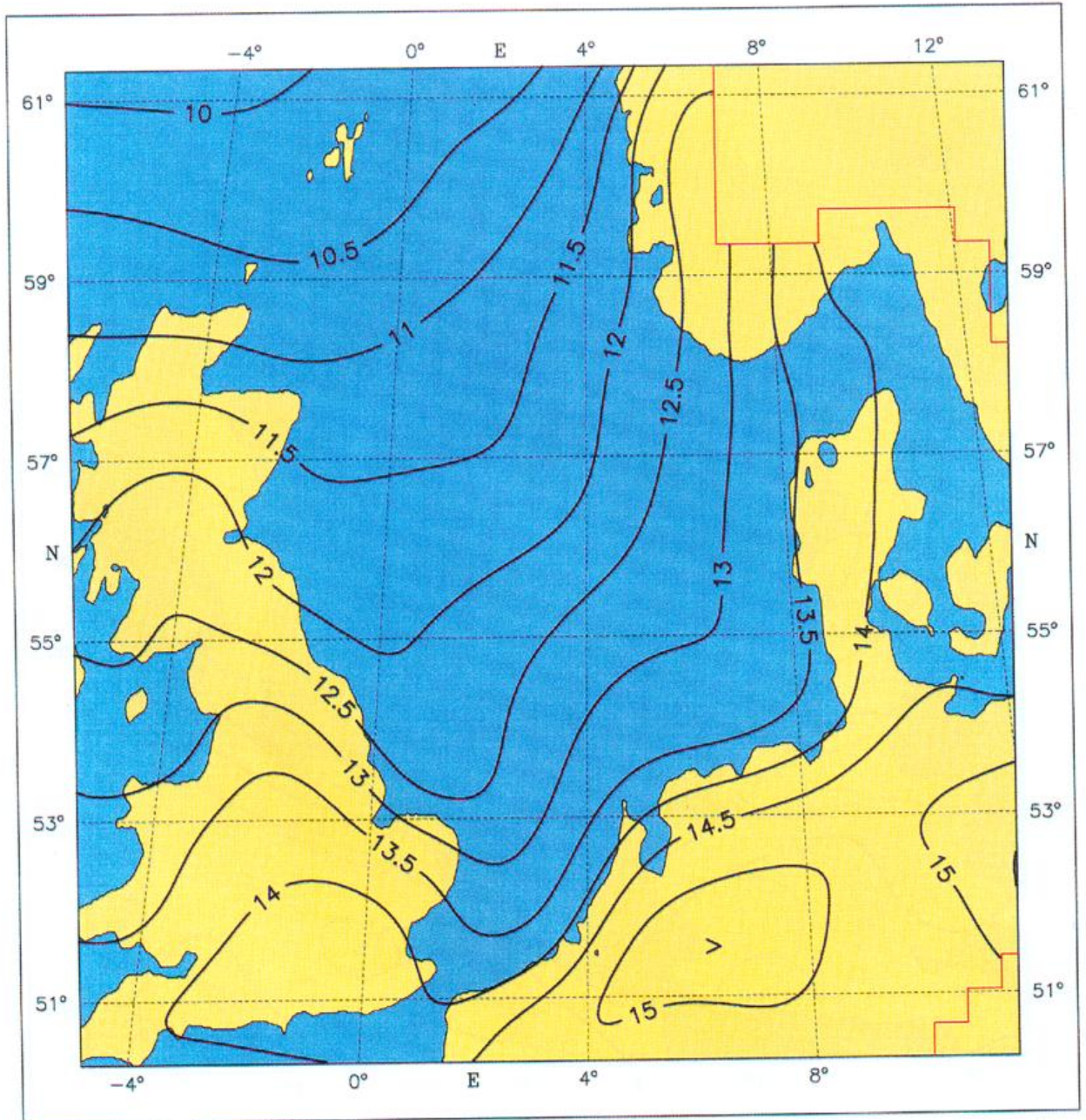


Fig. 7.3.6: Mean air temperature [°C], June

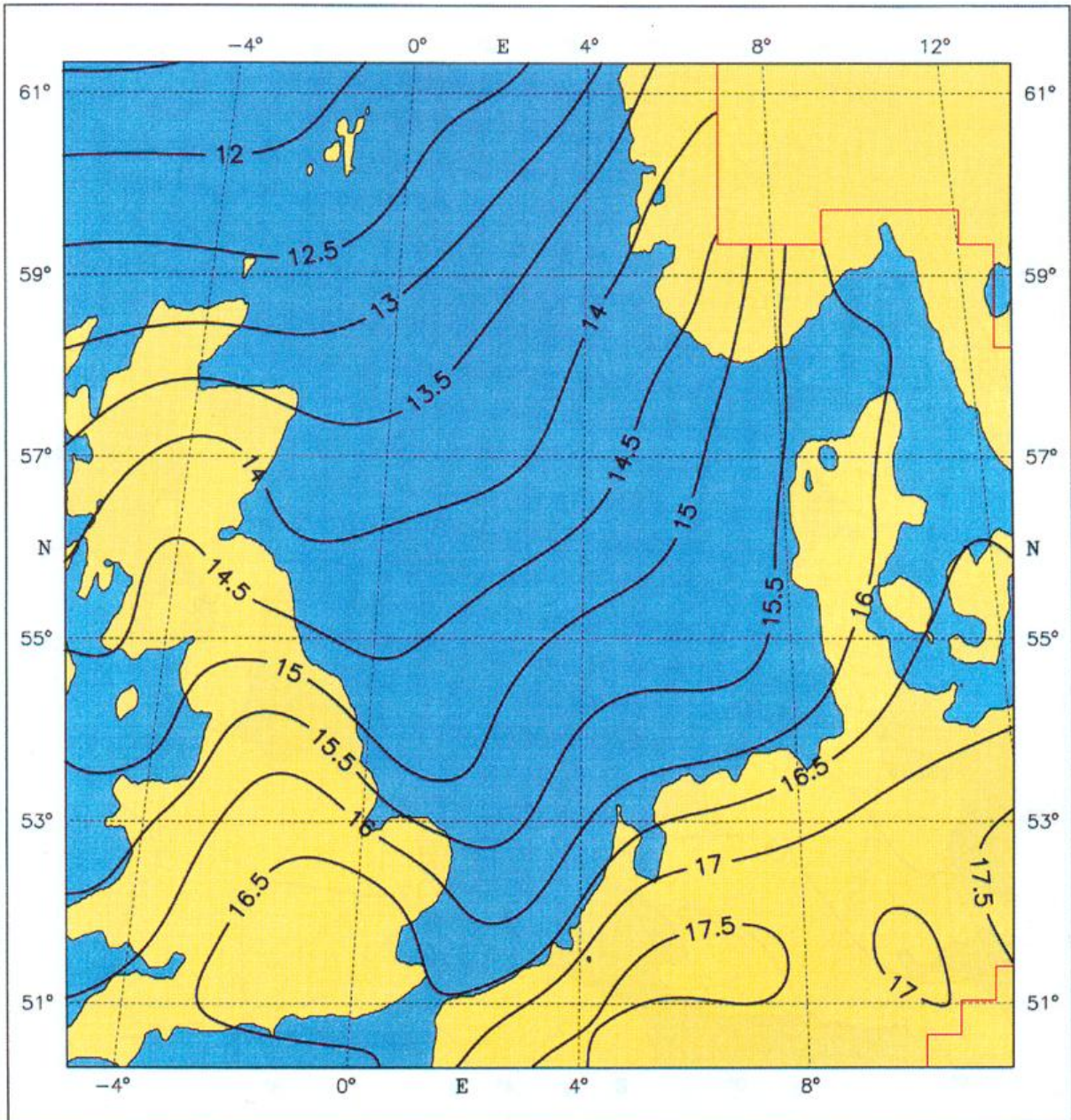


Fig. 7.3.7: Mean air temperature [°C], July

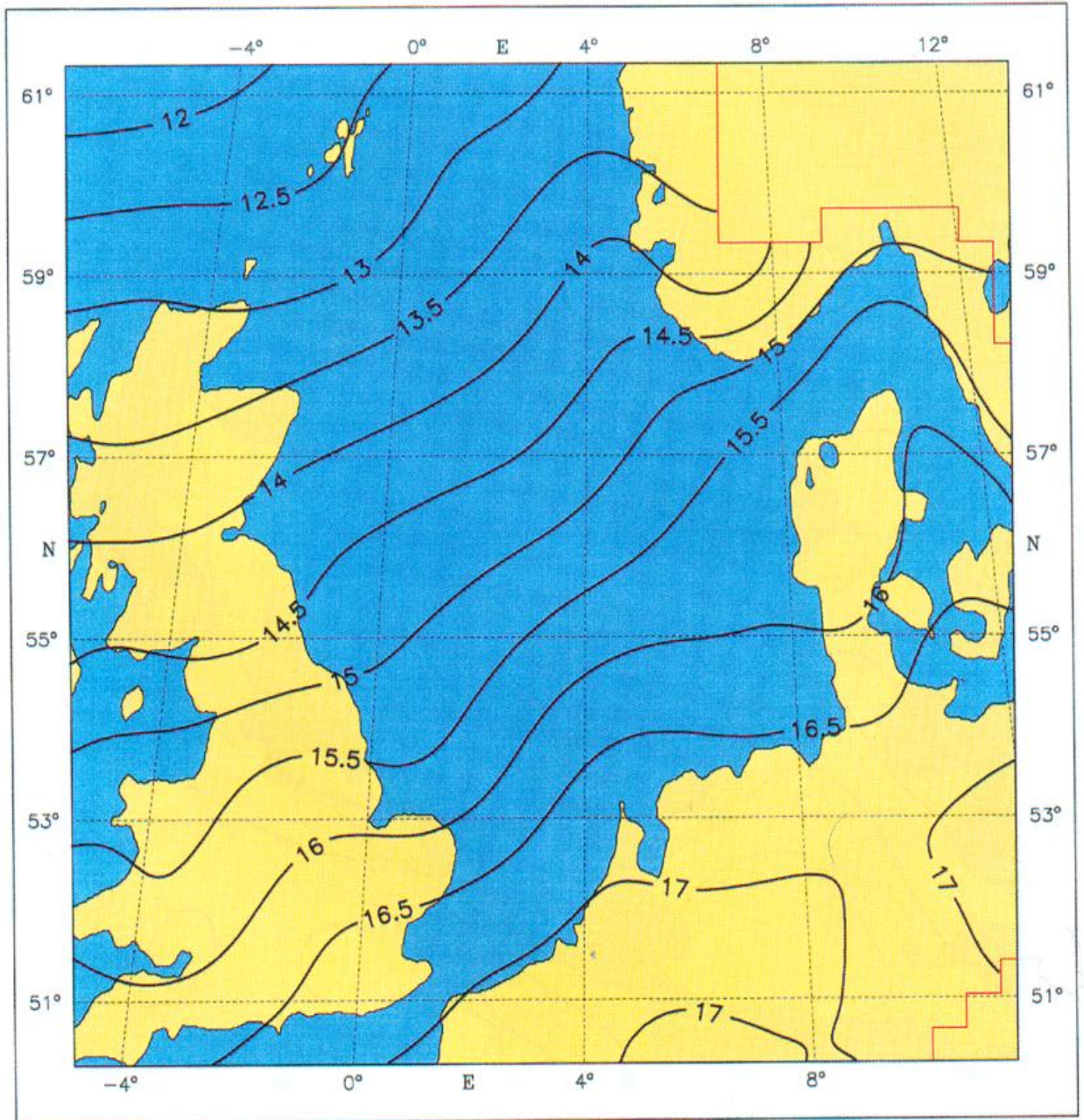


Fig. 7.3.8: Mean air temperature [°C], August

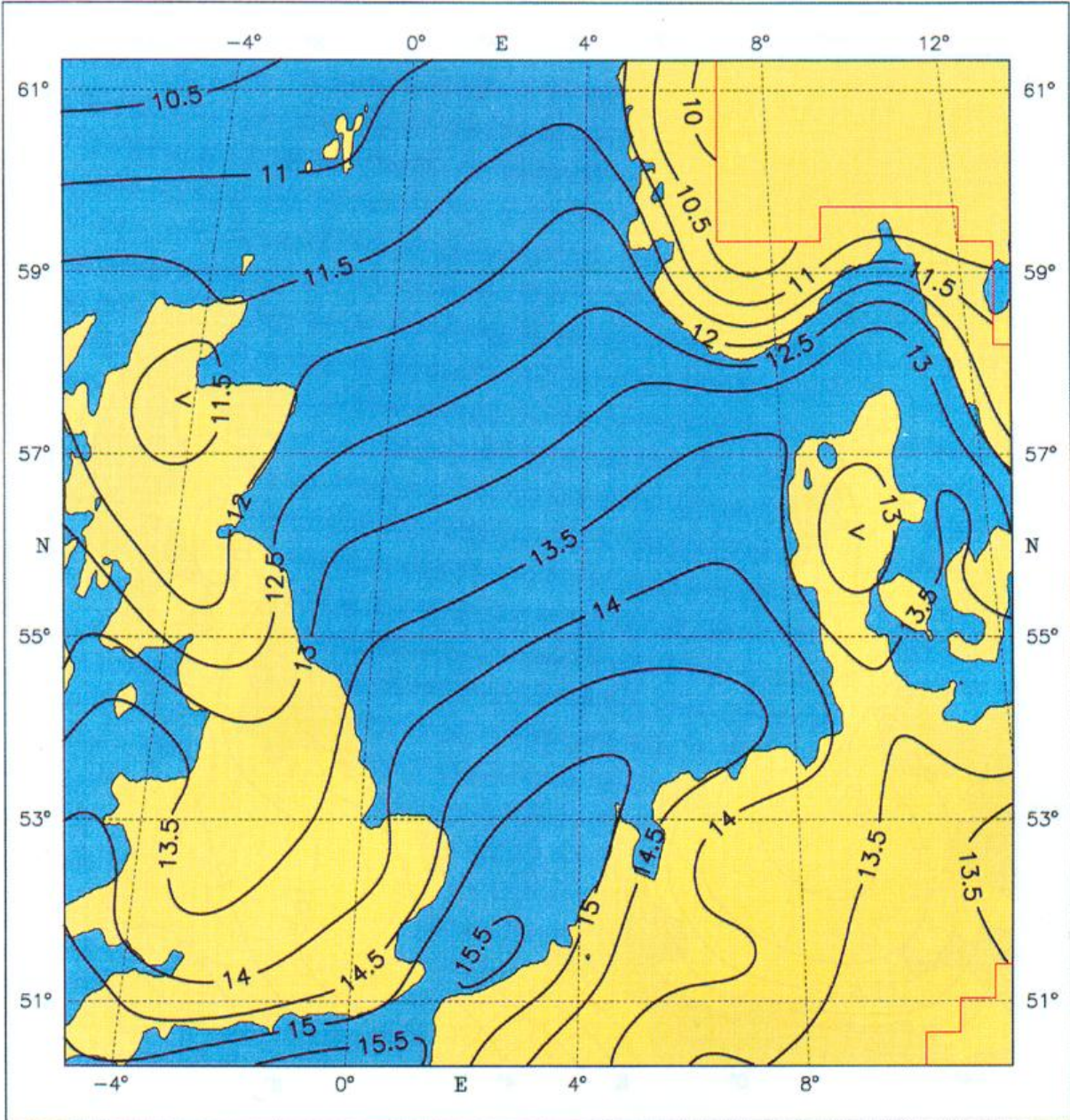


Fig. 7.3.9: Mean air temperature [°C], September

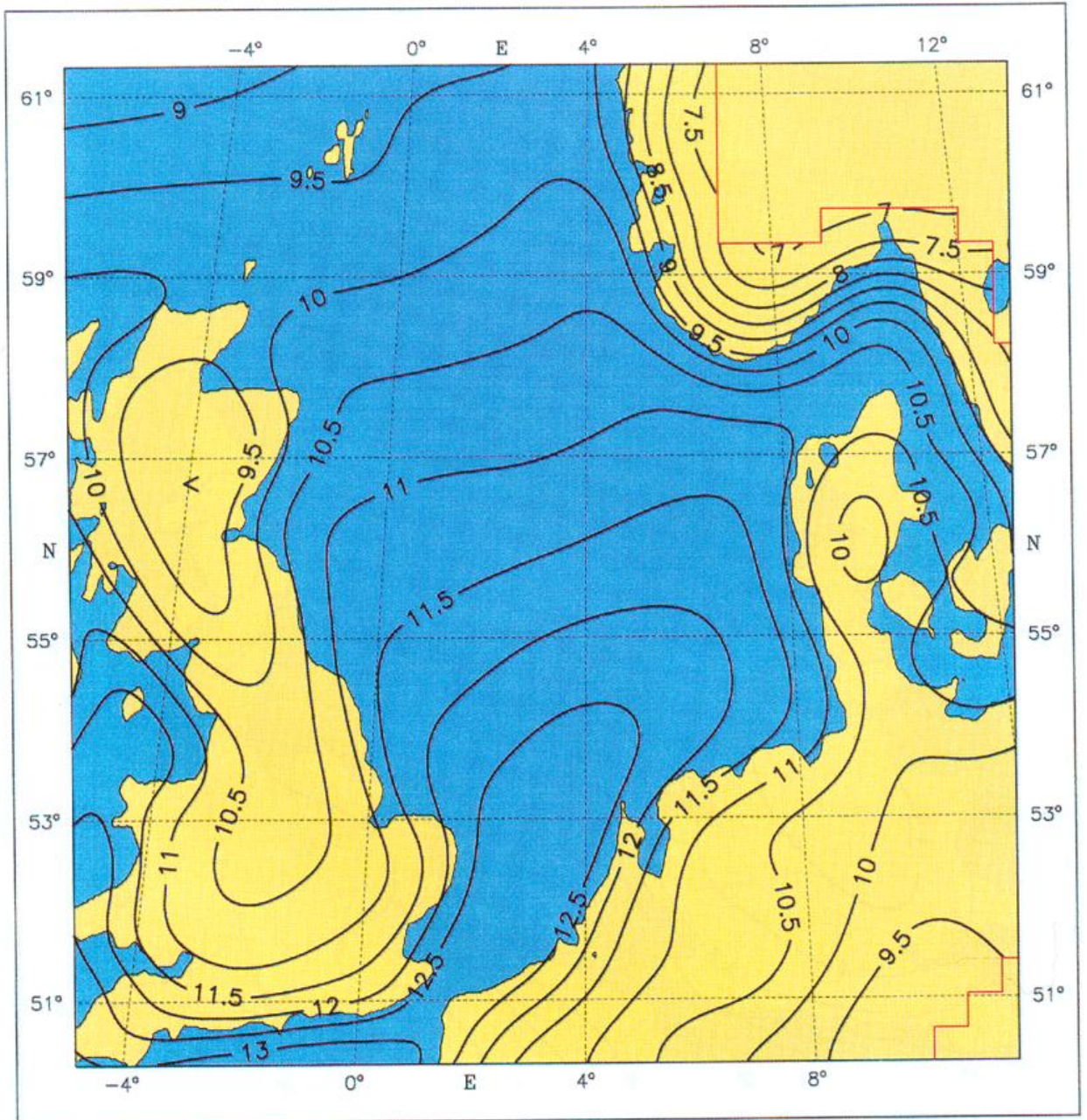


Fig. 7.3.10: Mean air temperature [°C], October

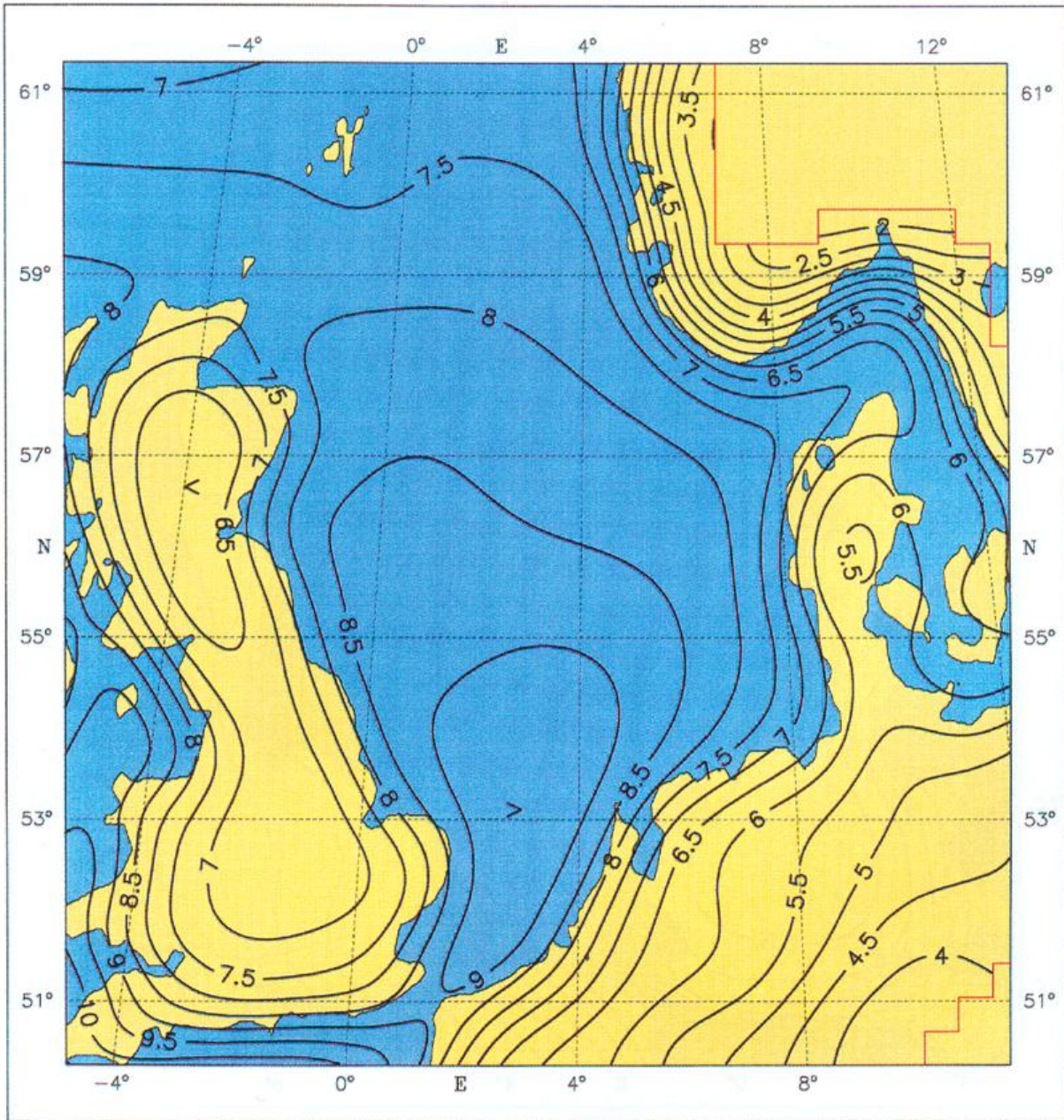


Fig. 7.3.11: Mean air temperature [°C], November

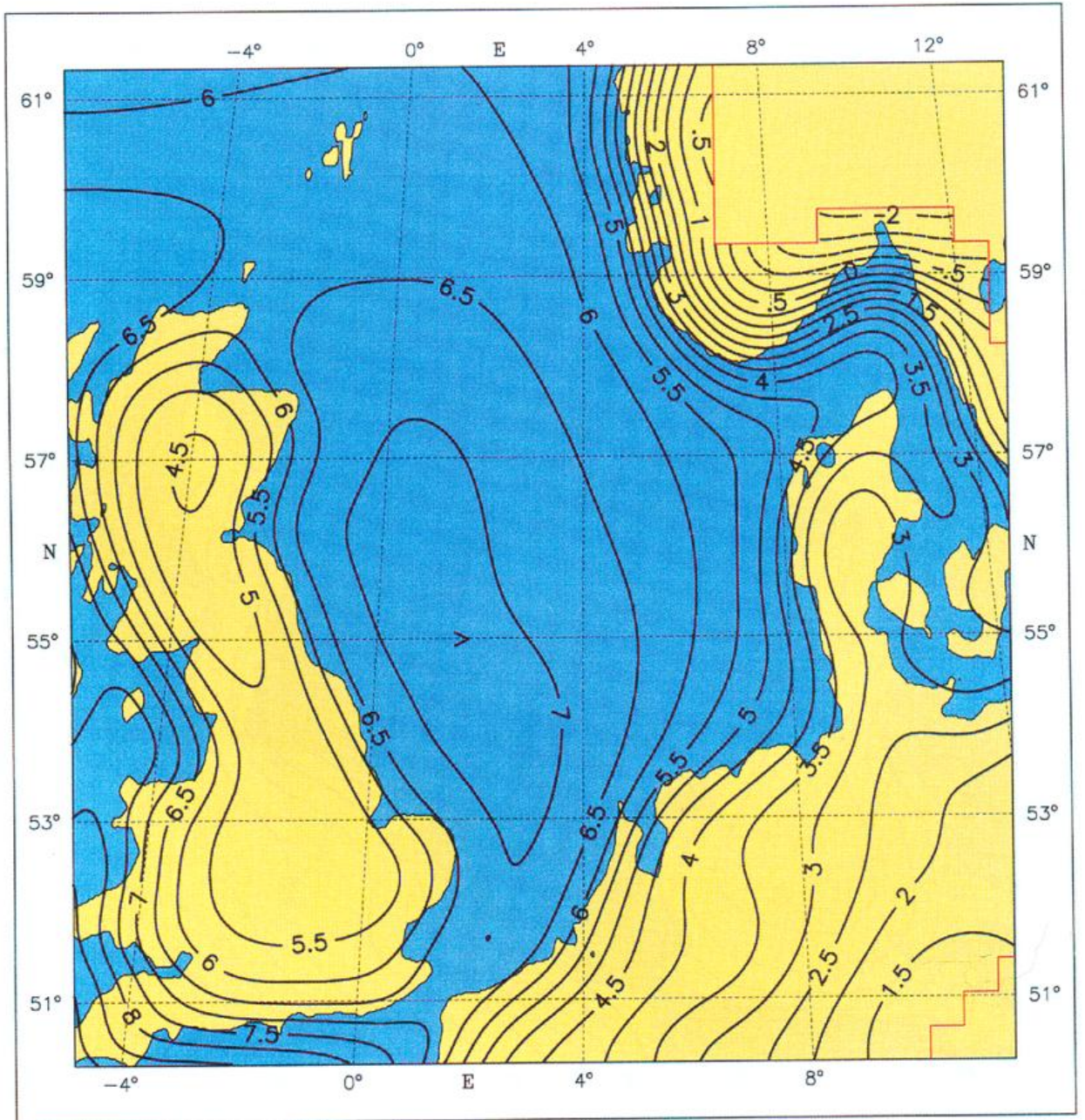


Fig. 7.3.12: Mean air temperature [°C], December

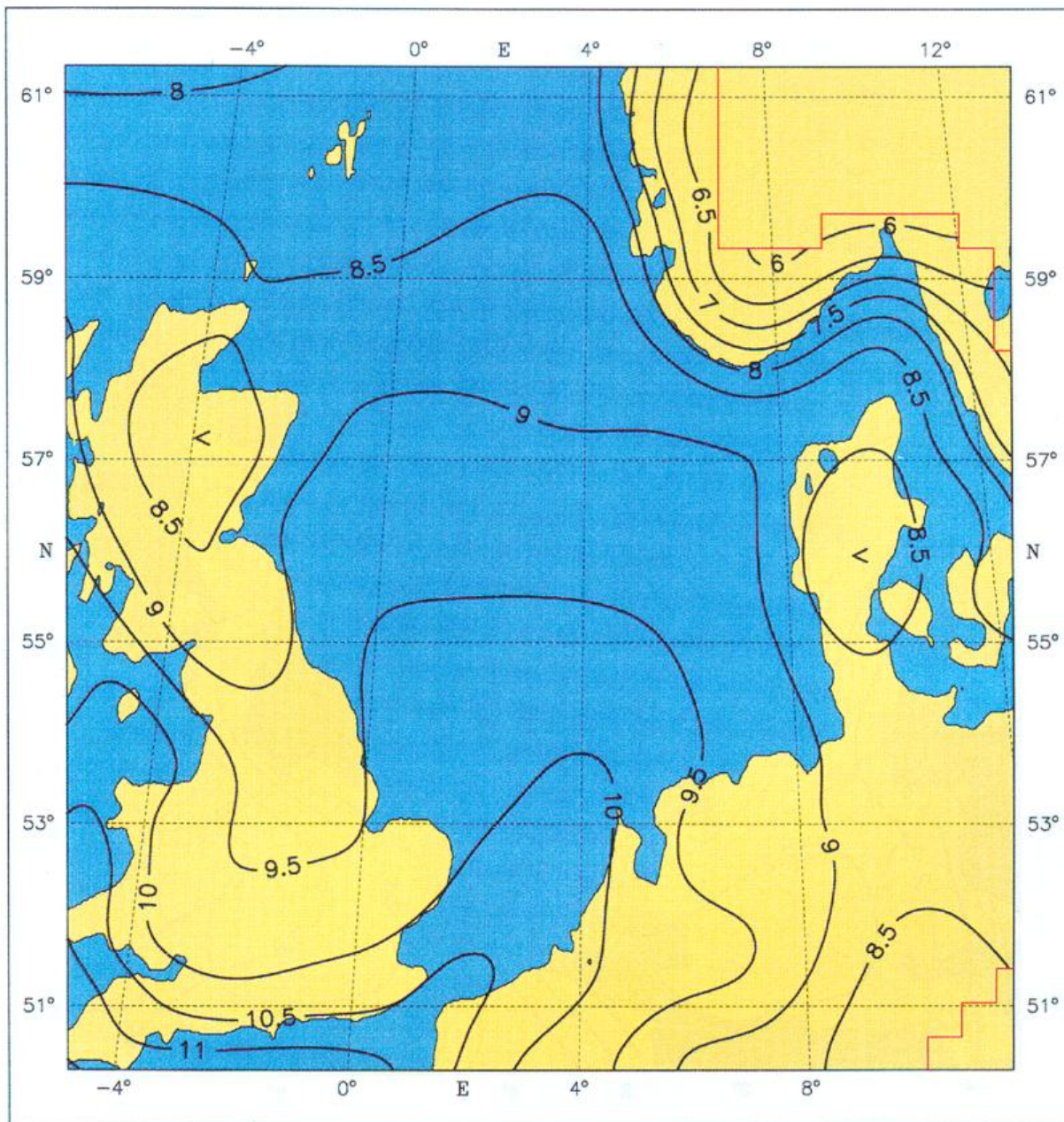


Fig. 7.3.12: Mean air temperature [°C], Year

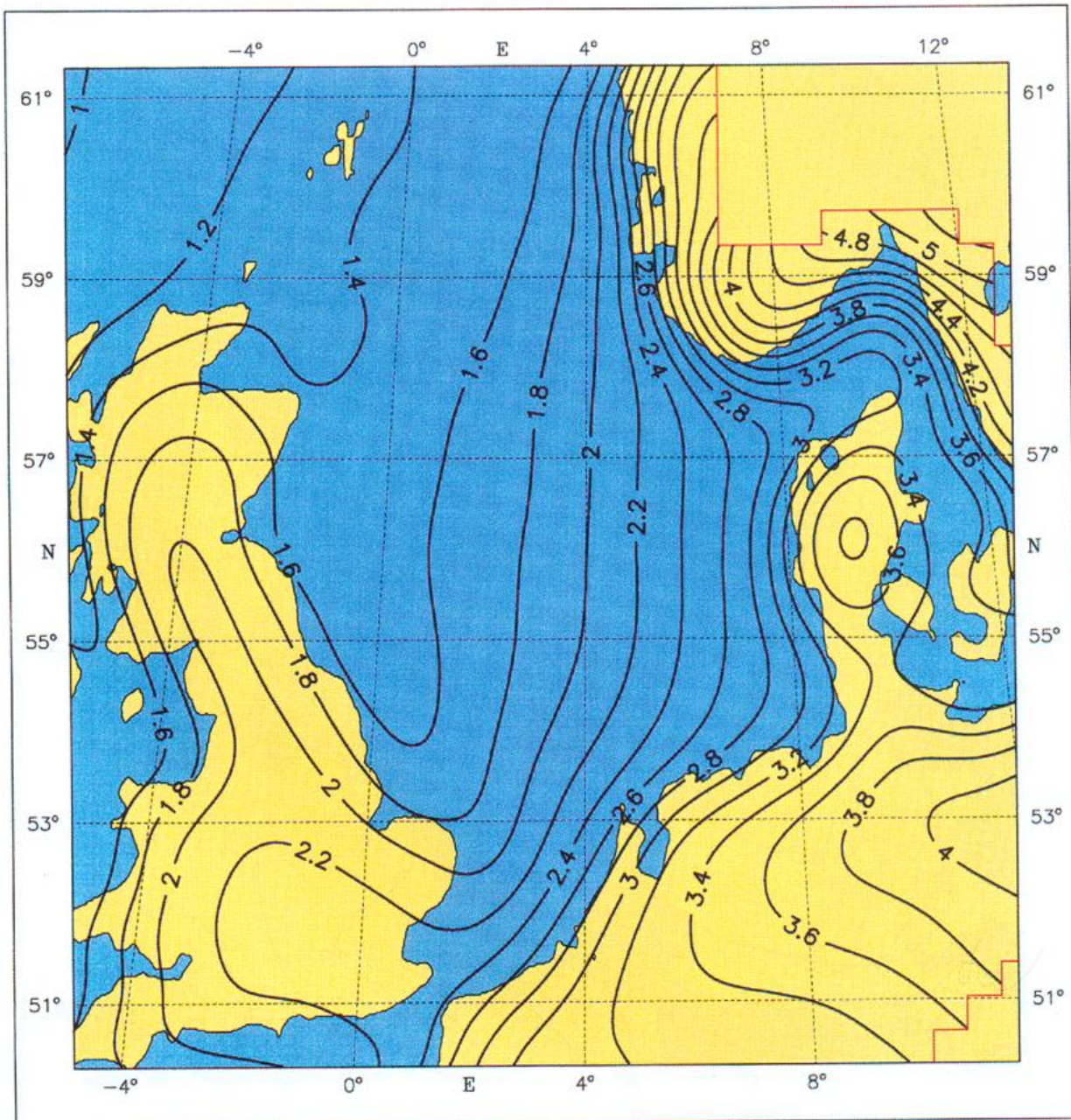


Fig. 7.4.1: Standard deviation of air temperature [°C], January

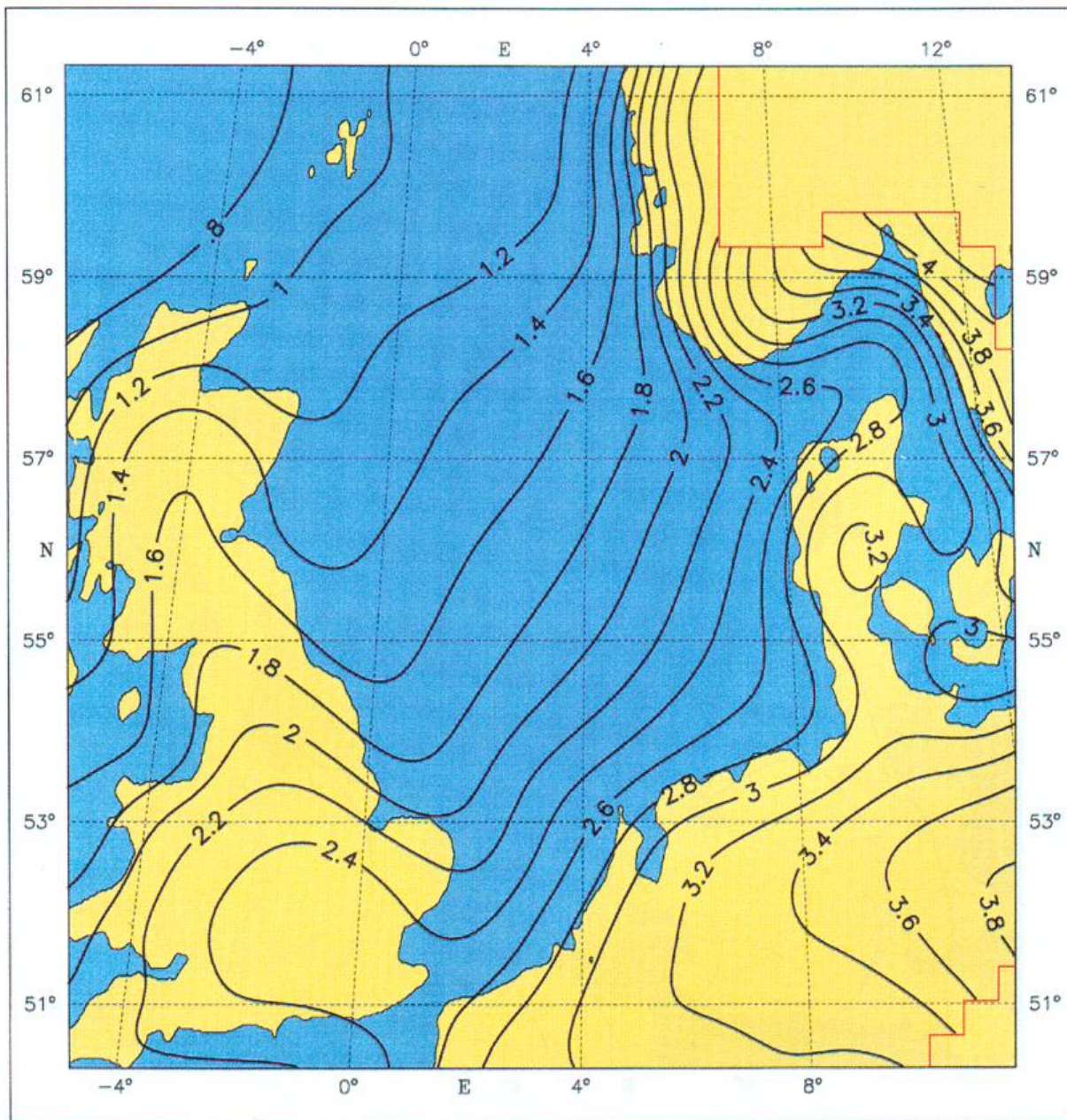


Fig. 7.4.2: Standard deviation of air temperature [°C], February

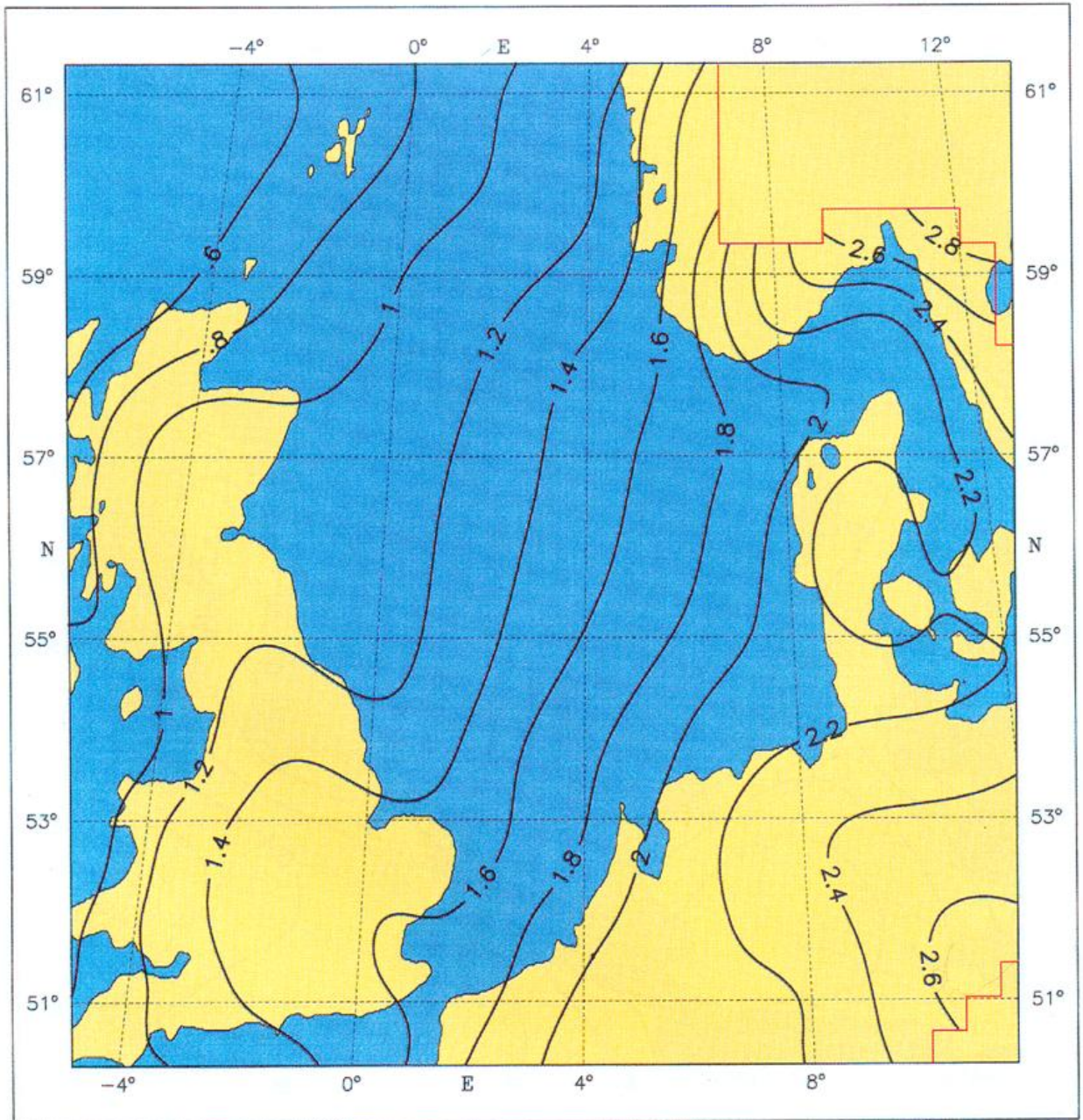


Fig. 7.4.3: Standard deviation of air temperature [°C], March

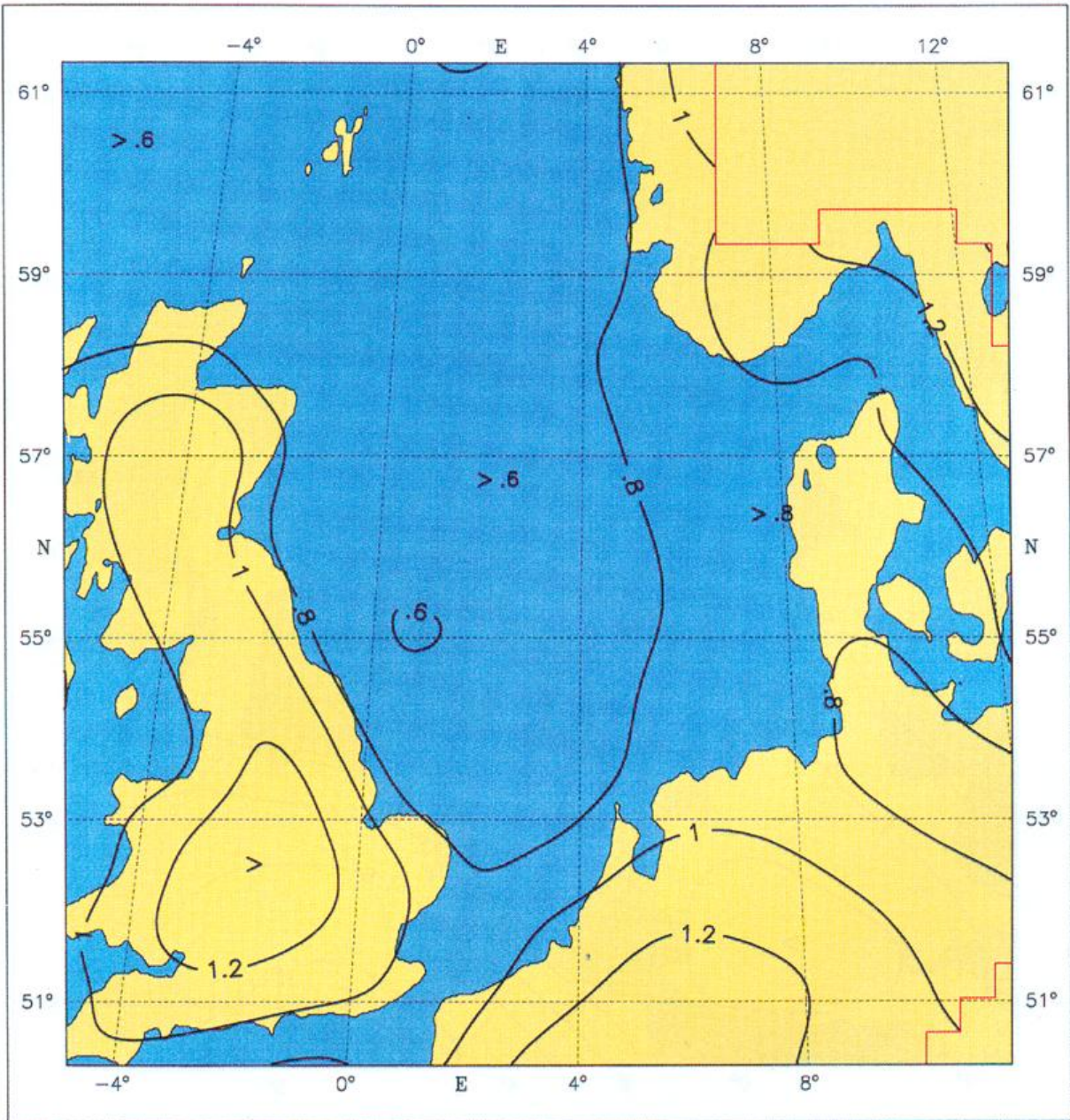


Fig. 7.4.4: Standard deviation of air temperature [°C], April

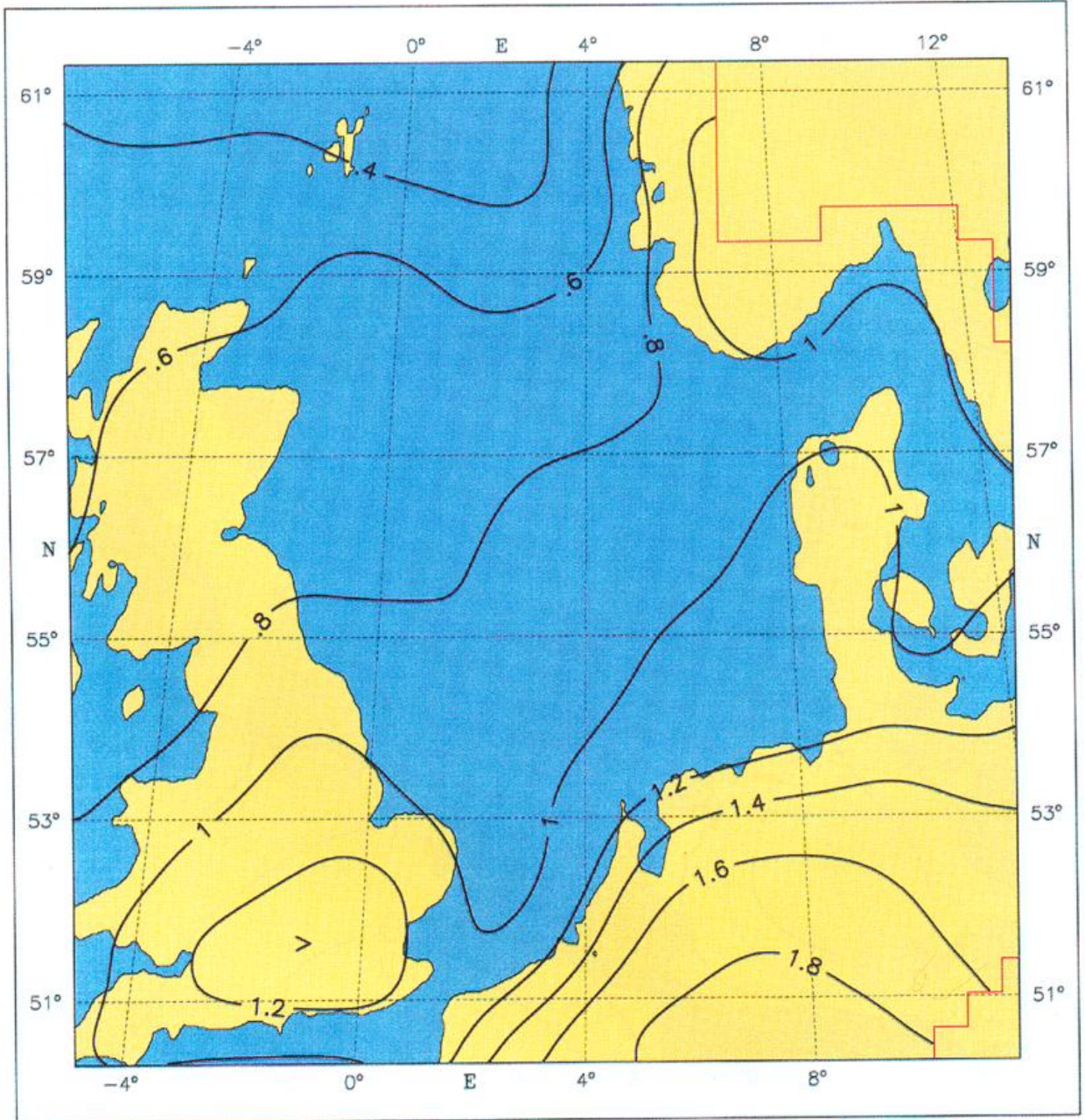


Fig. 7.4.5: Standard deviation of air temperature [°C], May

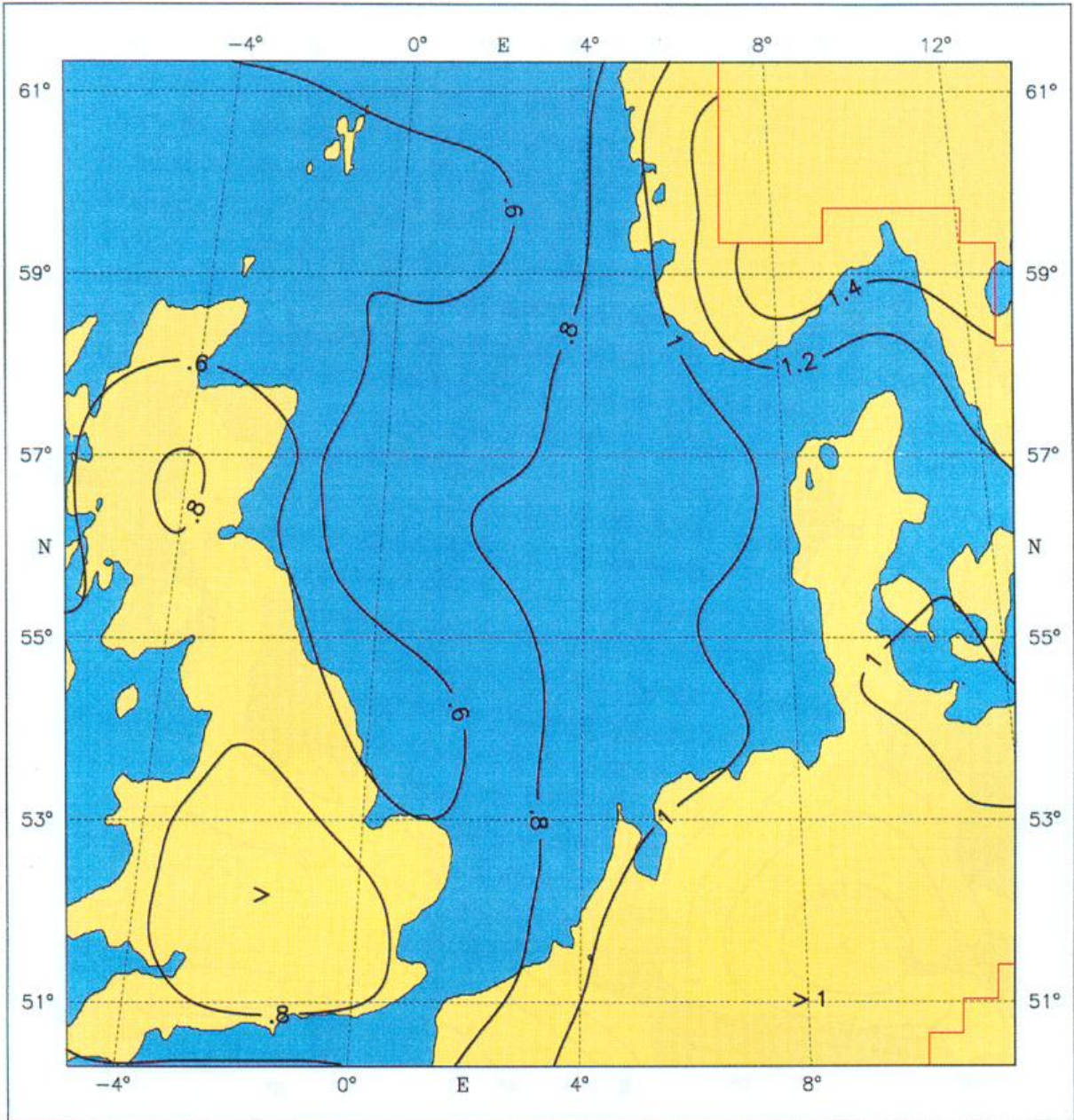


Fig. 7.4.6: Standard deviation of air temperature [°C], June

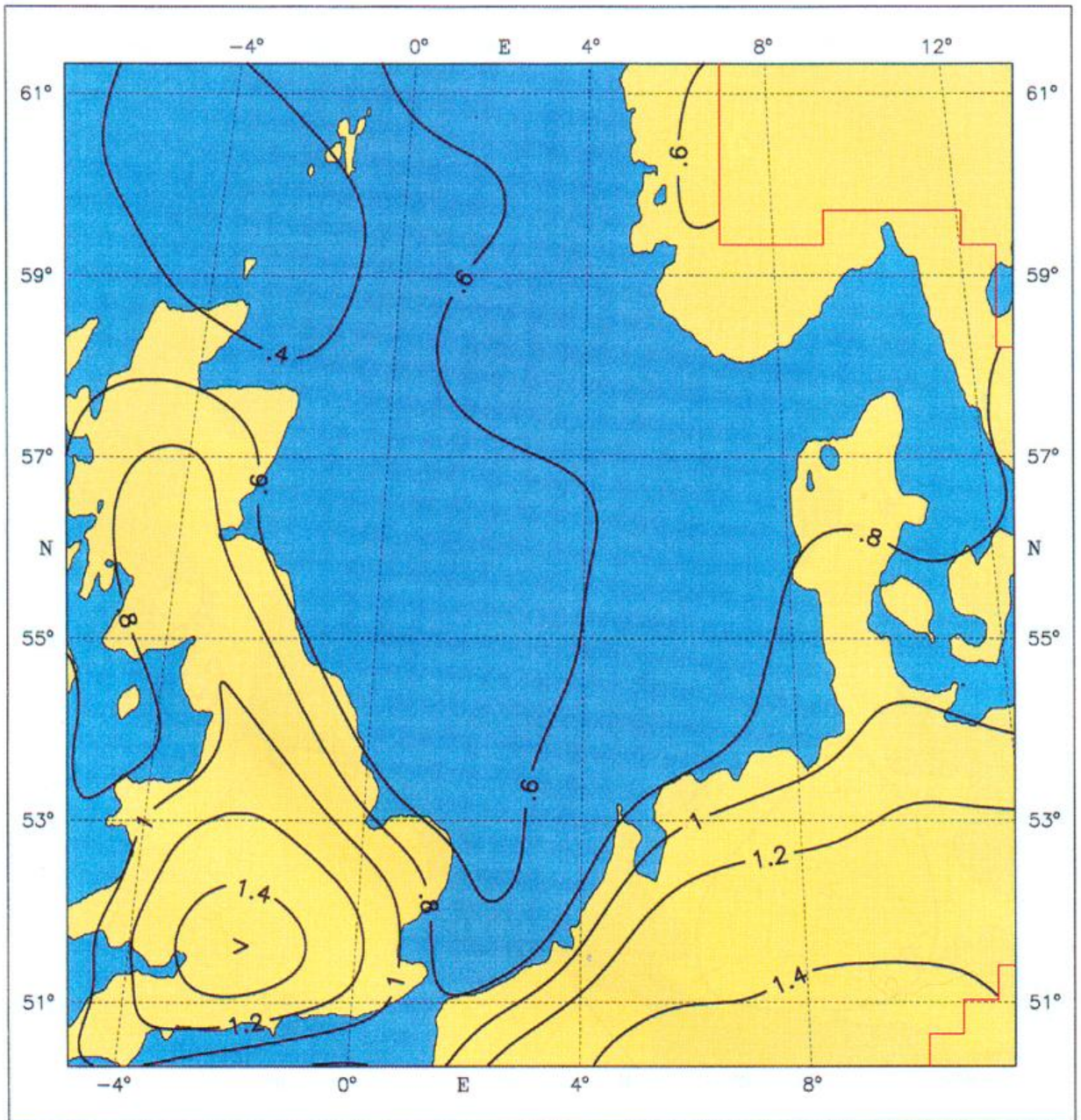


Fig. 7.4.7: Standard deviation of air temperature [°C], July

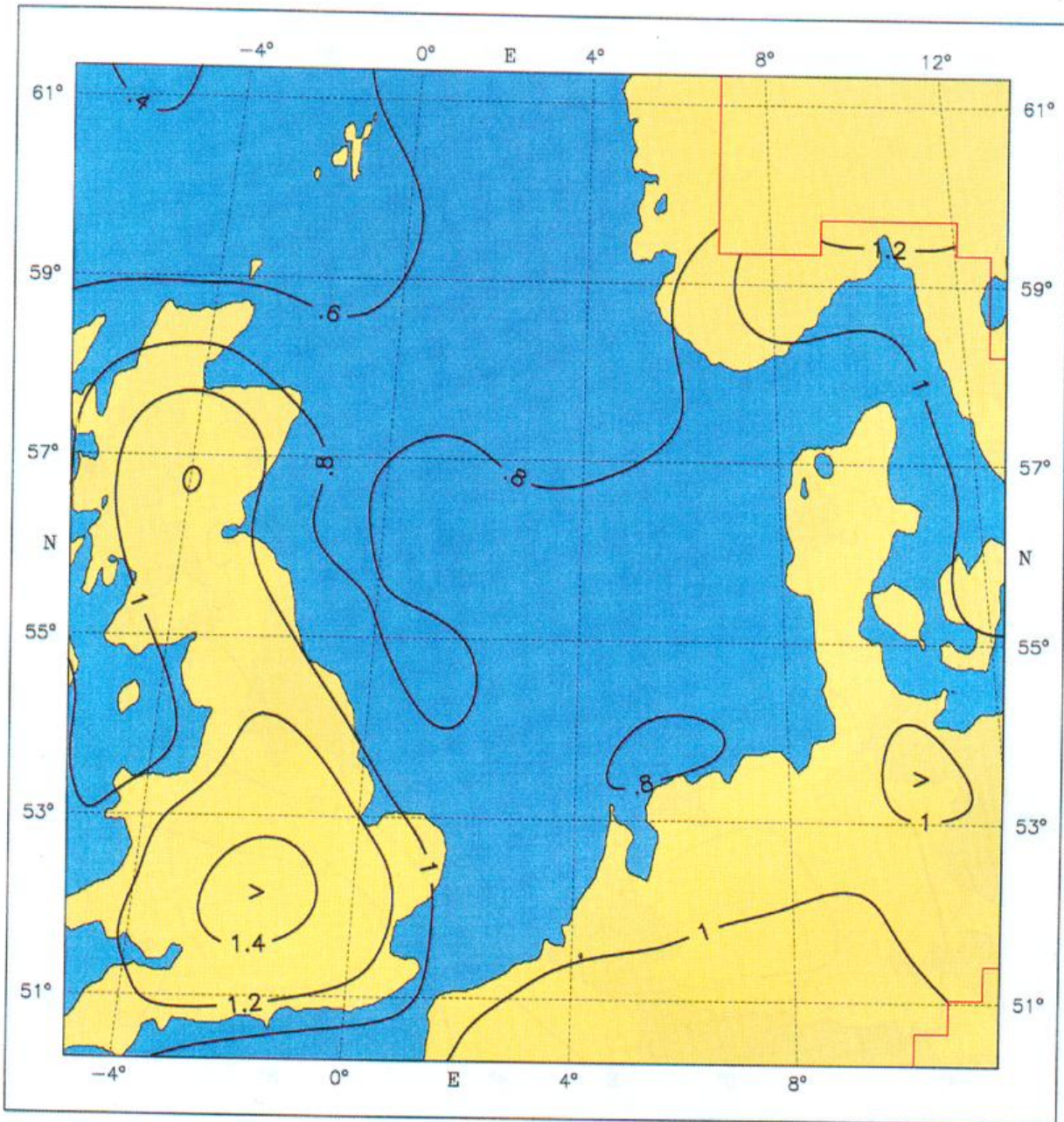


Fig. 7.4.8: Standard deviation of air temperature [°C], August

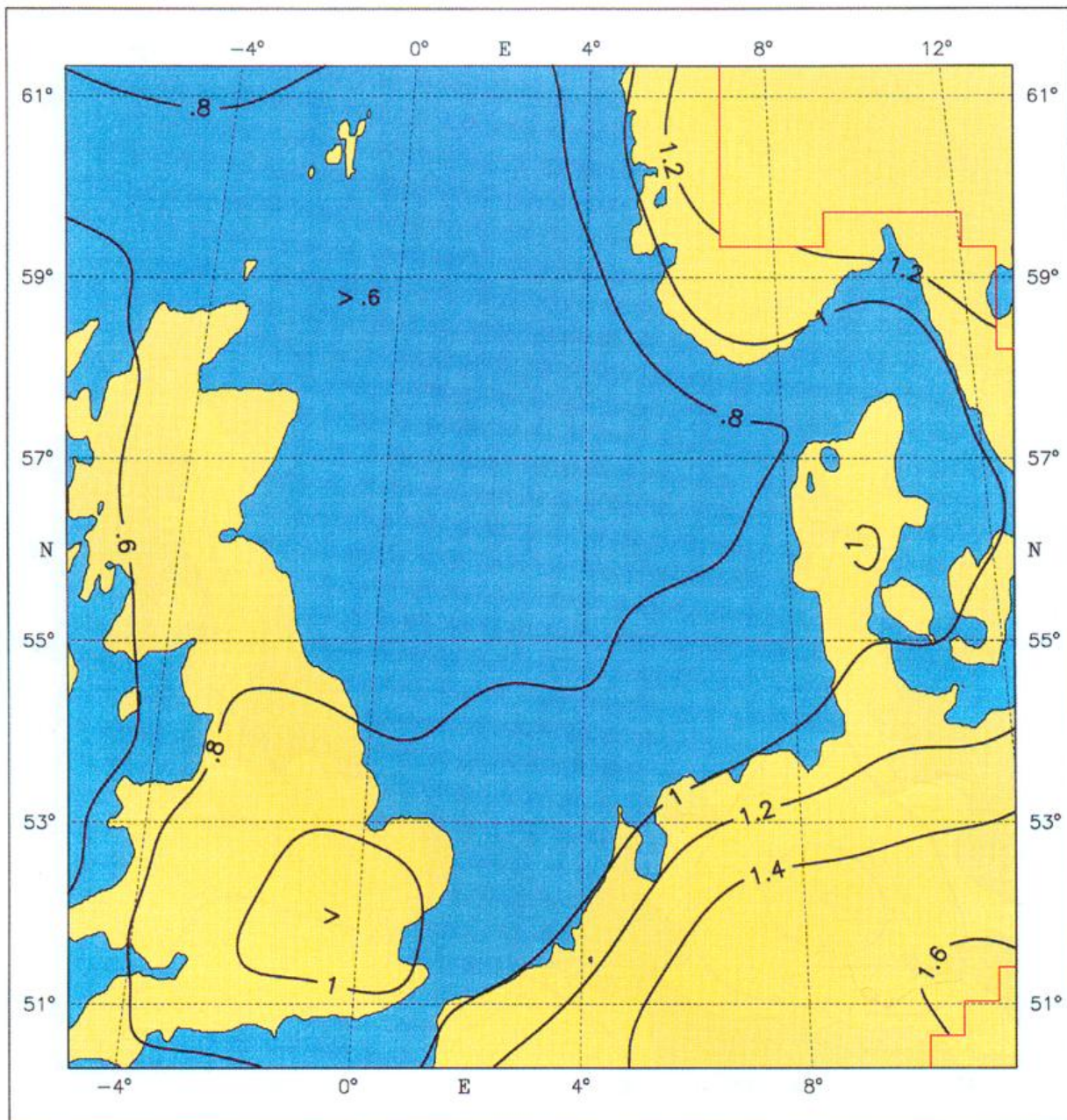


Fig. 7.4.9: Standard deviation of air temperature [°C], September

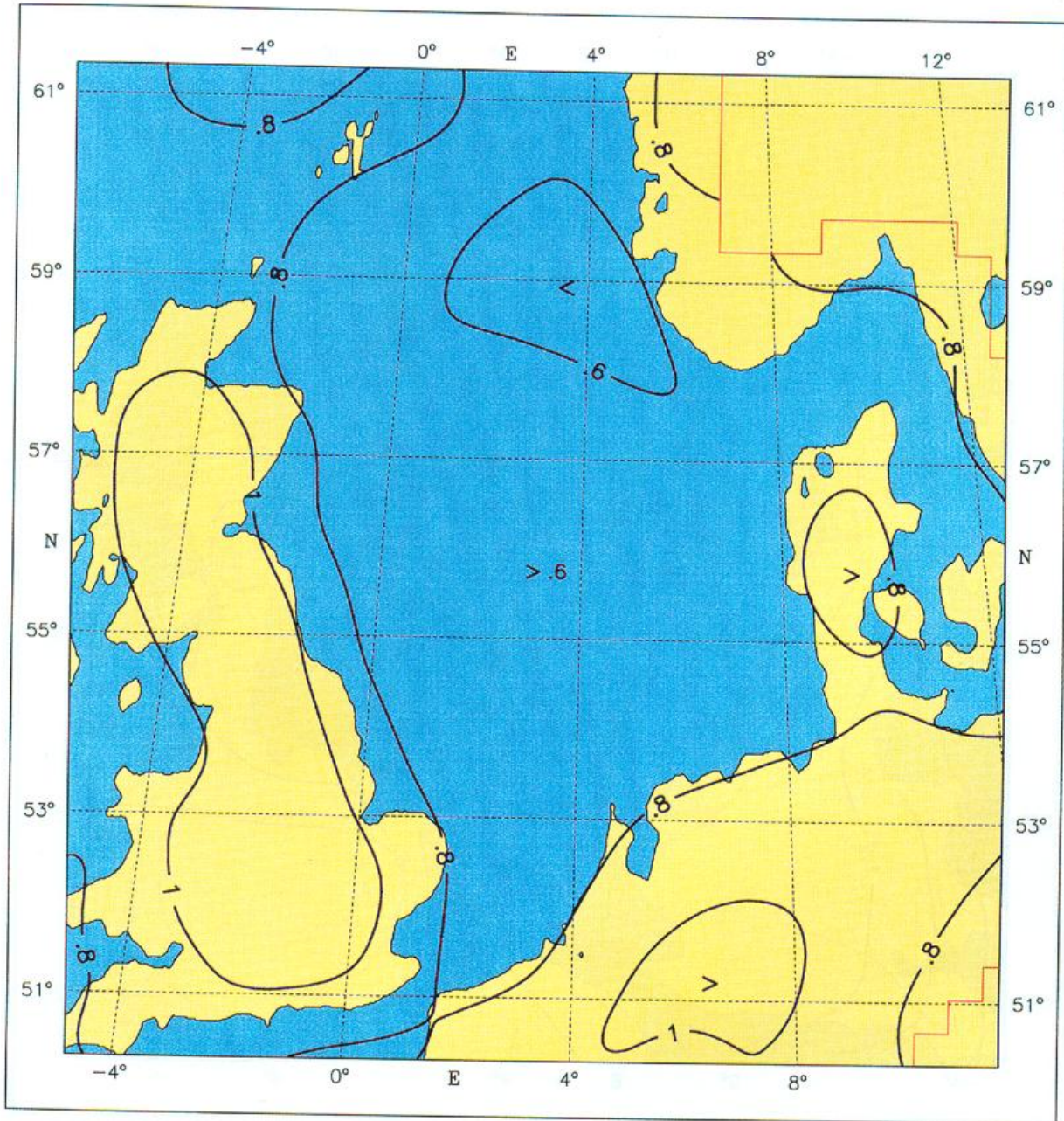


Fig. 7.4.10: Standard deviation of air temperature [°C], October

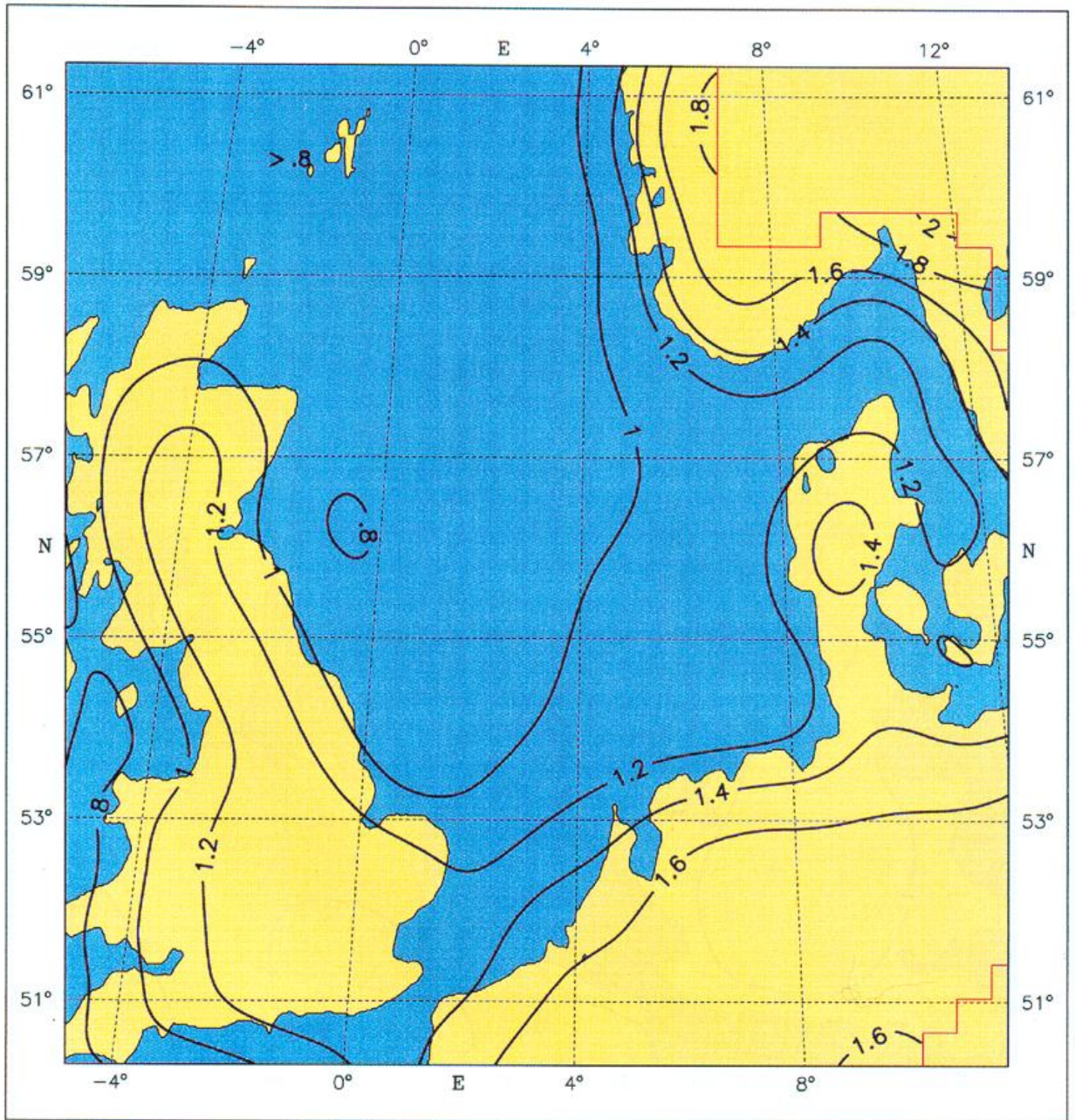


Fig. 7.4.11: Standard deviation of air temperature [°C], November

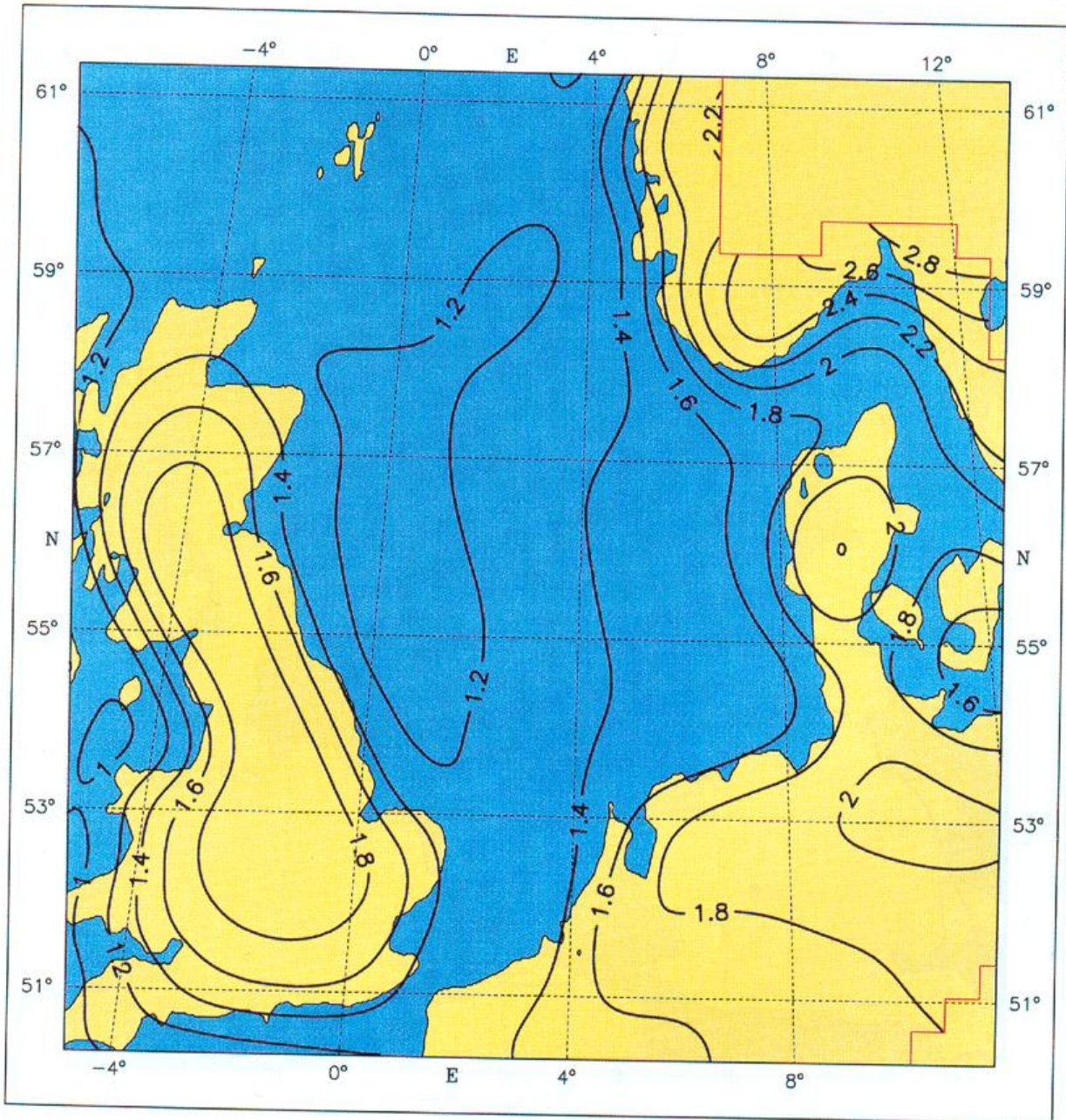


Fig. 7.4.12: Standard deviation of air temperature [°C], December

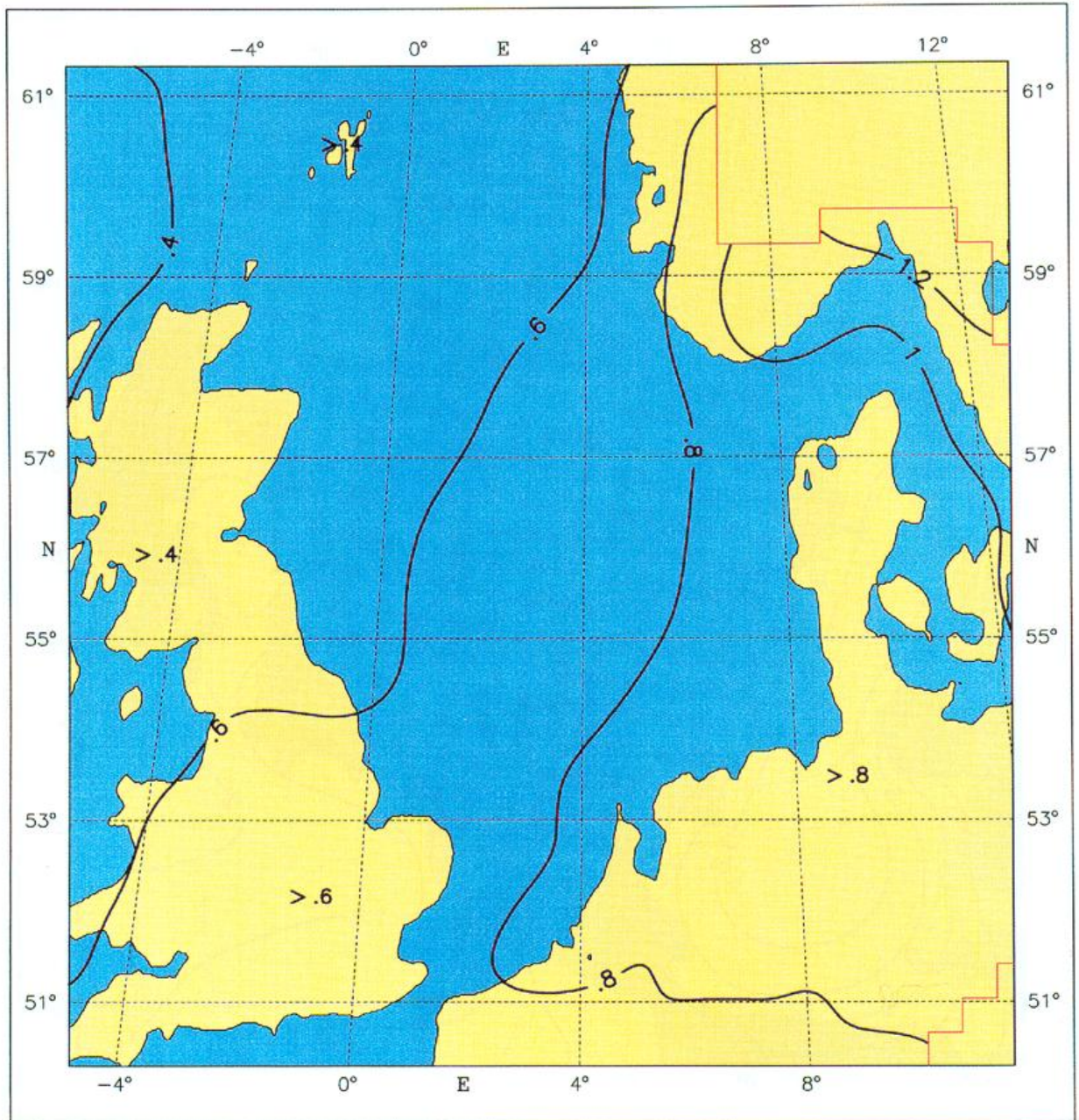


Fig. 7.4.13: Standard deviation of air temperature [°C], Year

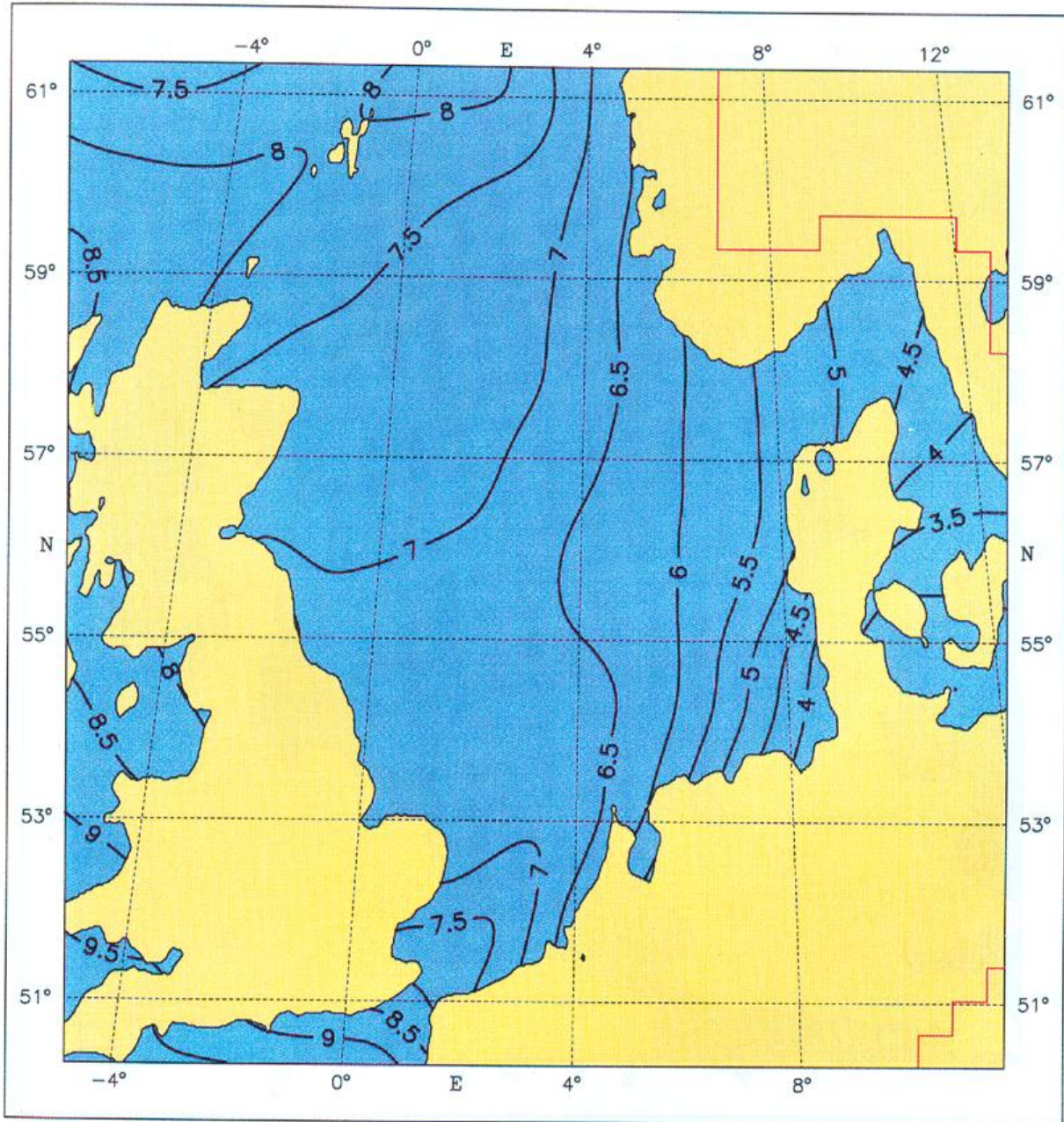


Fig. 7.5.1: Mean sea surface temperature [°C], January

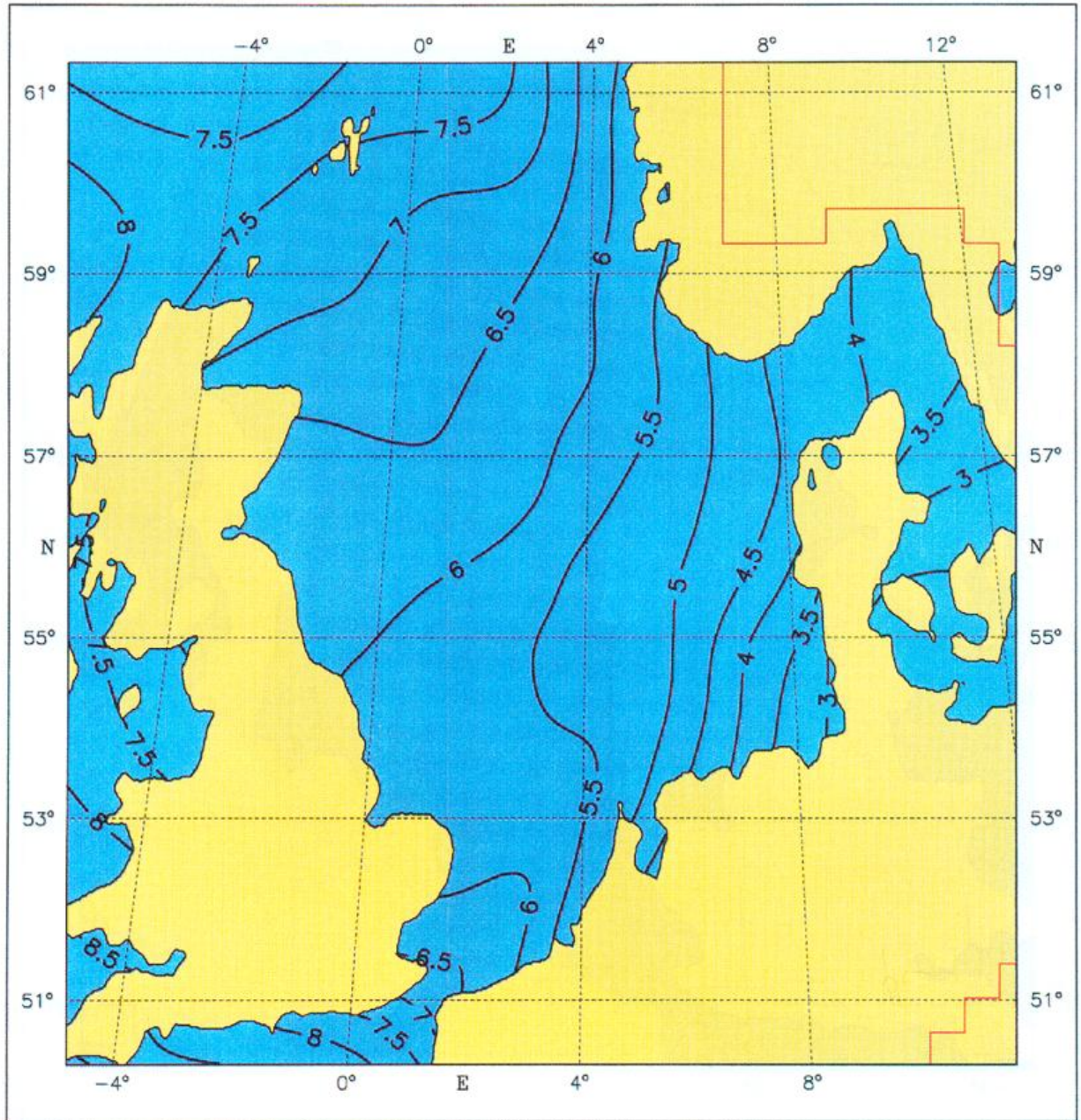


Fig. 7.5.2: Mean sea surface temperature [°C], February

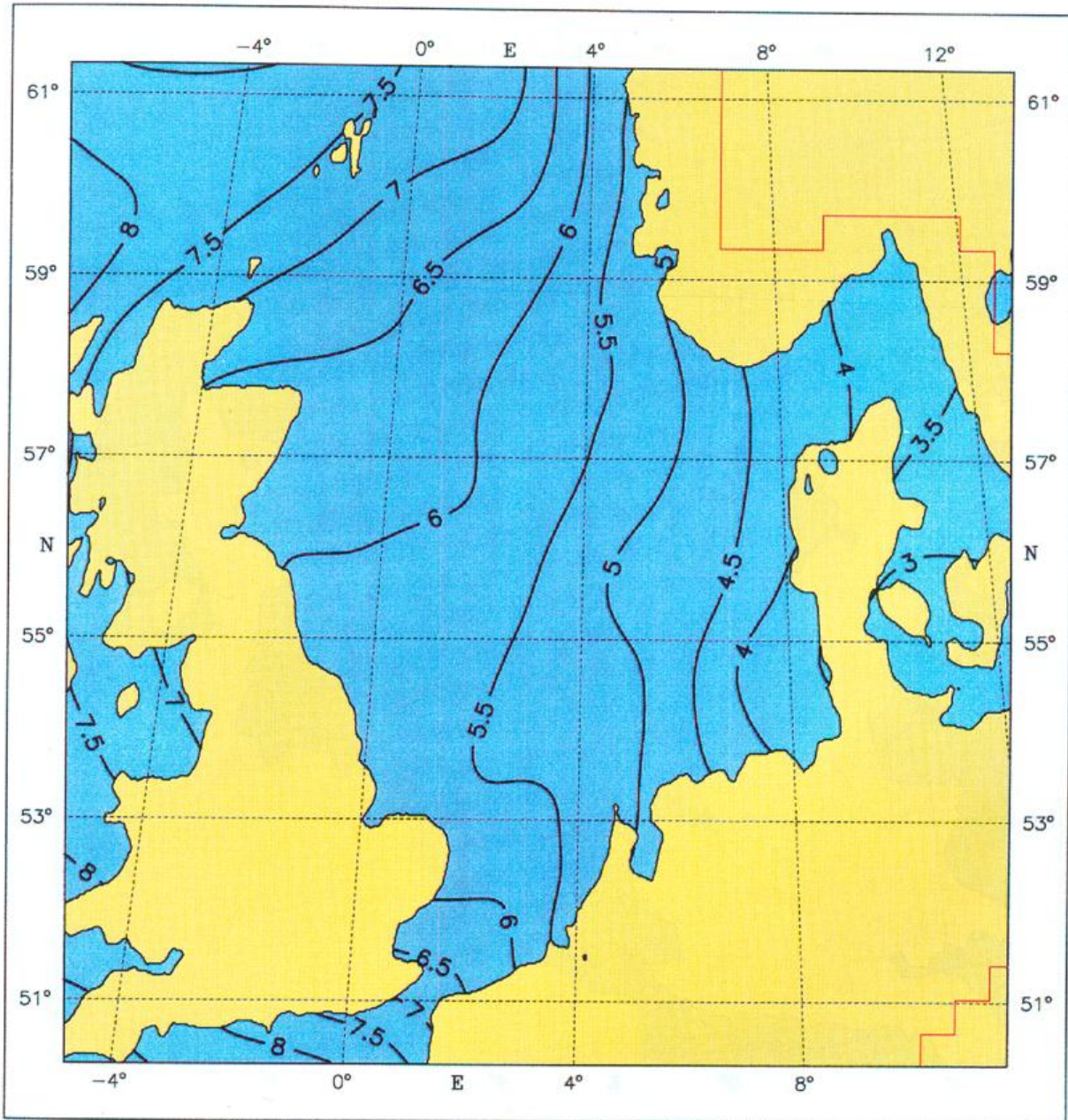


Fig. 7.5.3: Mean sea surface temperature [°C], March

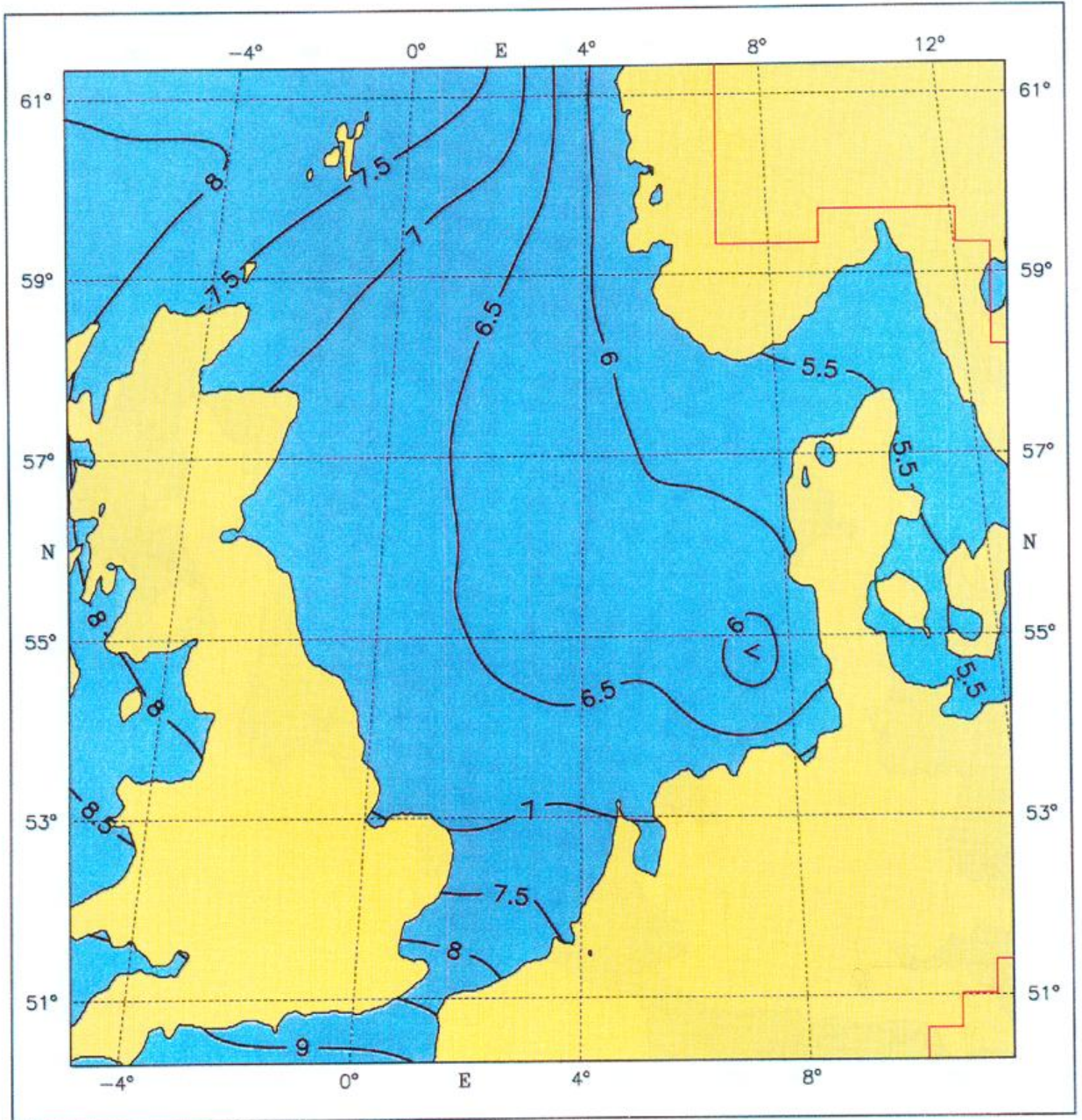


Fig. 7.5.4: Mean sea surface temperature [°C], April

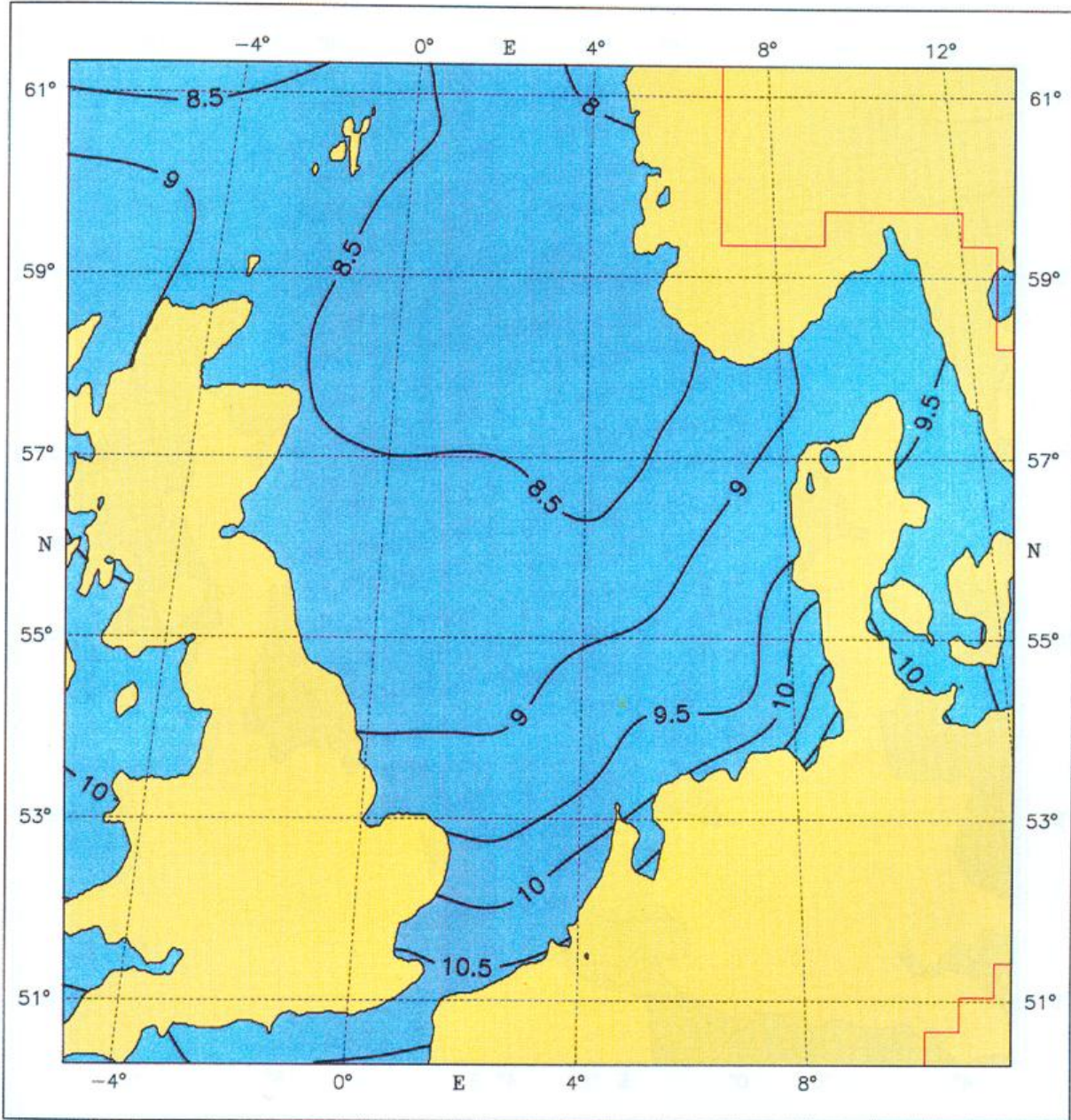


Fig. 7.5.5: Mean sea surface temperature [°C], May

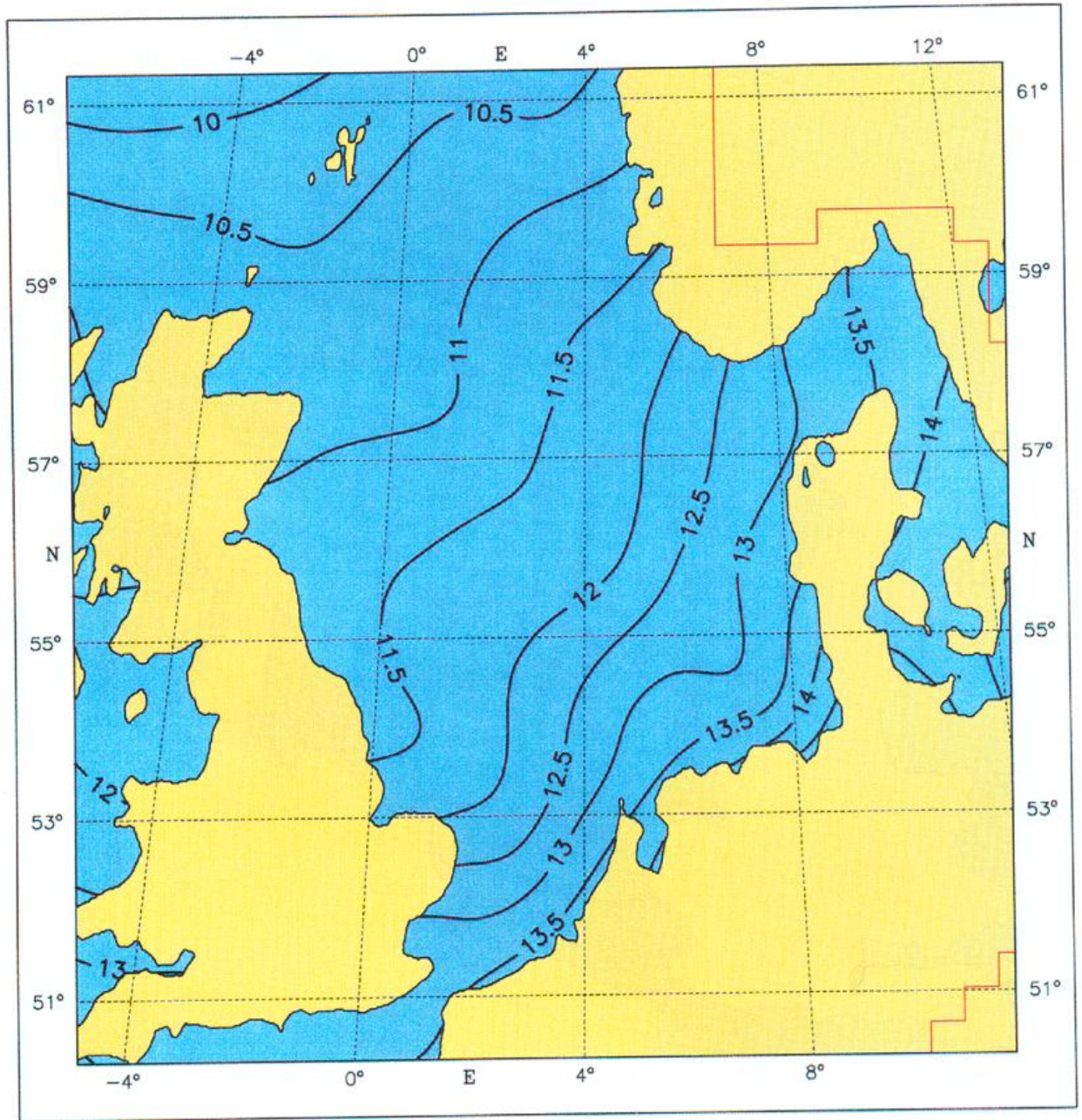


Fig. 7.5.6: Mean sea surface temperature [°C], June

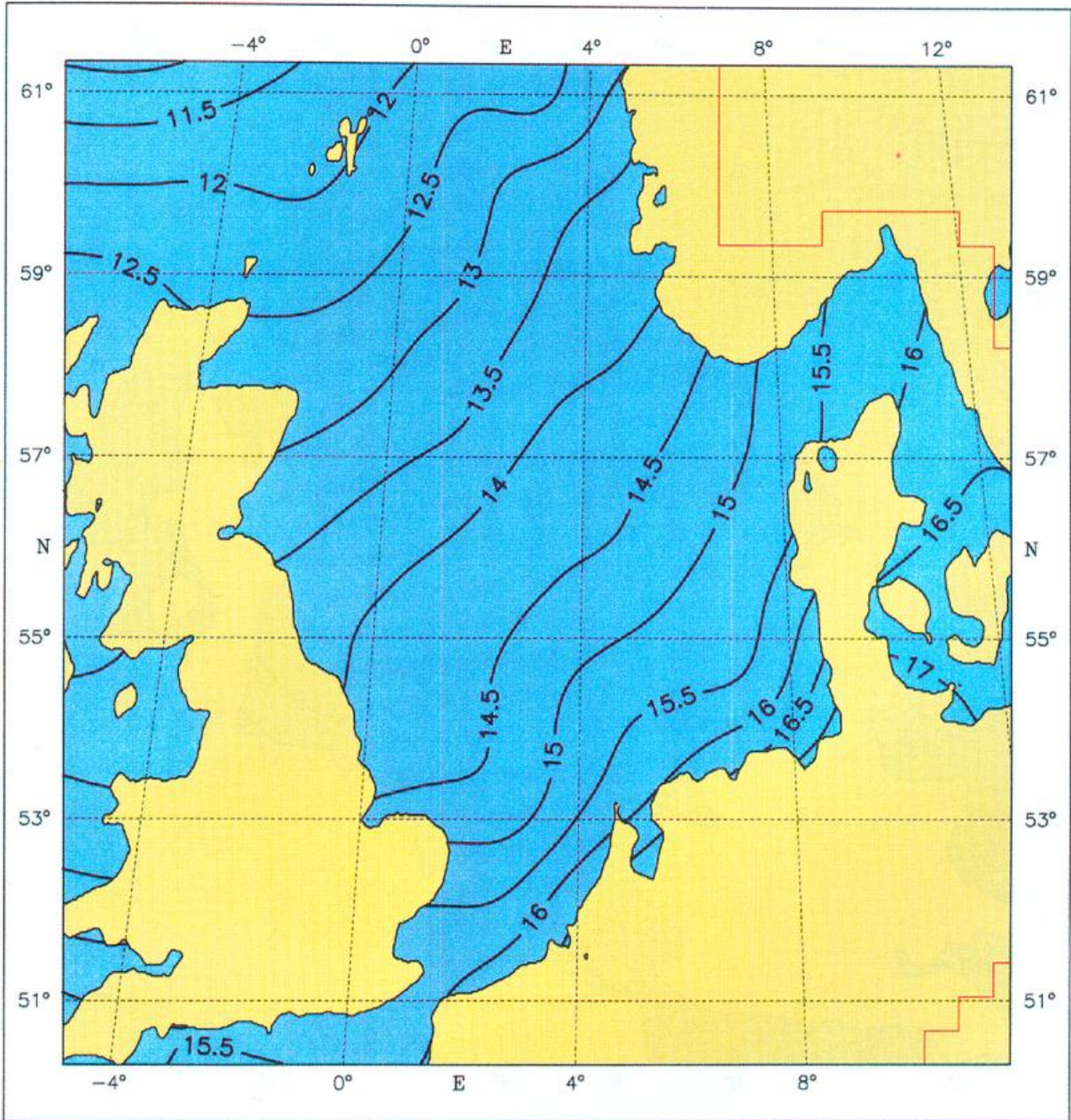


Fig. 7.5.7: Mean sea surface temperature [°C], July

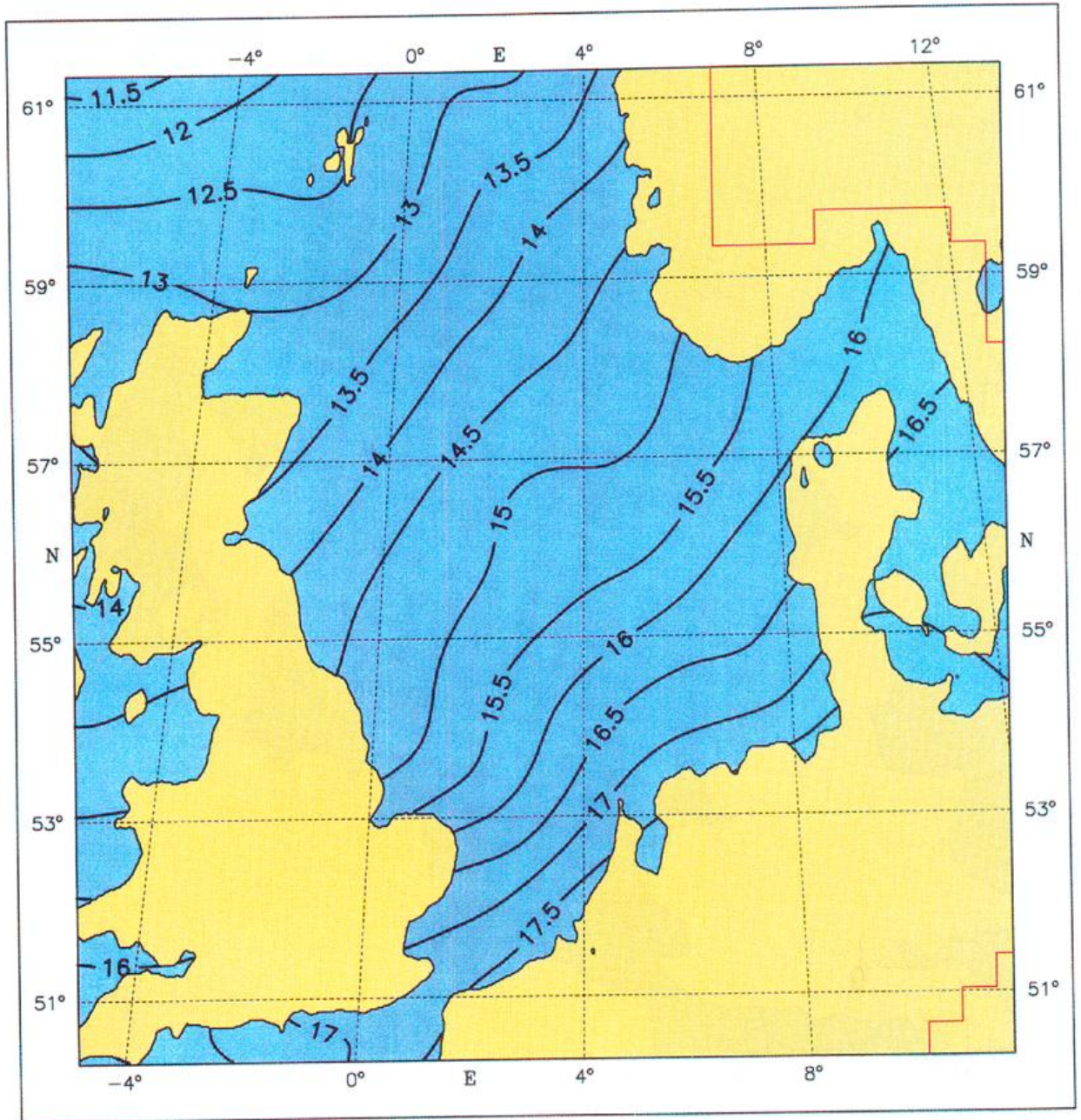


Fig. 7.5.8: Mean sea surface temperature [°C], August

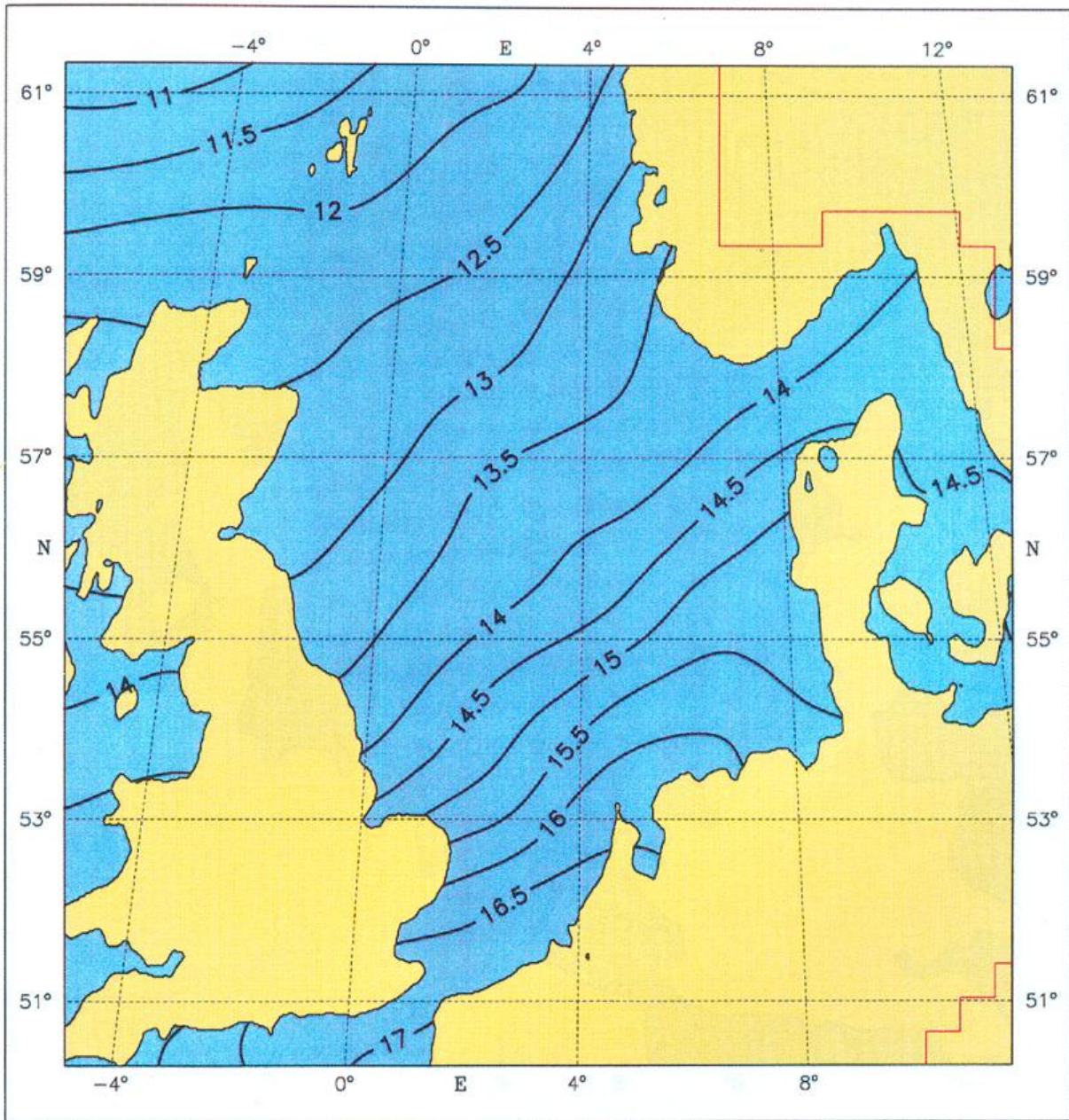


Fig. 7.5.9: Mean sea surface temperature [°C], September

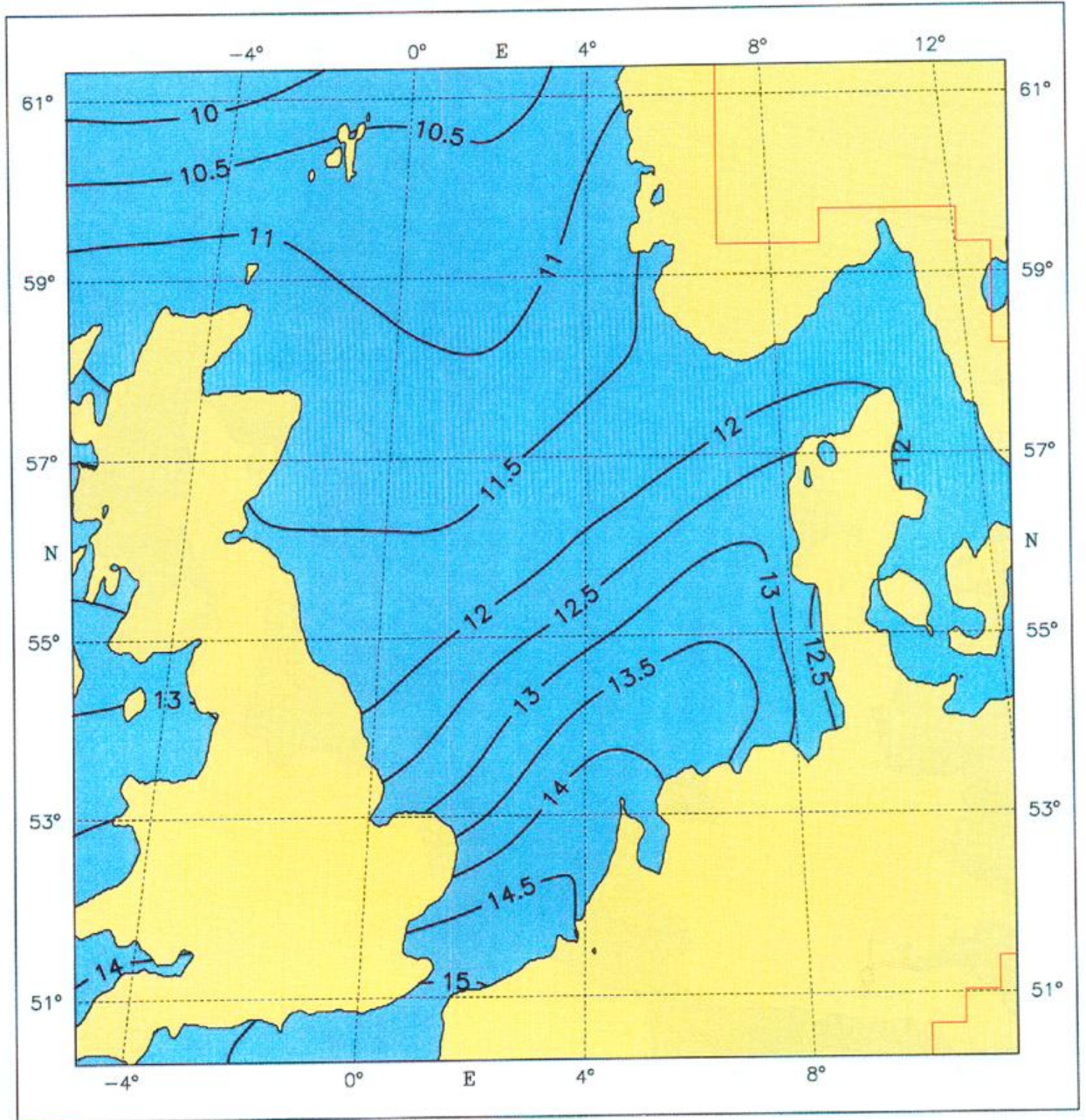


Fig. 7.5.10: Mean sea surface temperature [°C], October

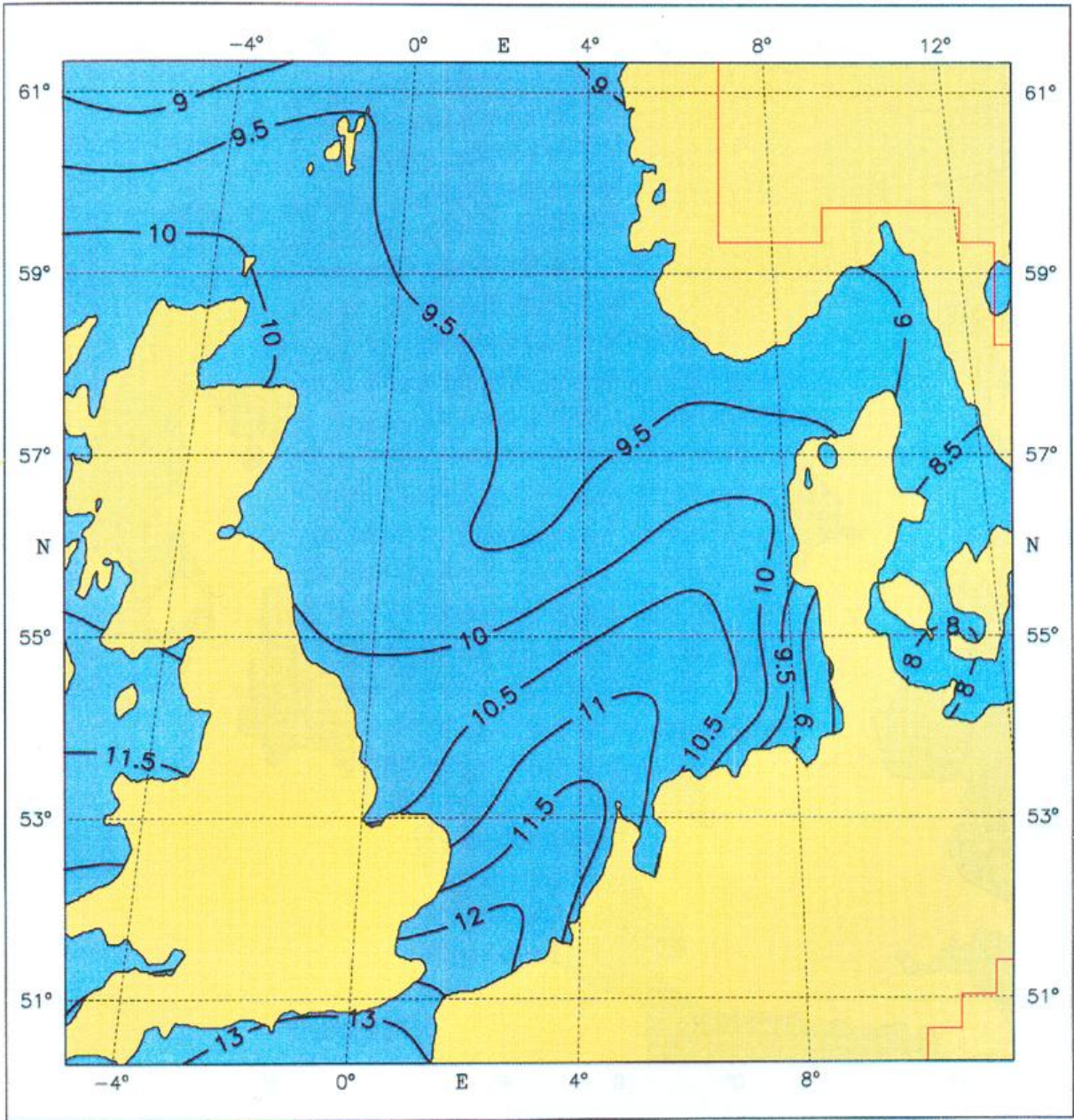


Fig. 7.5.11: Mean sea surface temperature [°C], November

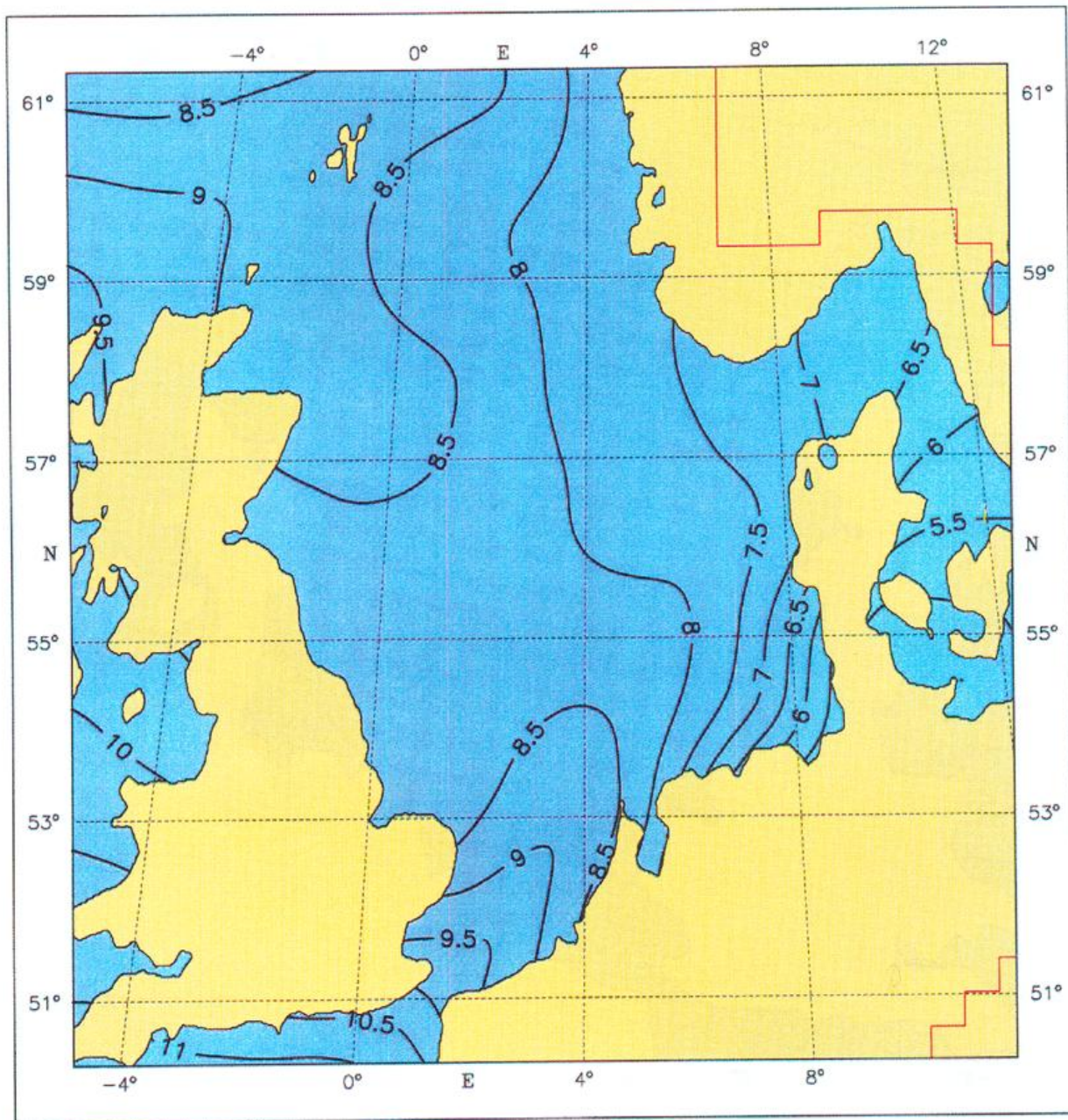


Fig. 7.5.12: Mean sea surface temperature [°C], December

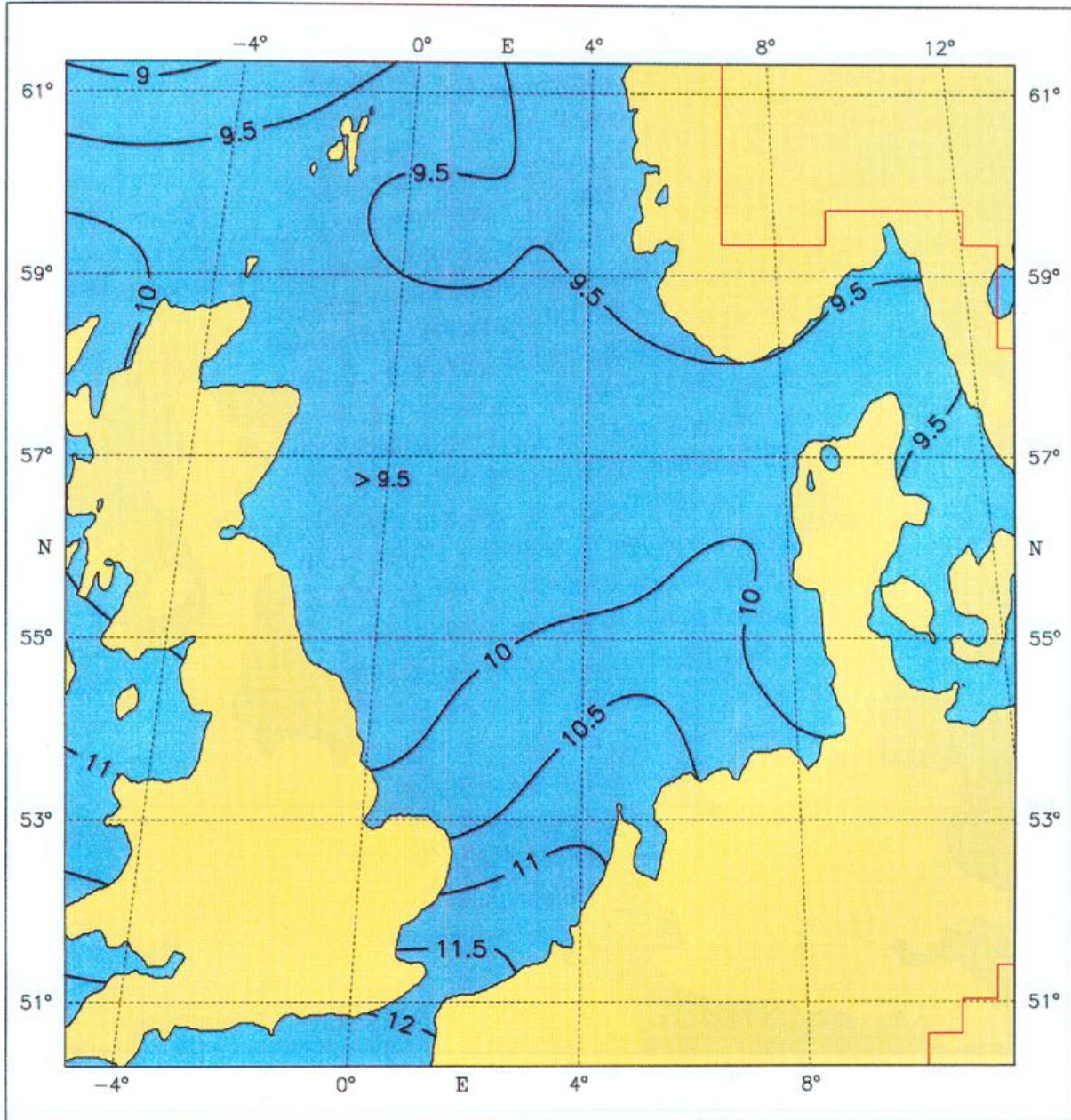


Fig. 7.5.13: Mean sea surface temperature [°C], Year

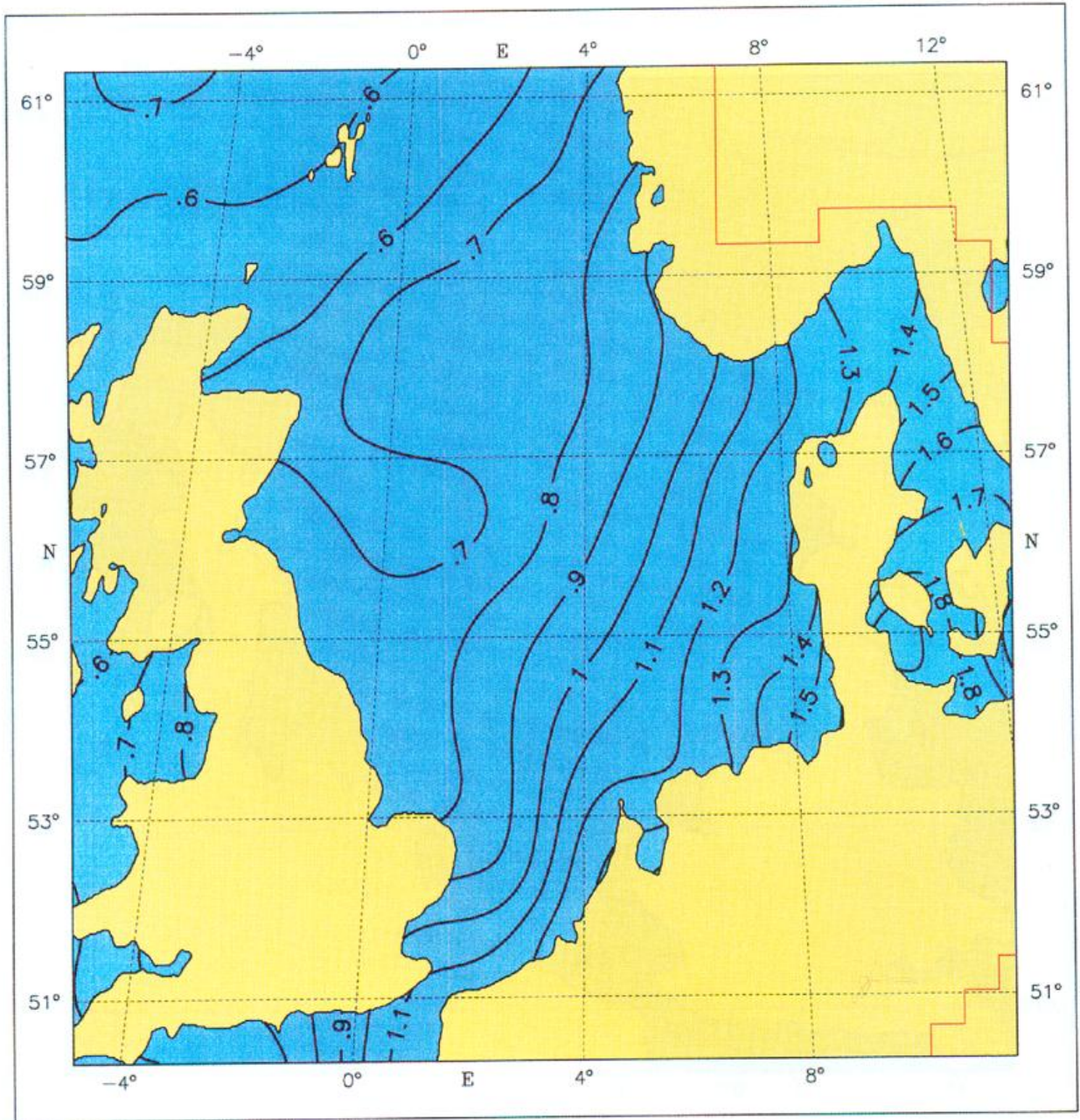


Fig. 7.6.1: Standard deviation of sea surface temperature [°C], January

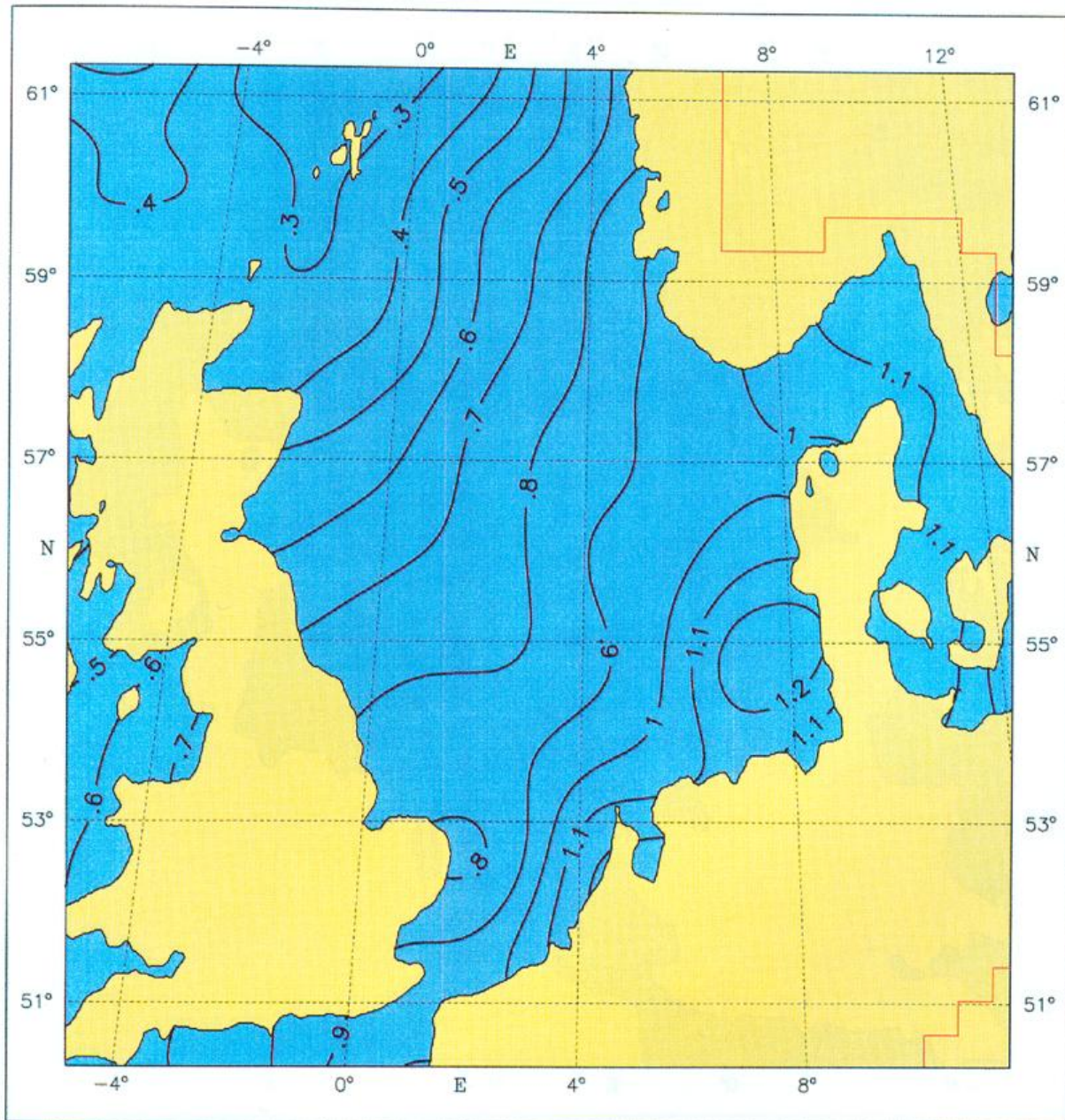


Fig. 7.6.2: Standard deviation of sea surface temperature [°C], April

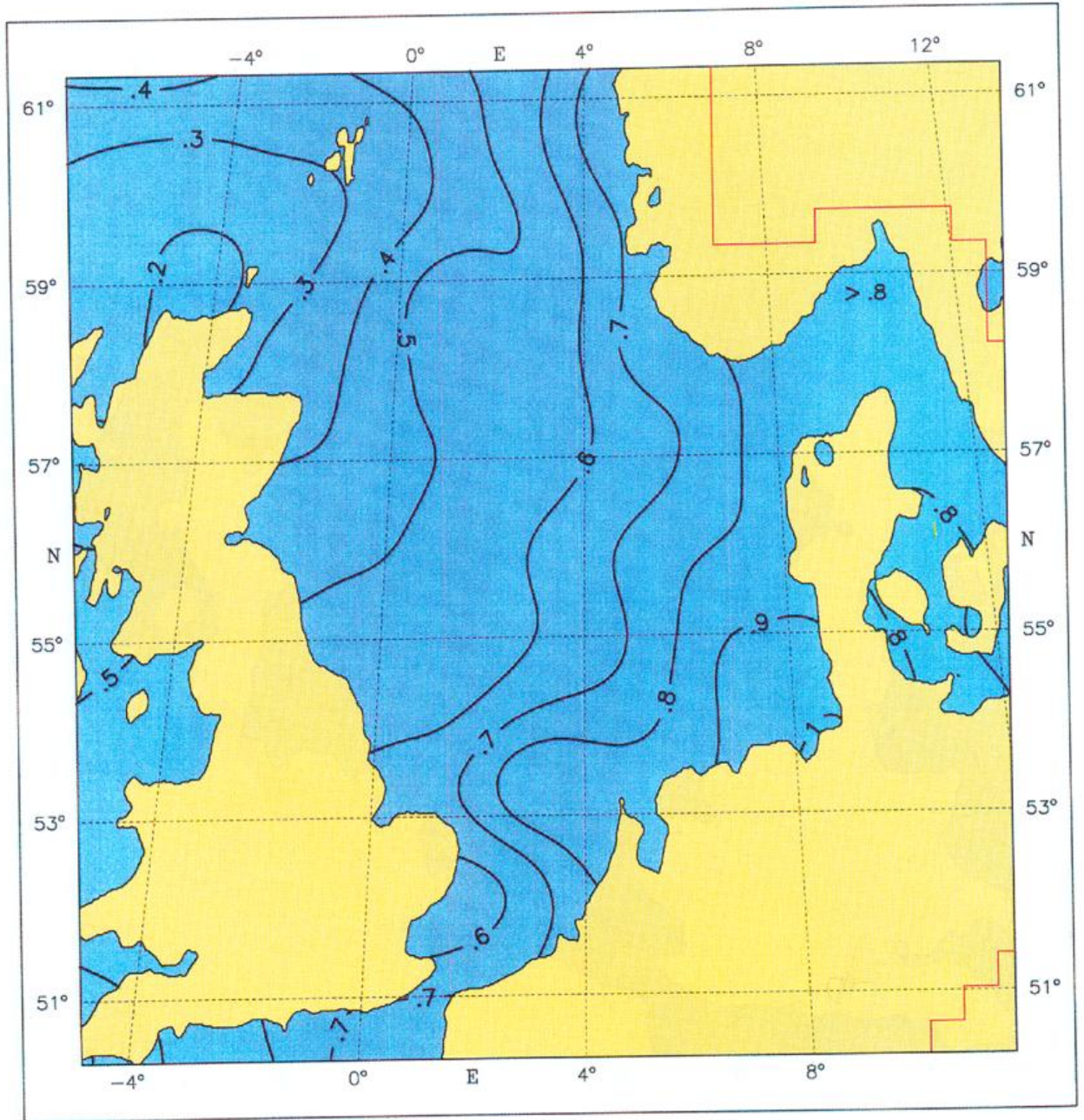


Fig. 7.6.3: Standard deviation of sea surface temperature [°C], July

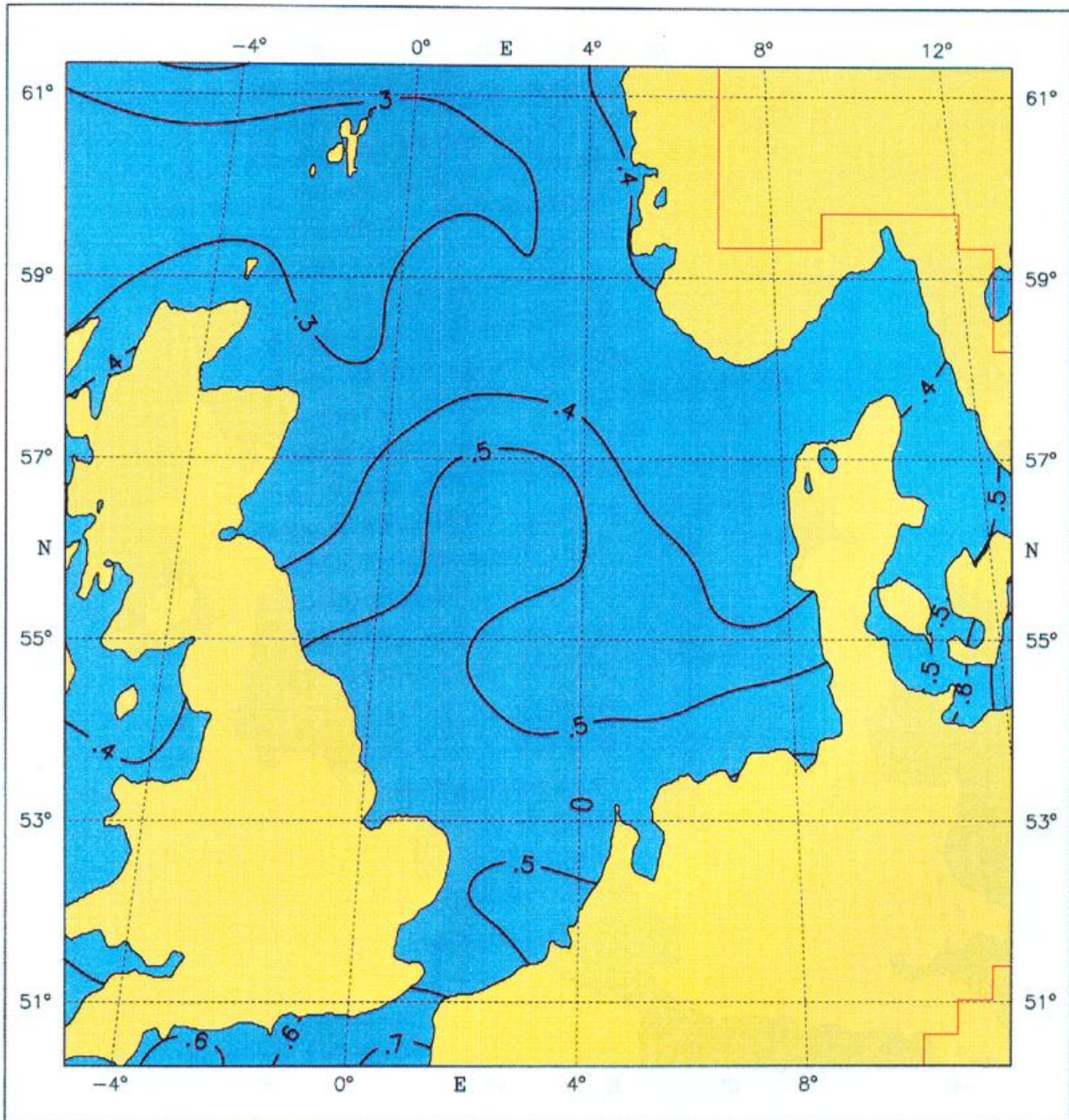


Fig. 7.6.4: Standard deviation of sea surface temperature [°C], October

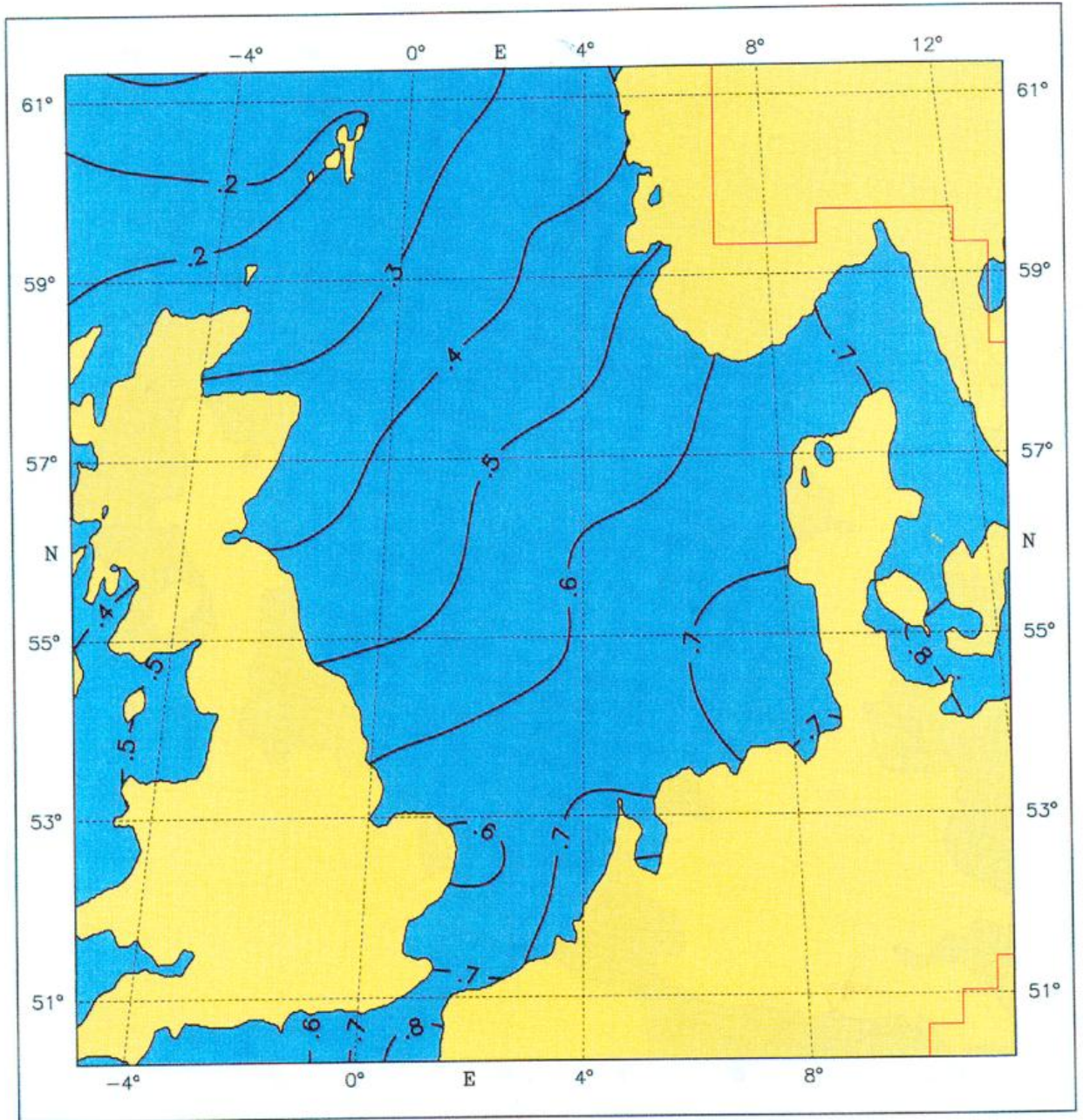


Fig. 7.6.5: Standard deviation of sea surface temperature [°C], Year

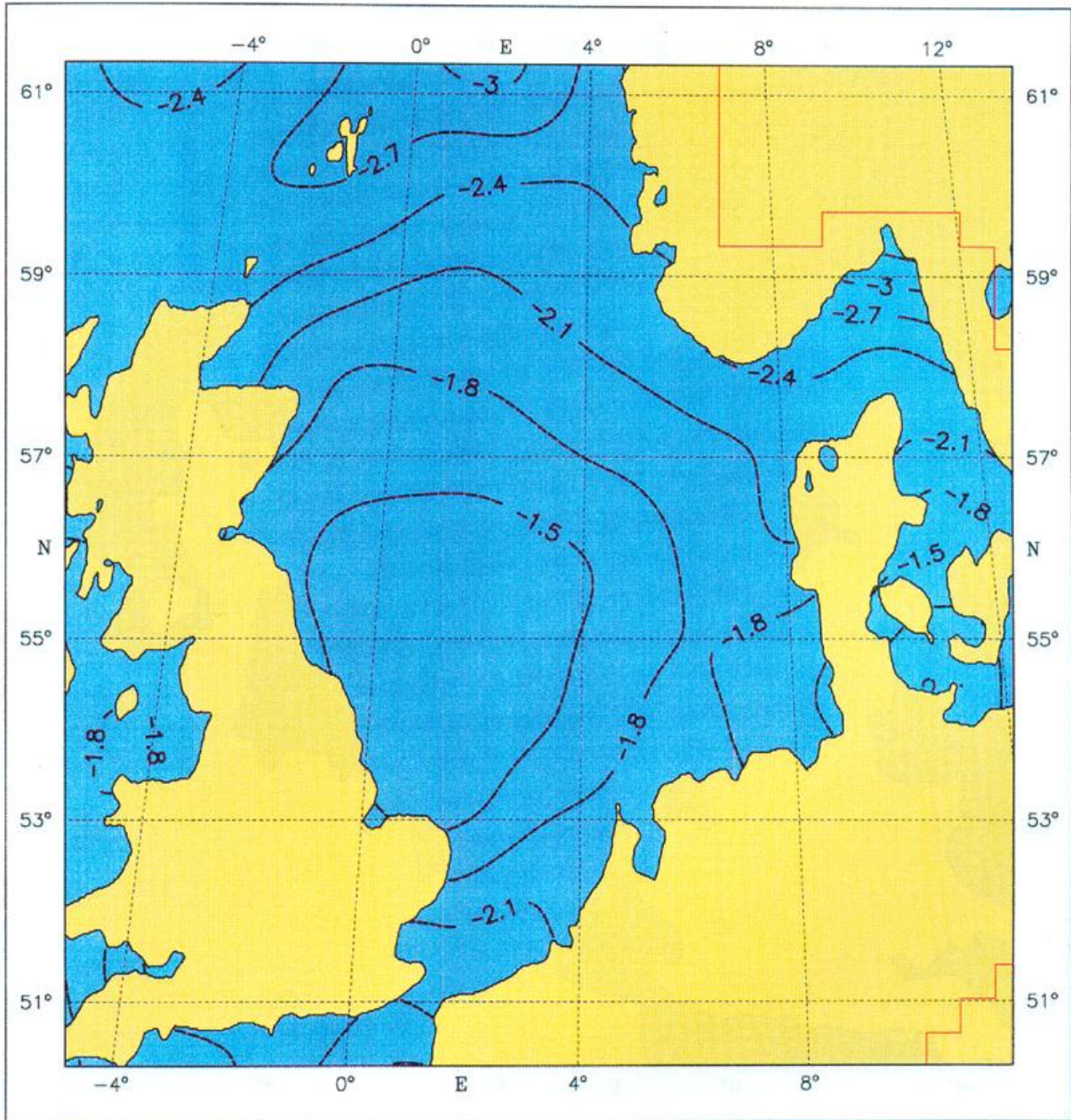


Fig. 7.7.1: Mean air-sea temperature difference [°C], January

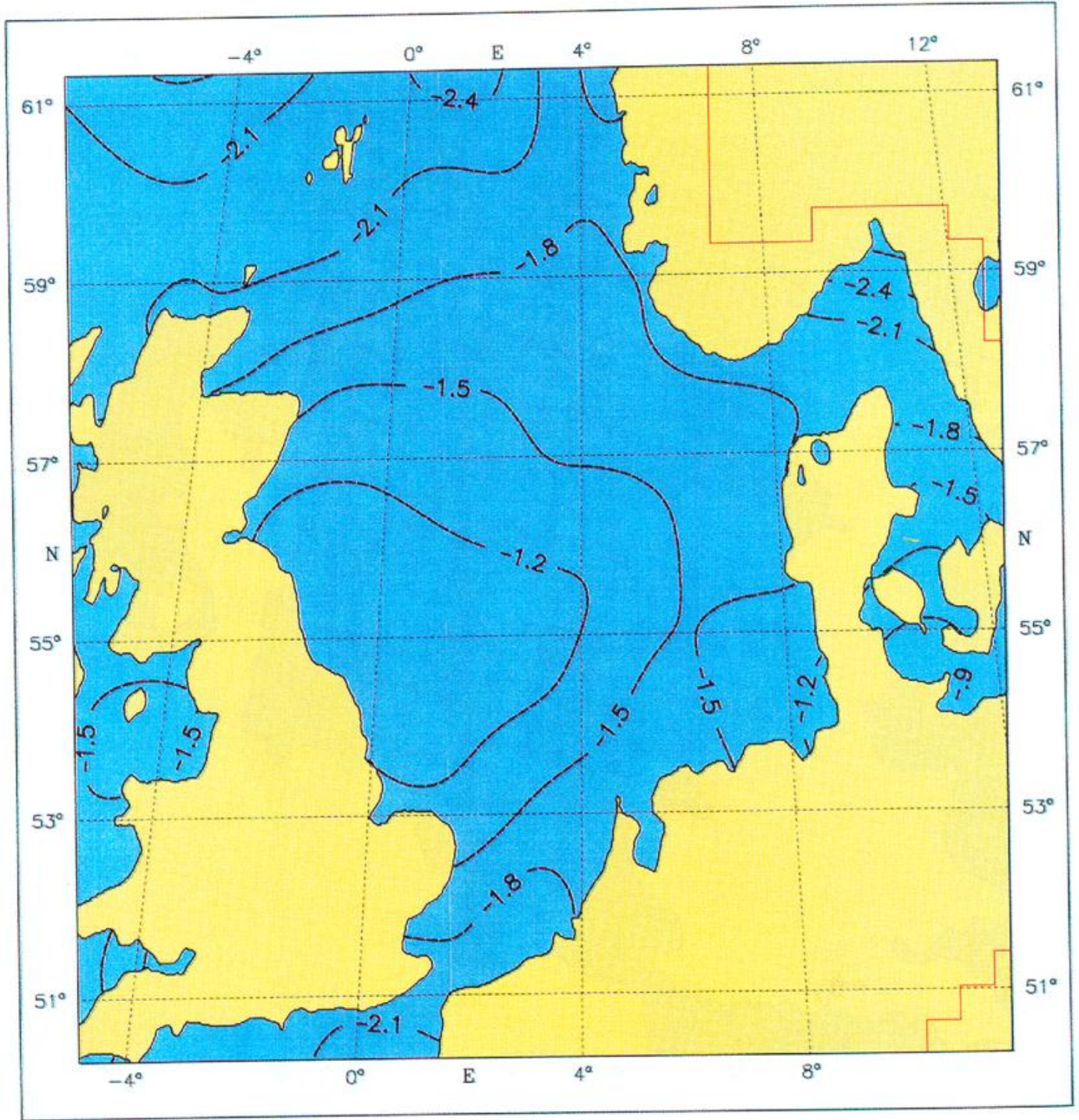


Fig. 7.7.2: Mean air-sea temperature difference [°C], February

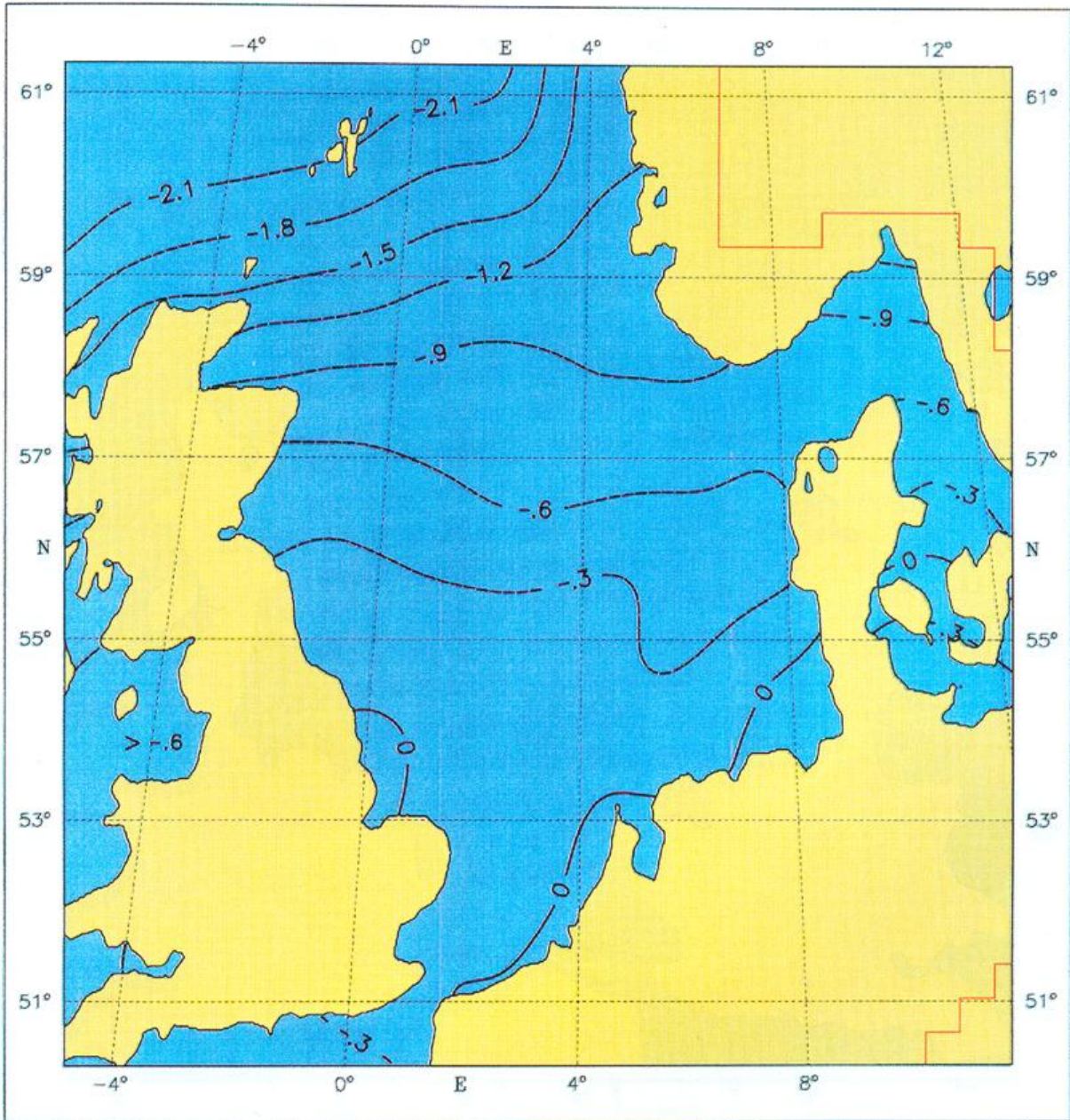


Fig. 7.7.3: Mean air-sea temperature difference [°C], March

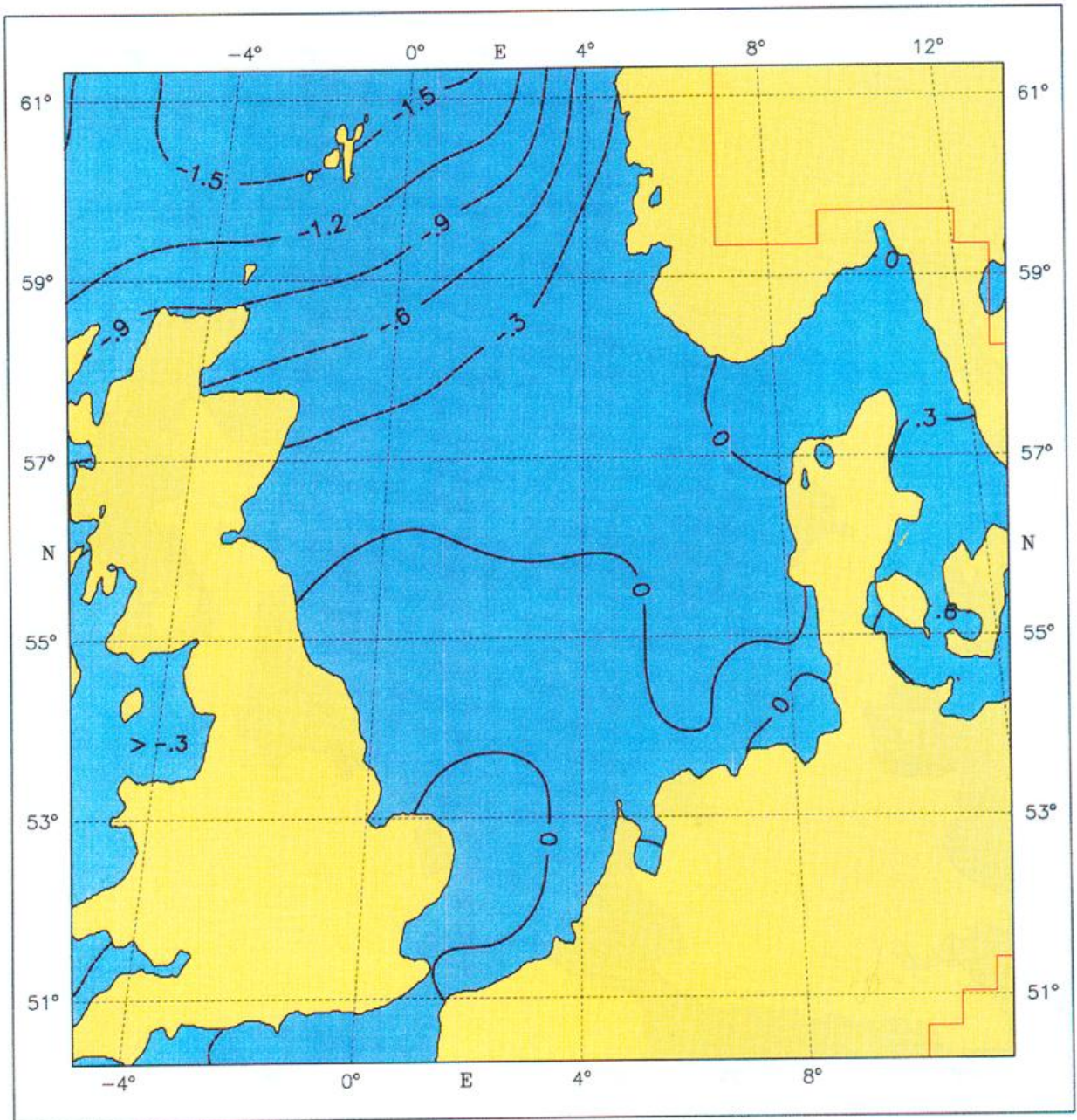


Fig. 7.7.4: Mean air-sea temperature difference [°C], April

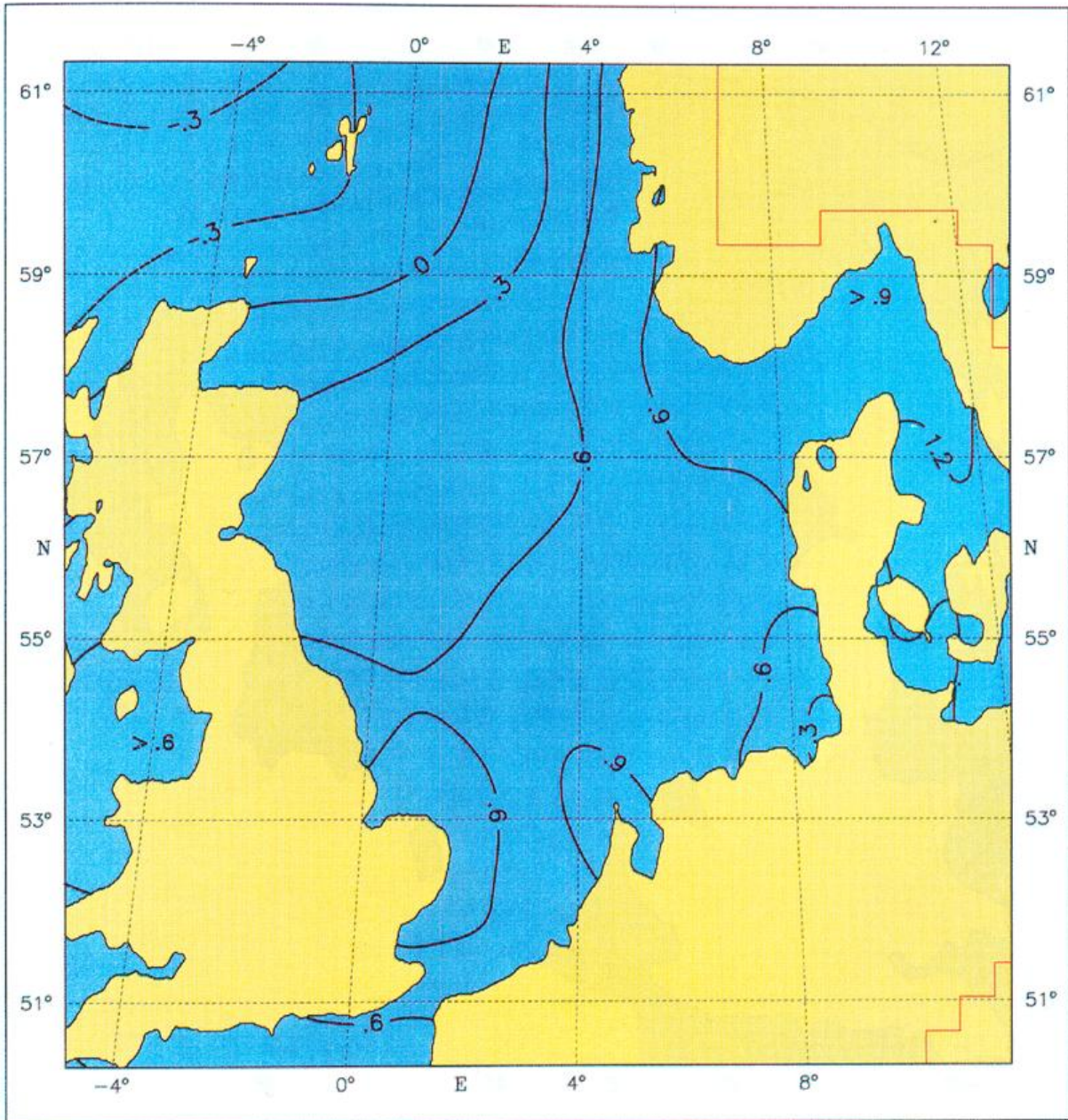


Fig. 7.7.5: Mean air-sea temperature difference [°C], May

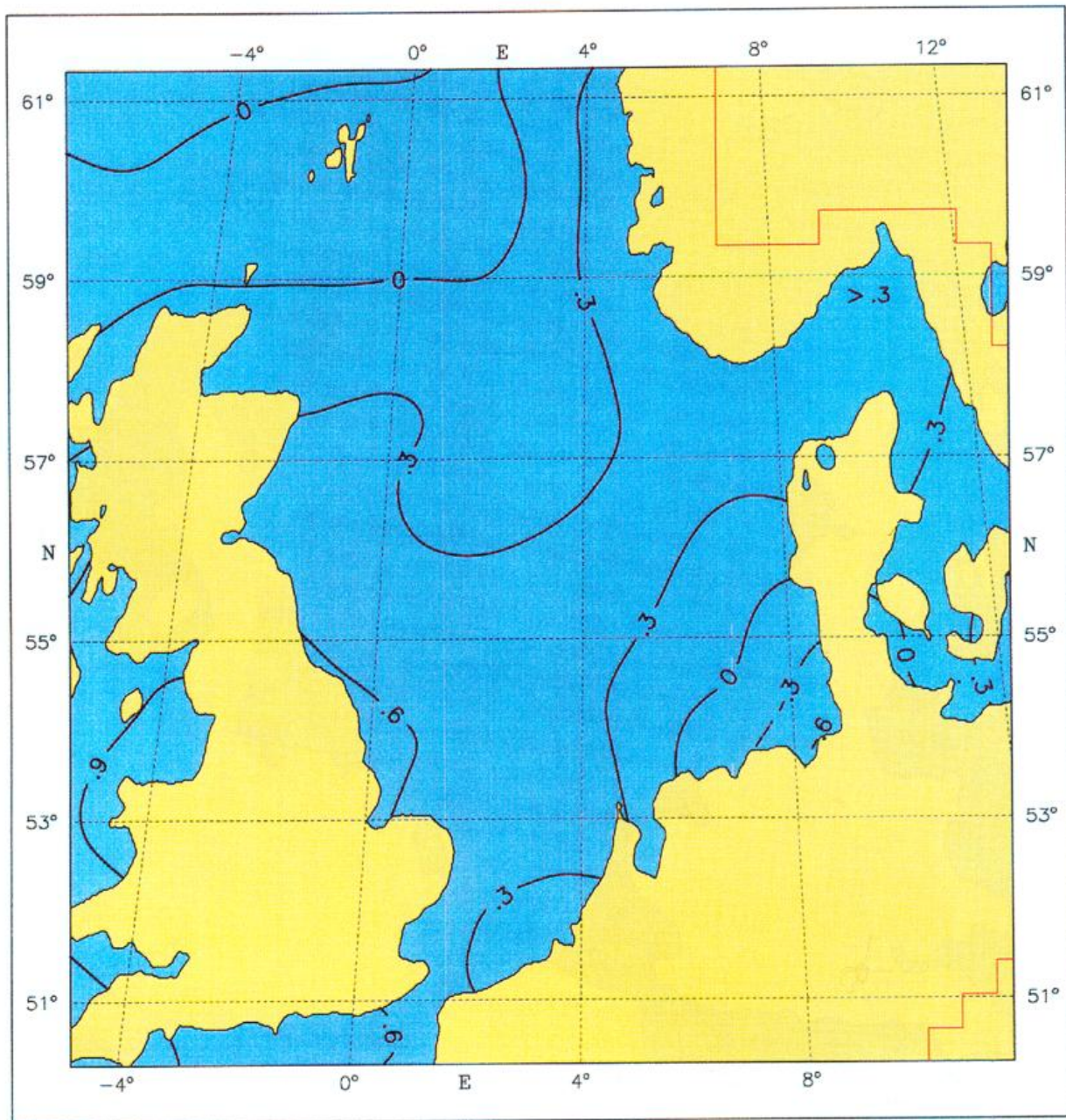


Fig. 7.7.6: Mean air-sea temperature difference [°C], June

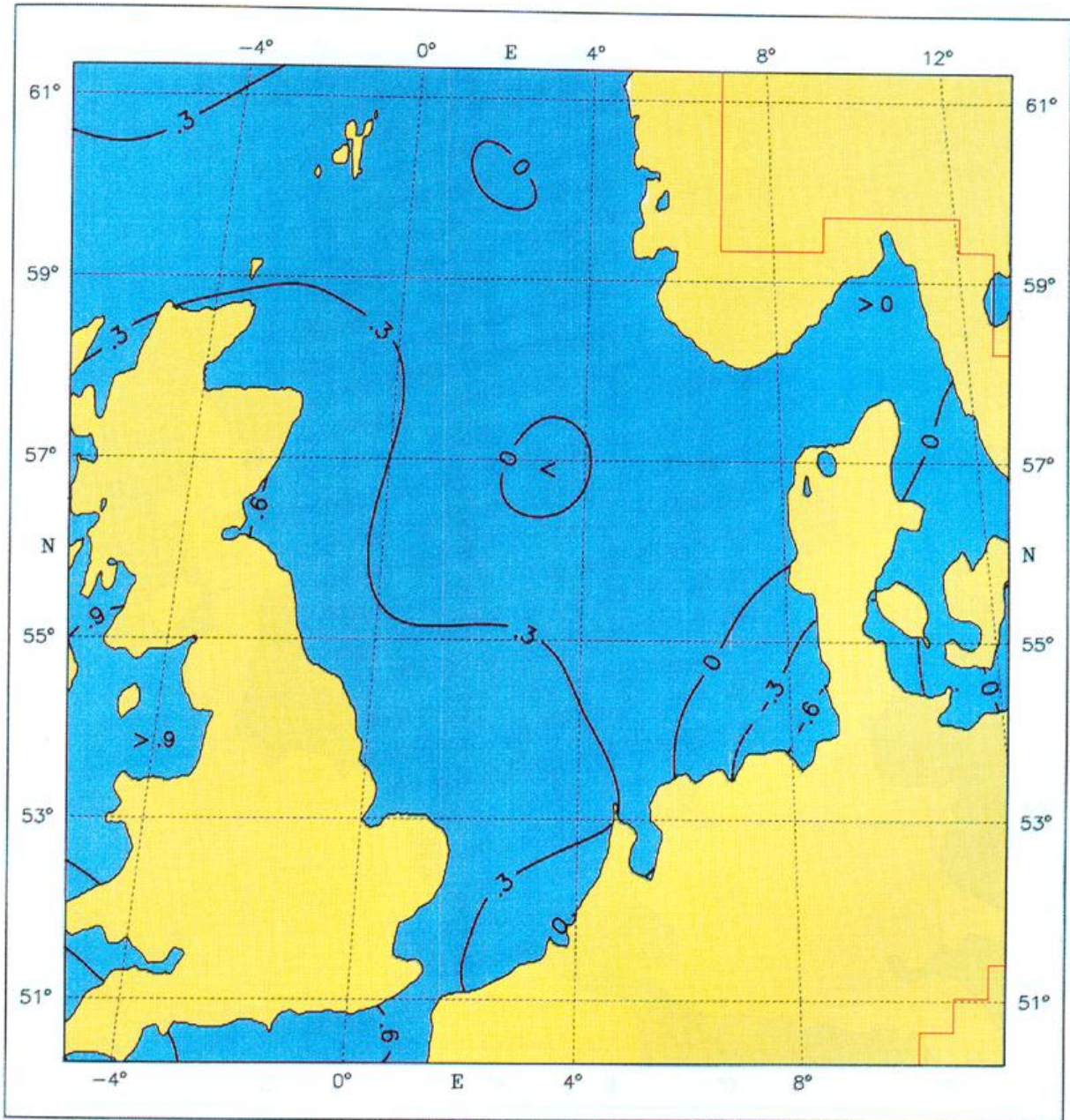


Fig. 7.7.7: Mean air-sea temperature difference [°C], July

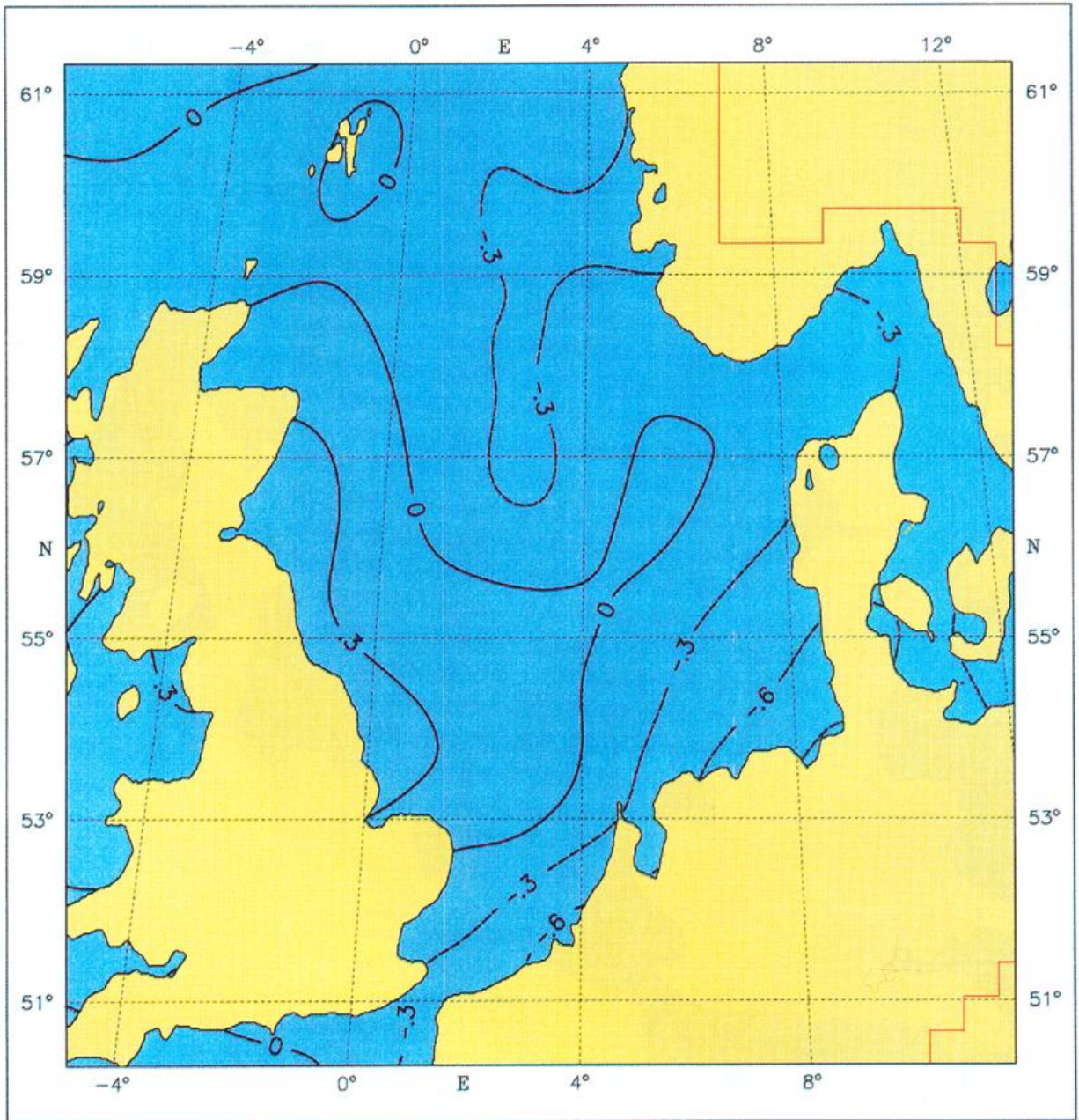


Fig. 7.7.8: Mean air-sea temperature difference [°C], August

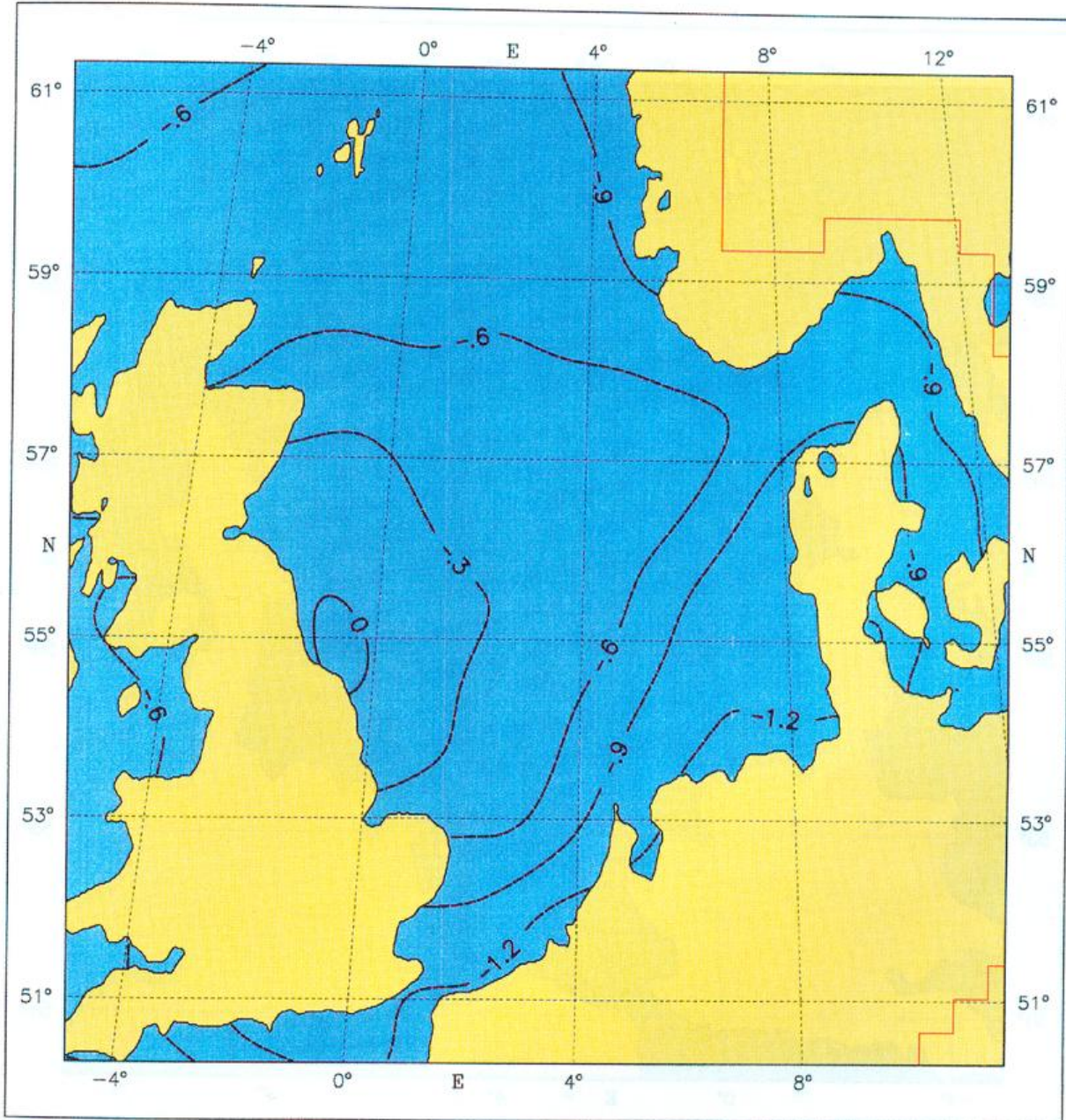


Fig. 7.7.9: Mean air-sea temperature difference [°C], September

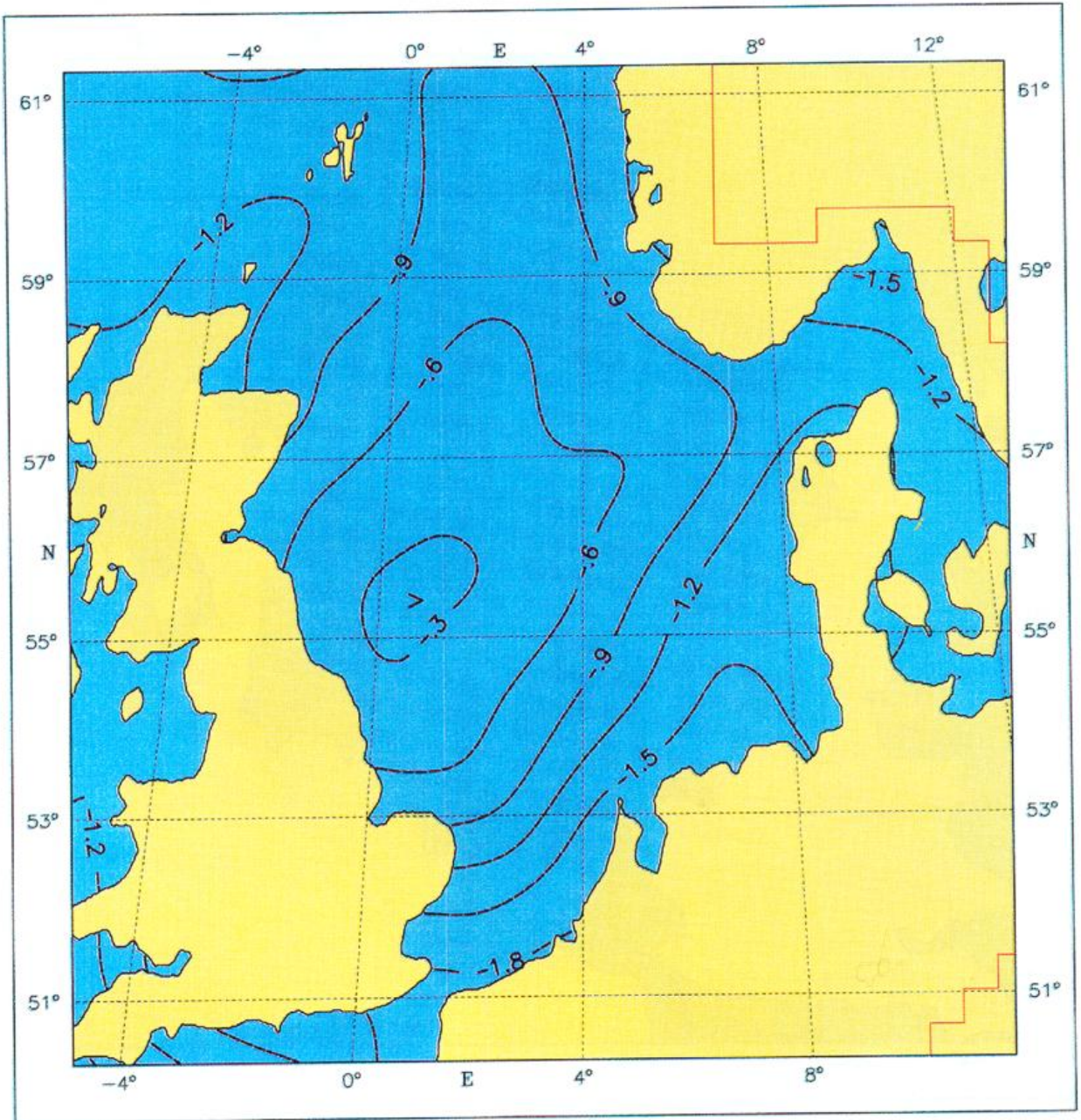


Fig. 7.7.10: Mean air-sea temperature difference [°C], October

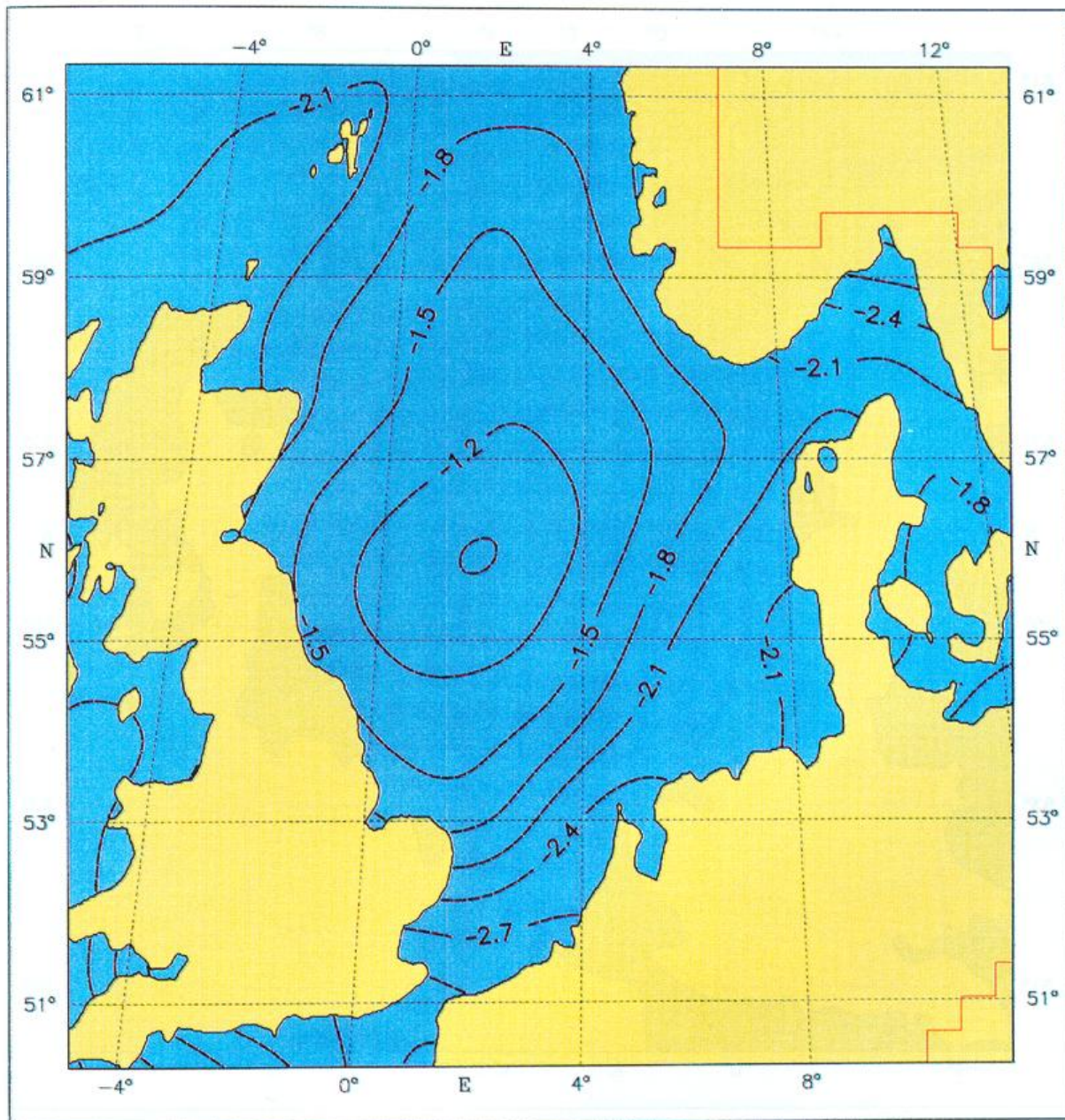


Fig. 7.7.11: Mean air-sea temperature difference [°C], November

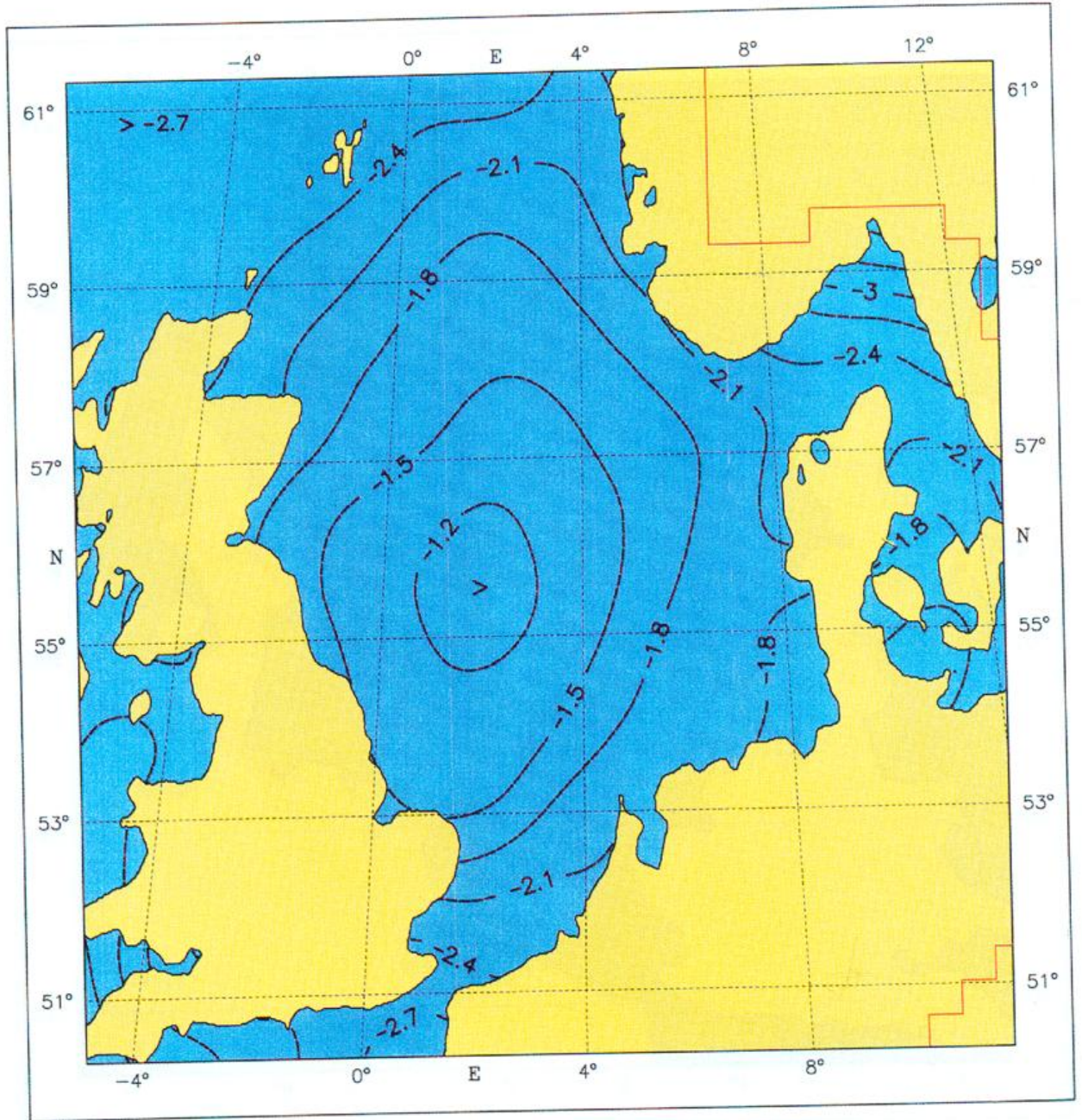


Fig. 7.7.12: Mean air-sea temperature difference [°C], December

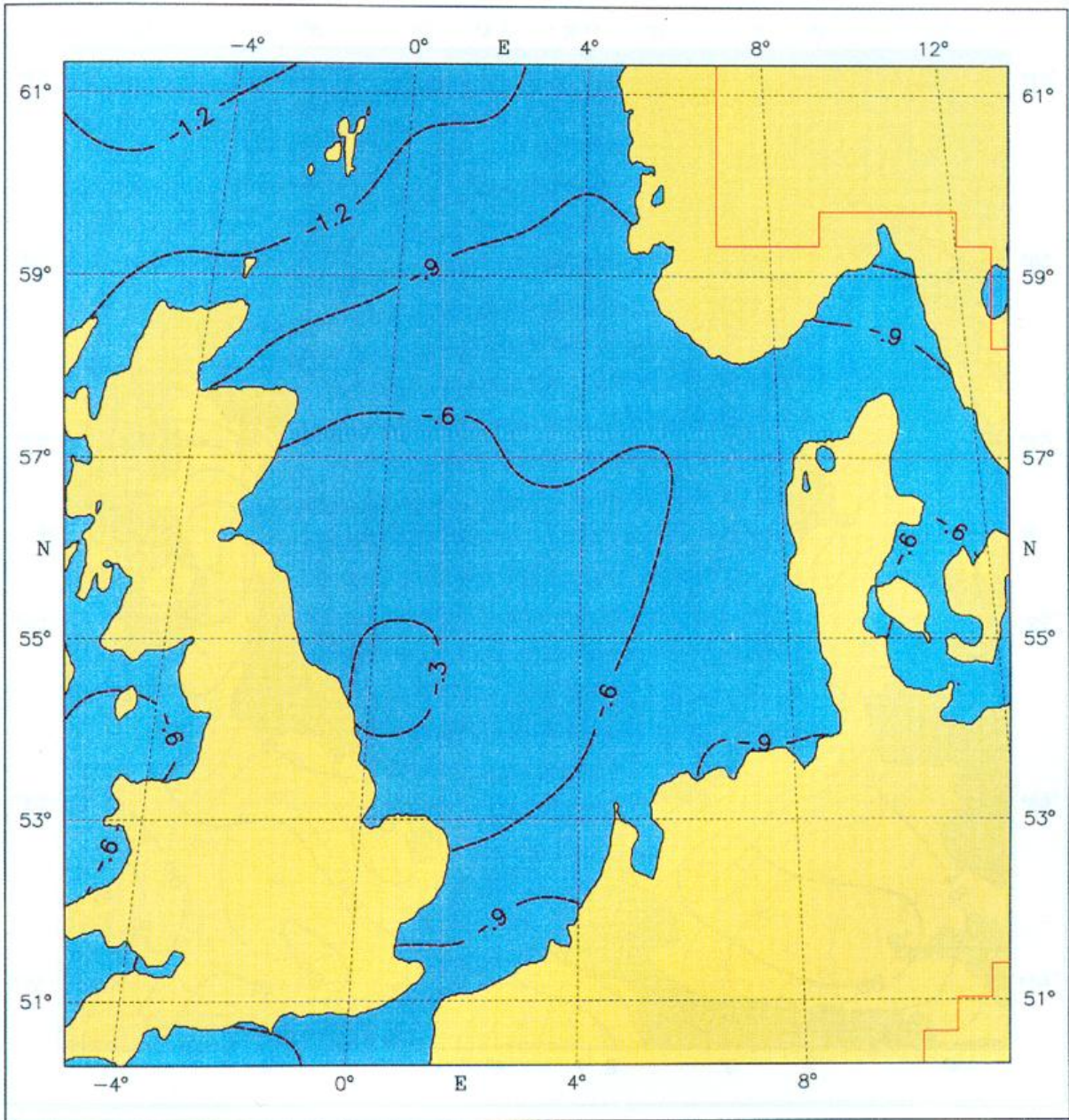


Fig. 7.7.13: Mean air-sea temperature difference [°C], Year

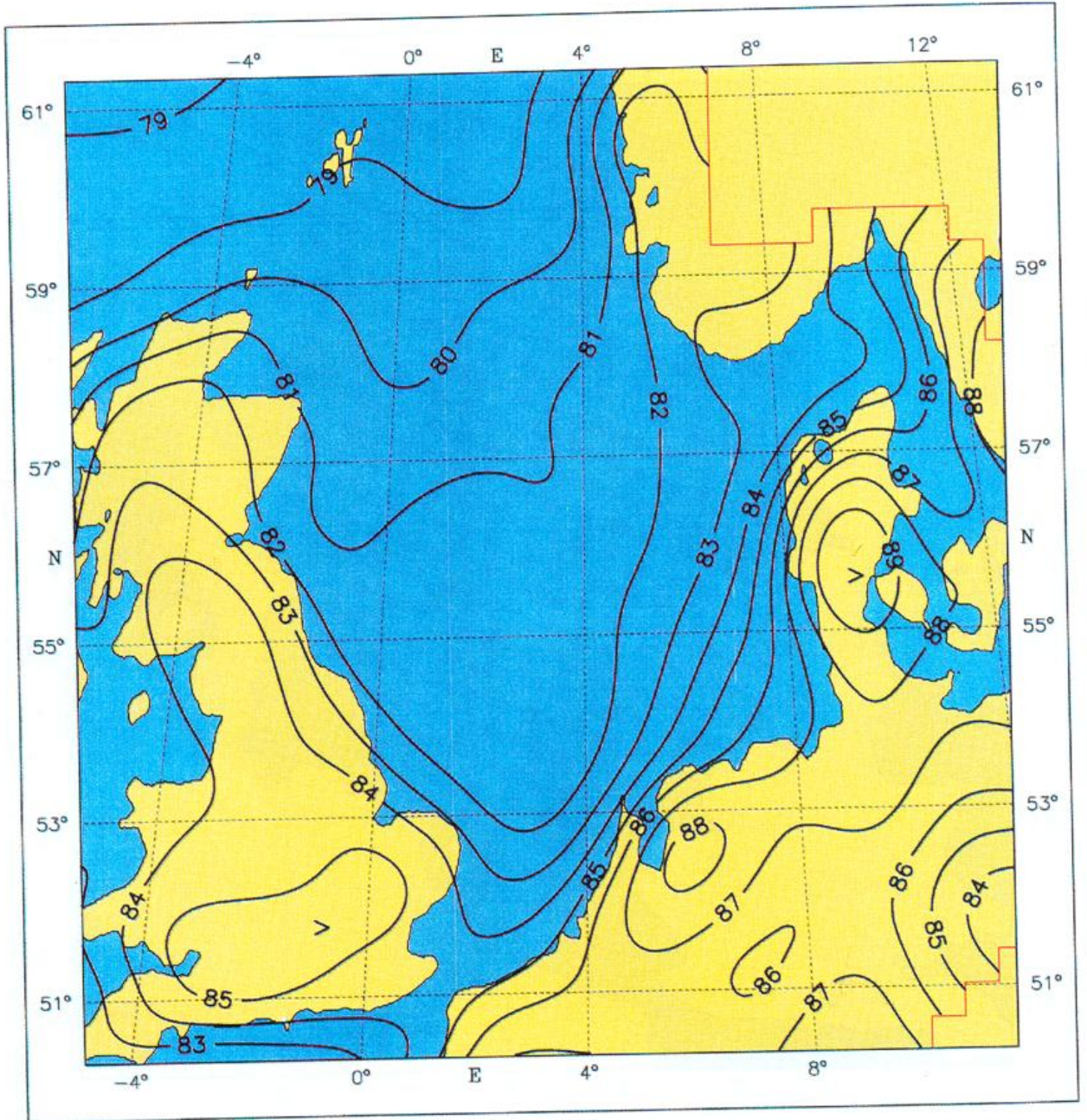


Fig. 7.8.1: Mean relative humidity [%], January

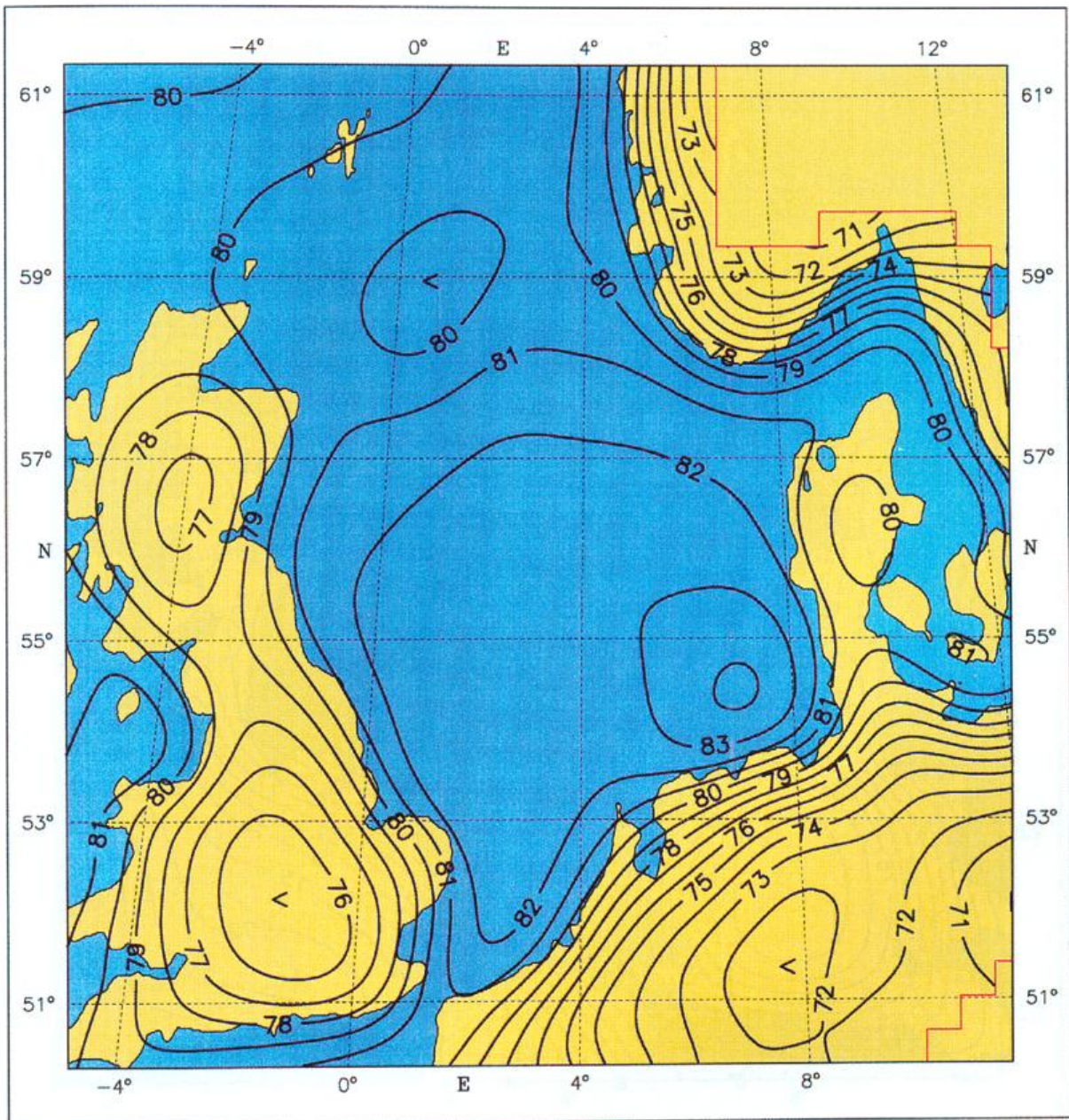


Fig. 7.8.2: Mean relative humidity [%], April

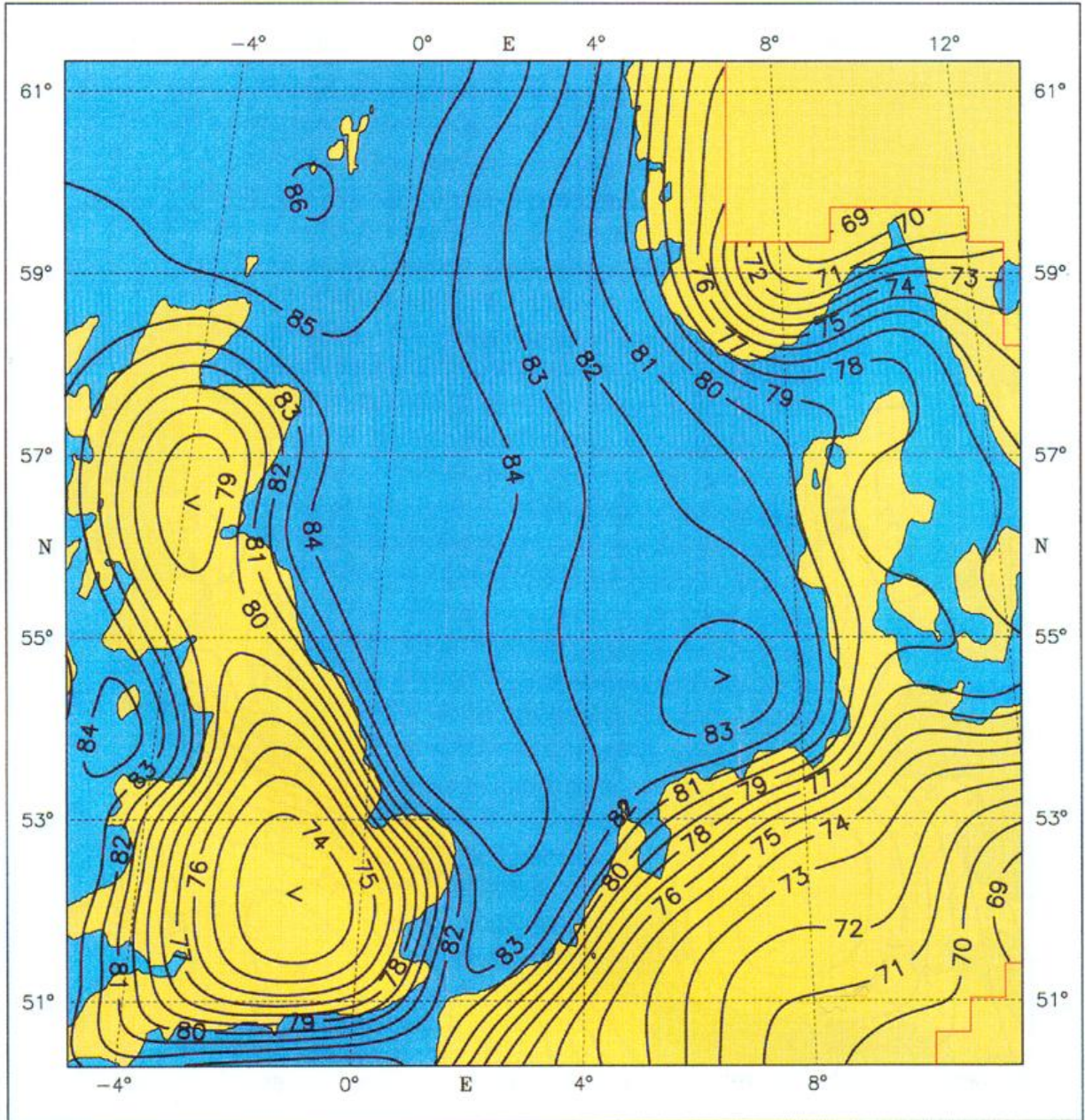


Fig. 7.8.3: Mean relative humidity [%], July

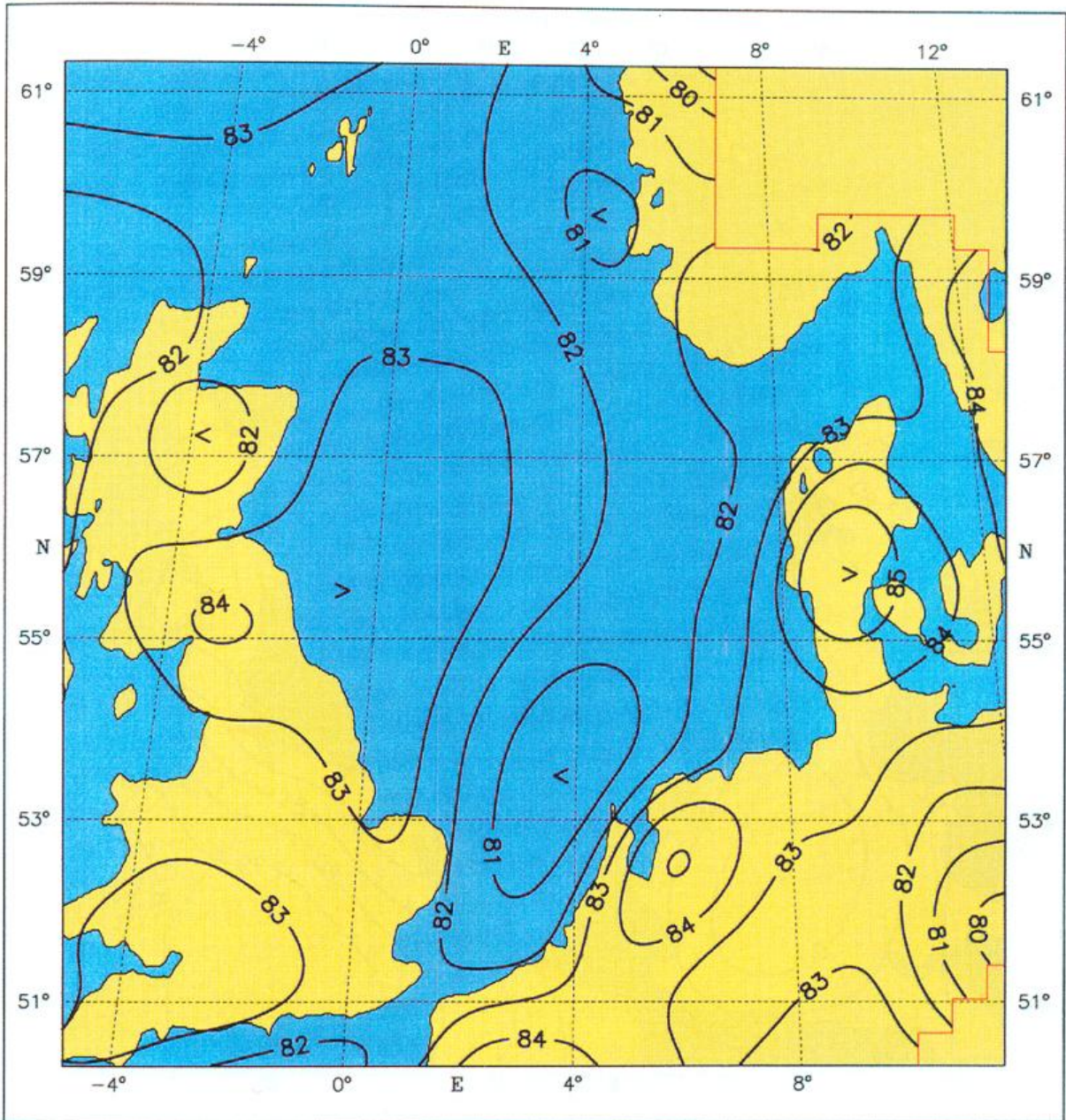


Fig. 7.8.4: Mean relative humidity [%], October

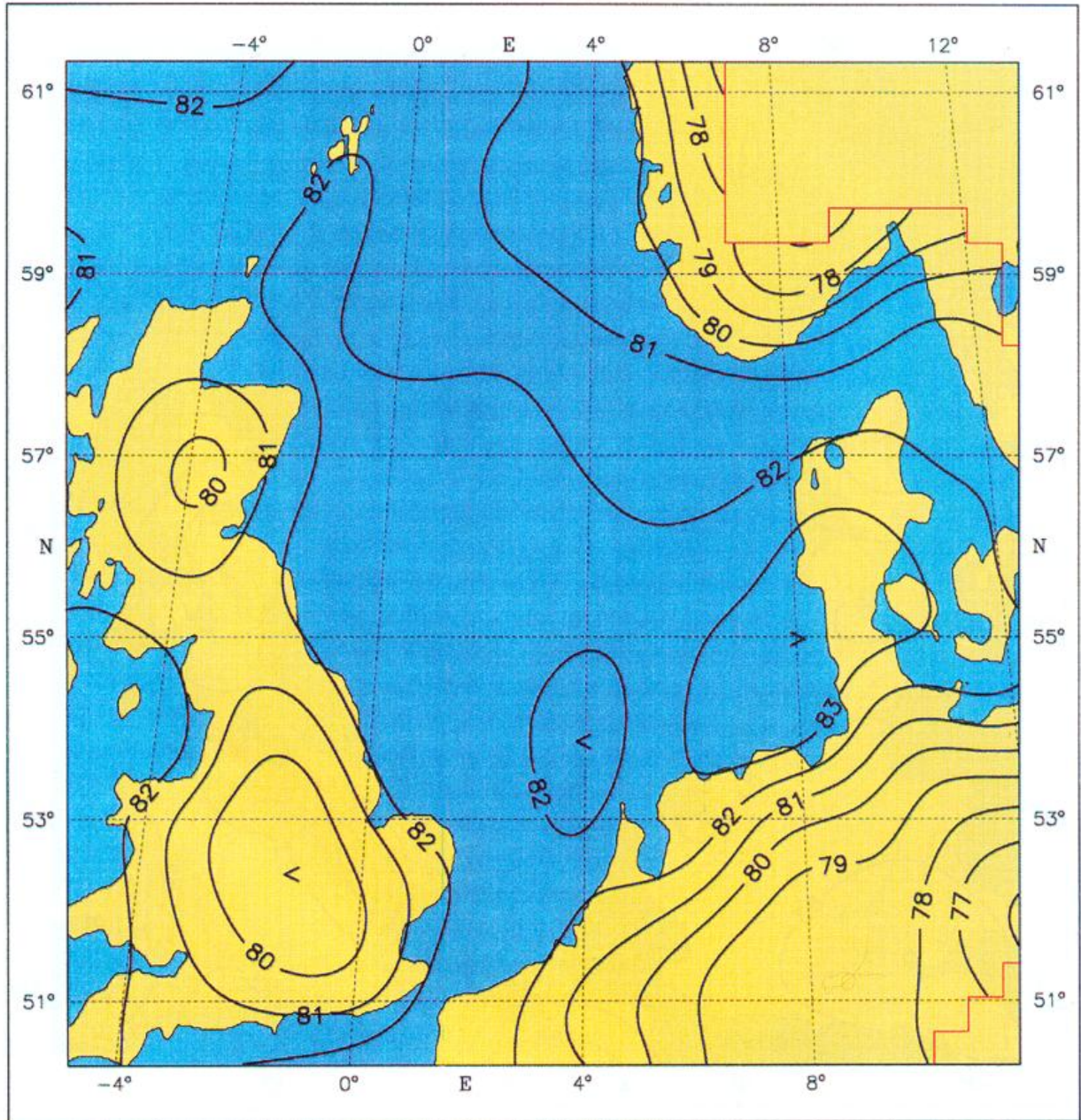


Fig. 7.8.5: Mean relative humidity [%], Year

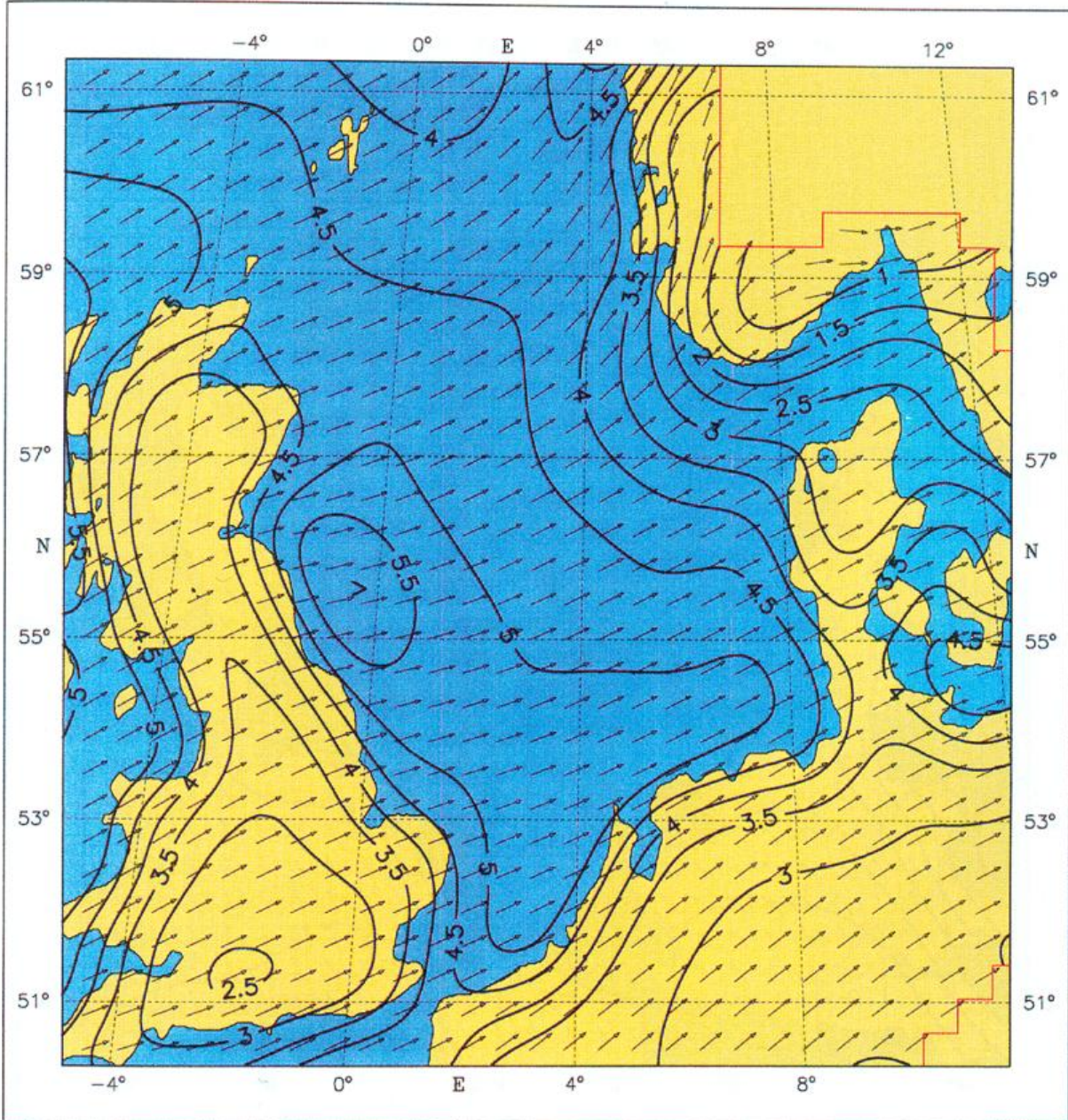


Fig. 7.9.1: Mean resultant wind [ms^{-1}], January

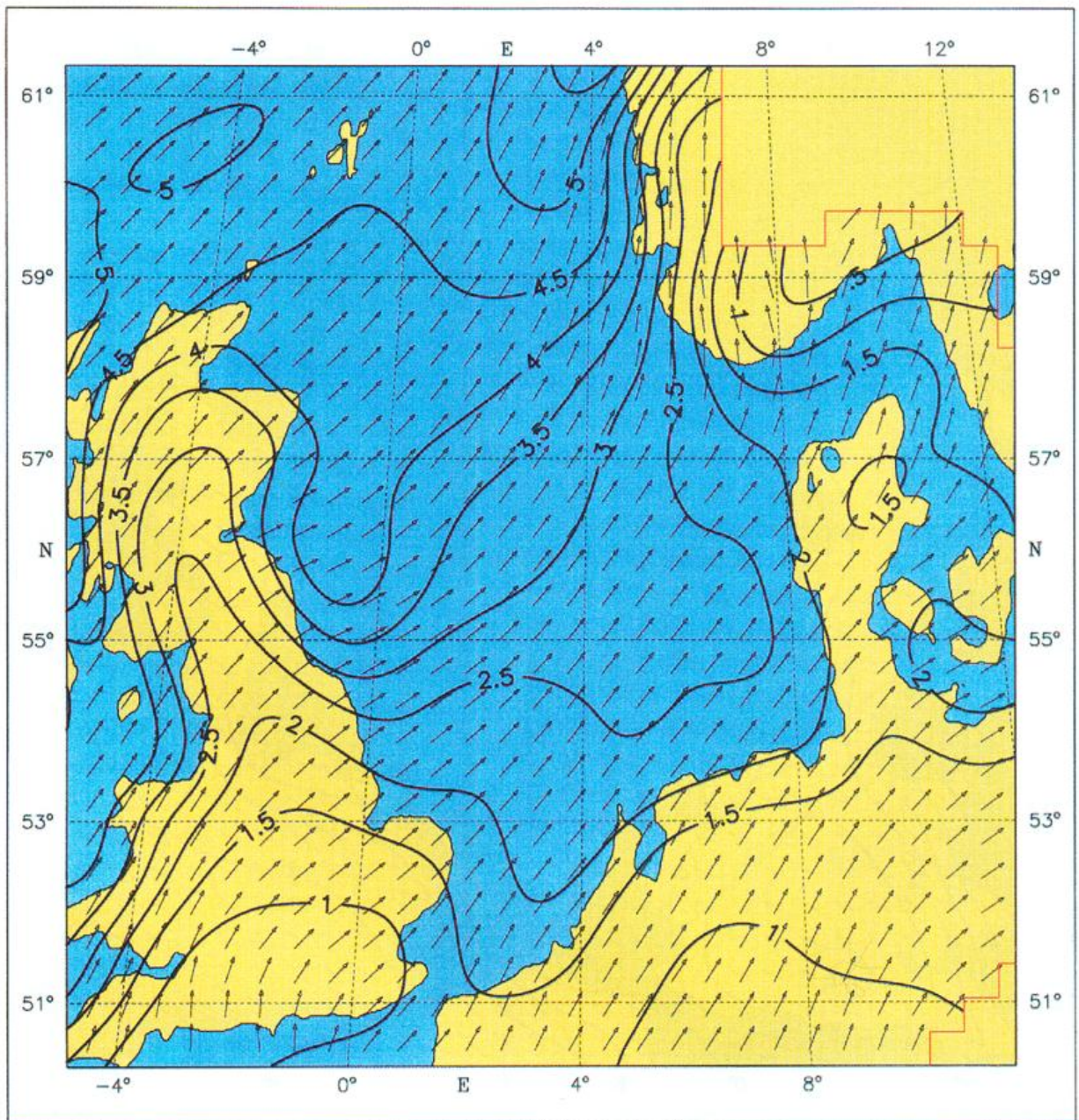


Fig. 7.9.2: Mean resultant wind [ms^{-1}], February

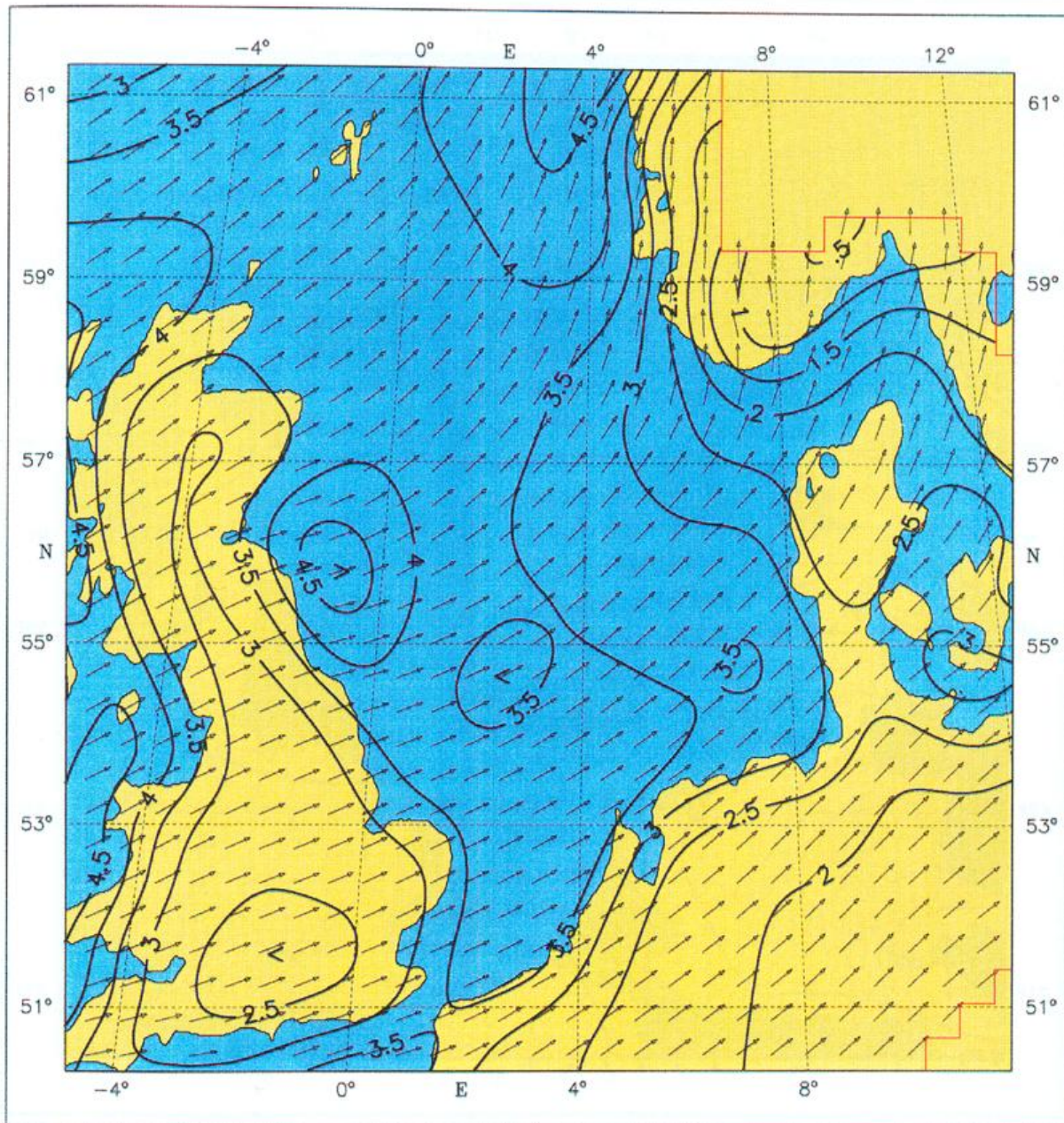


Fig. 7.9.3: Mean resultant wind [ms^{-1}], March

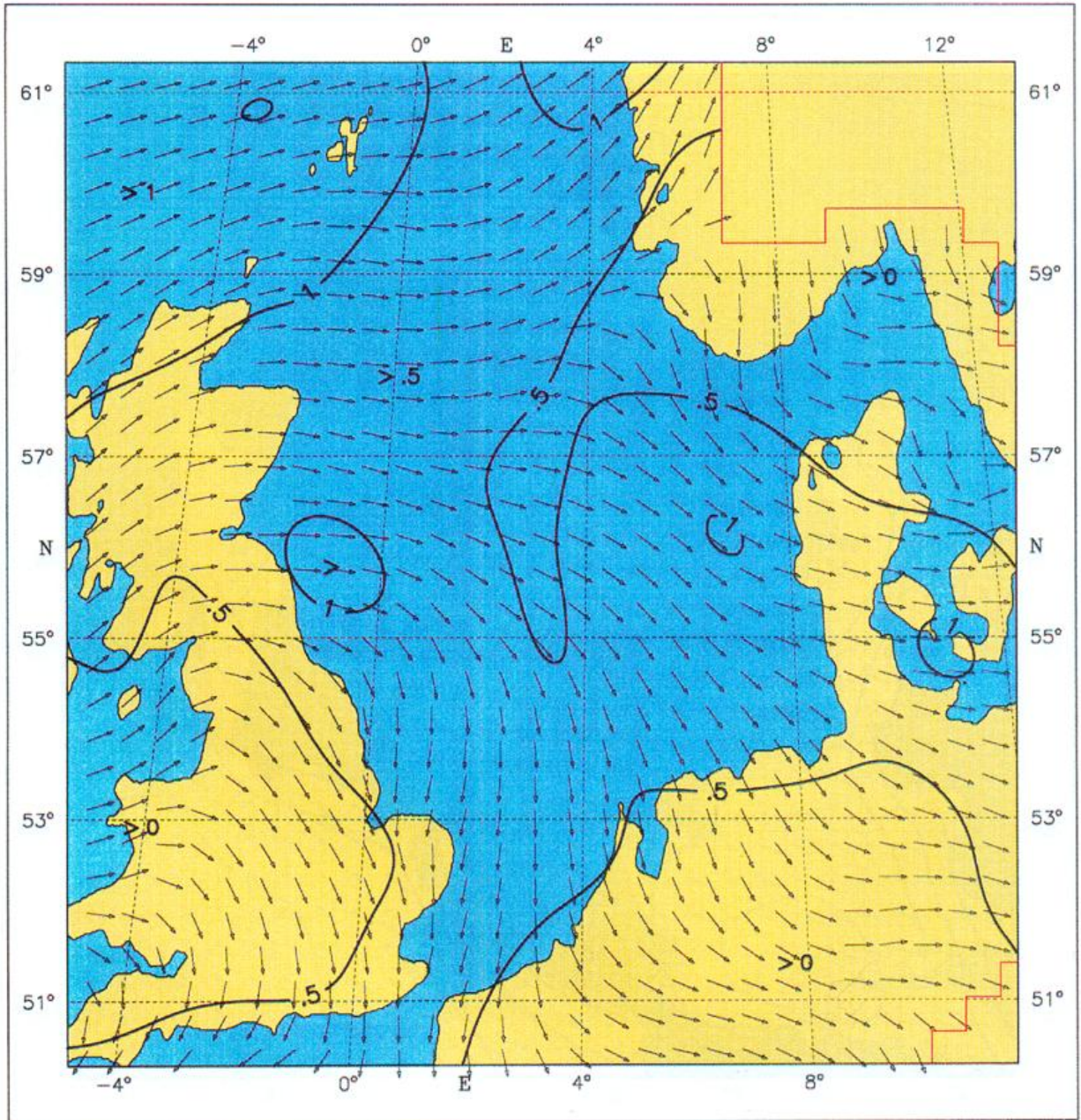


Fig. 7.9.4: Mean resultant wind [ms^{-1}], April

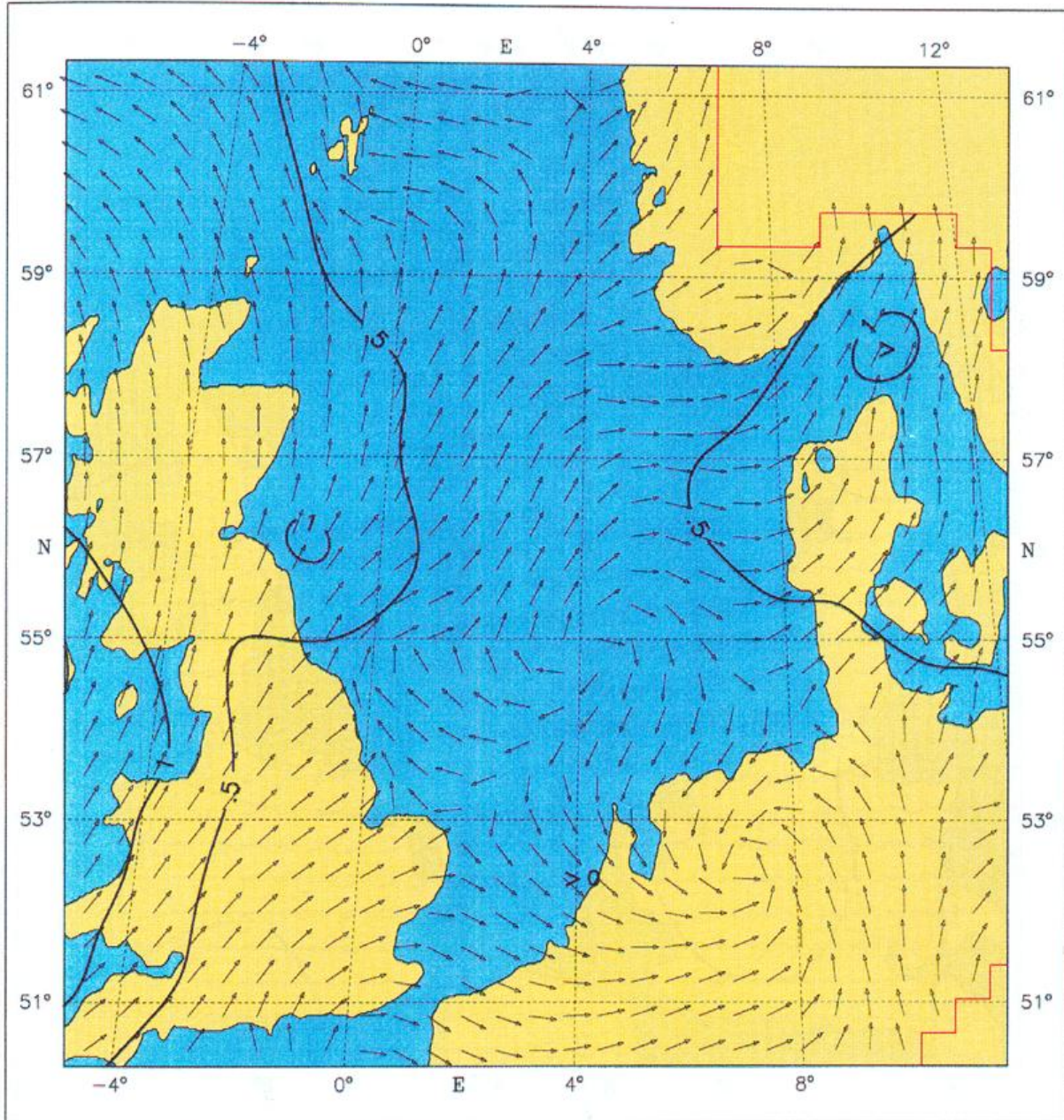


Fig. 7.9.5: Mean resultant wind [ms^{-1}], May

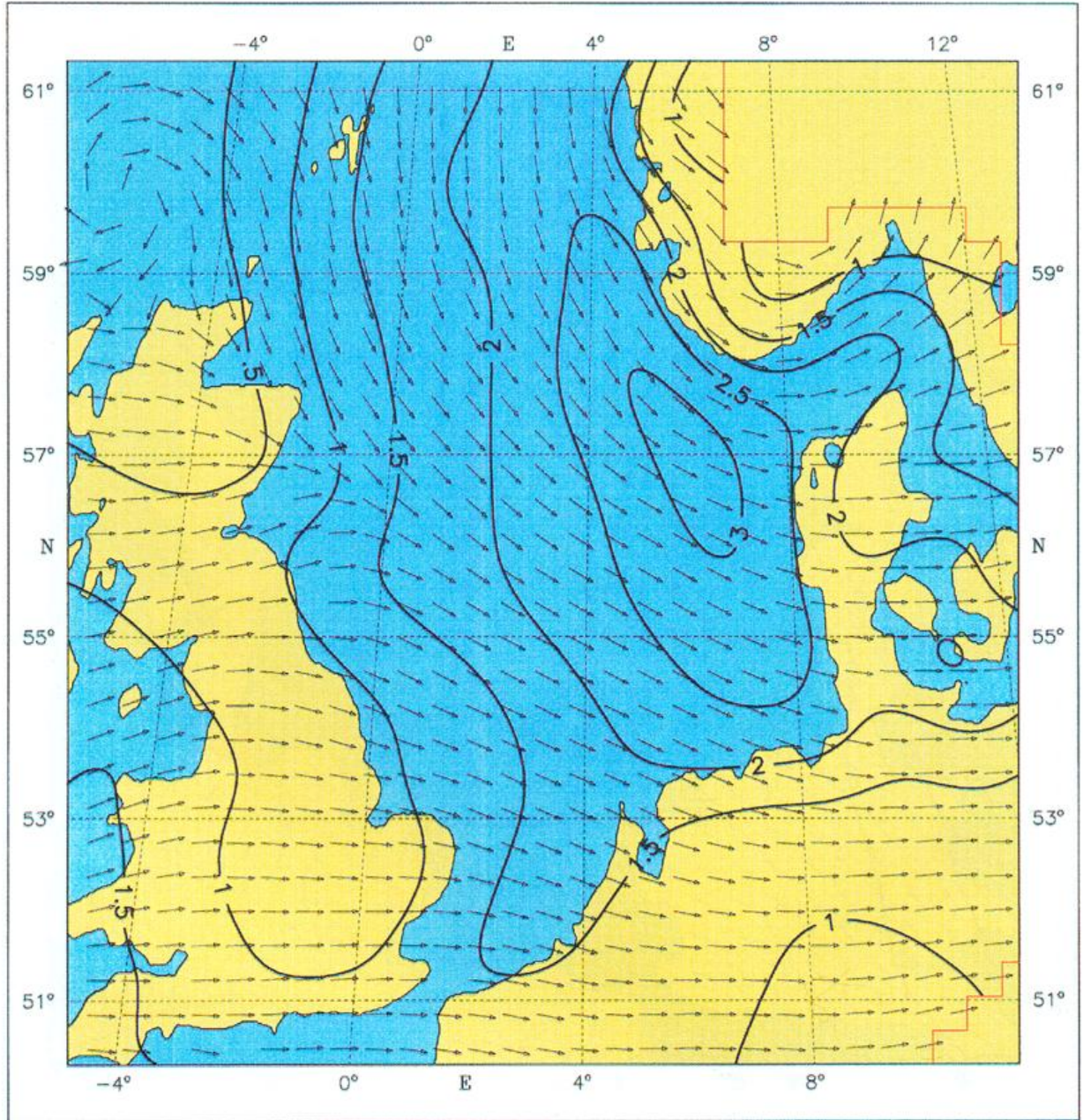


Fig. 7.9.6: Mean resultant wind [ms^{-1}], June

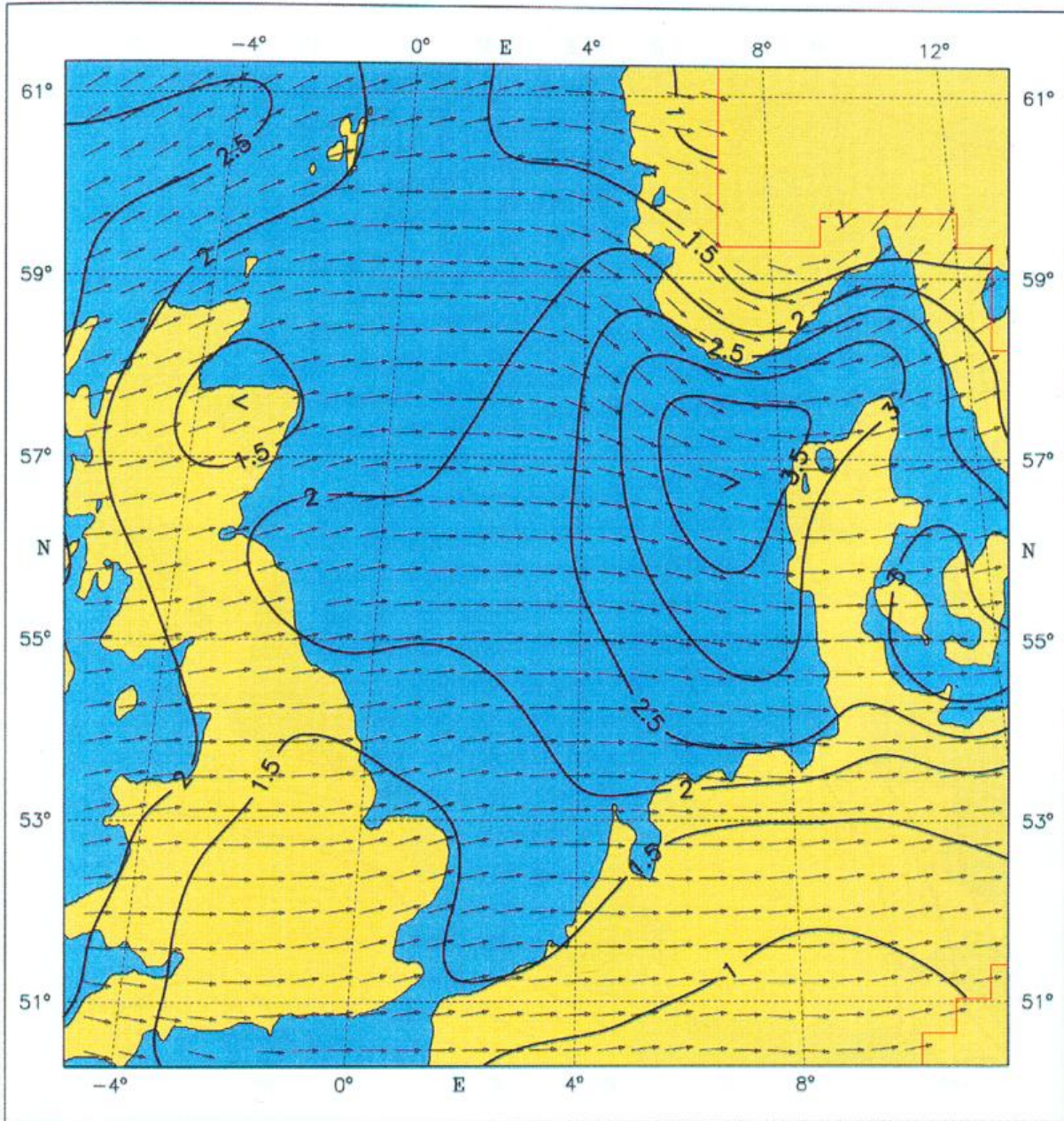


Fig. 7.9.7: Mean resultant wind [ms^{-1}], July

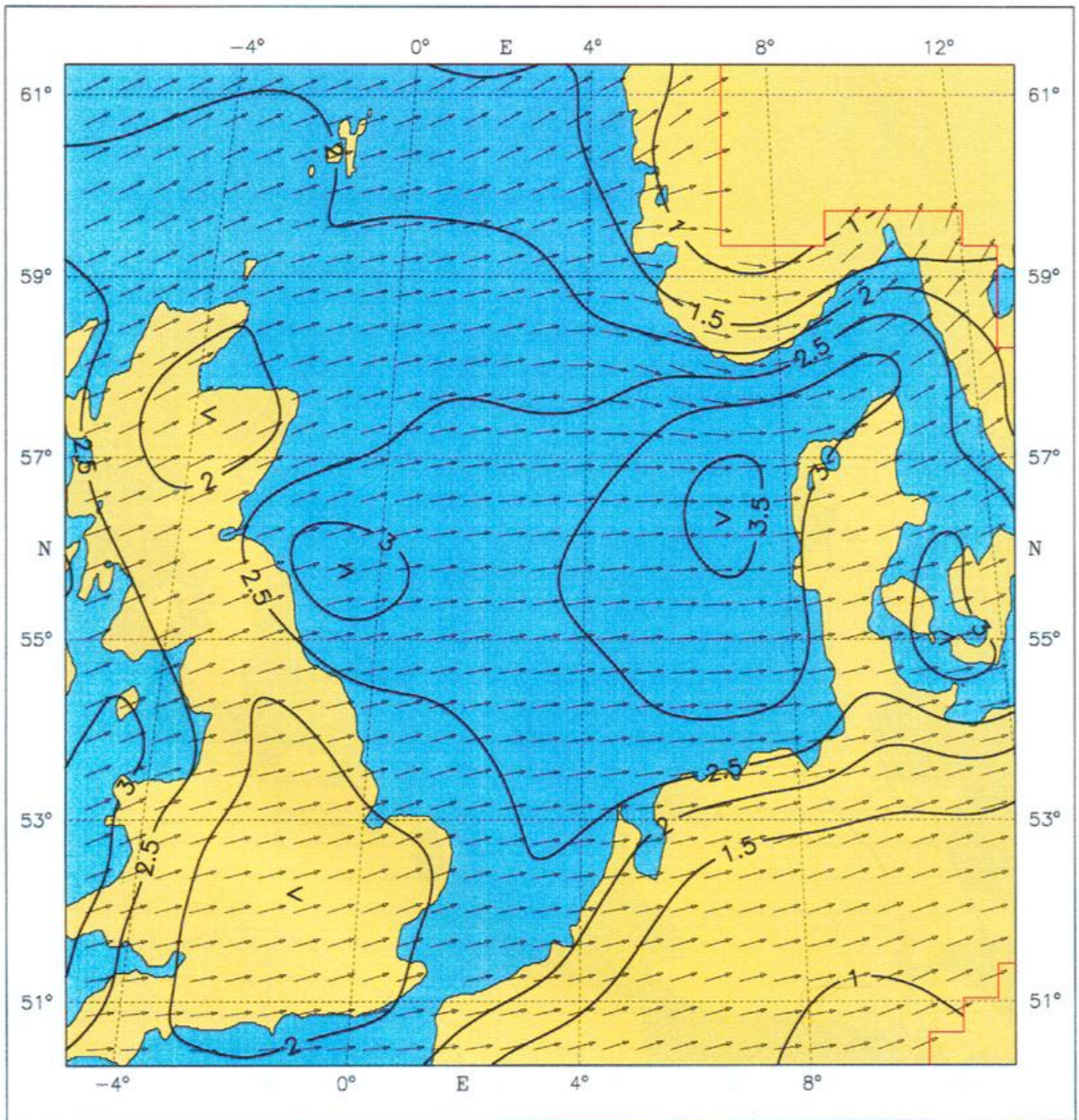


Fig. 7.9.8: Mean resultant wind [ms^{-1}], August

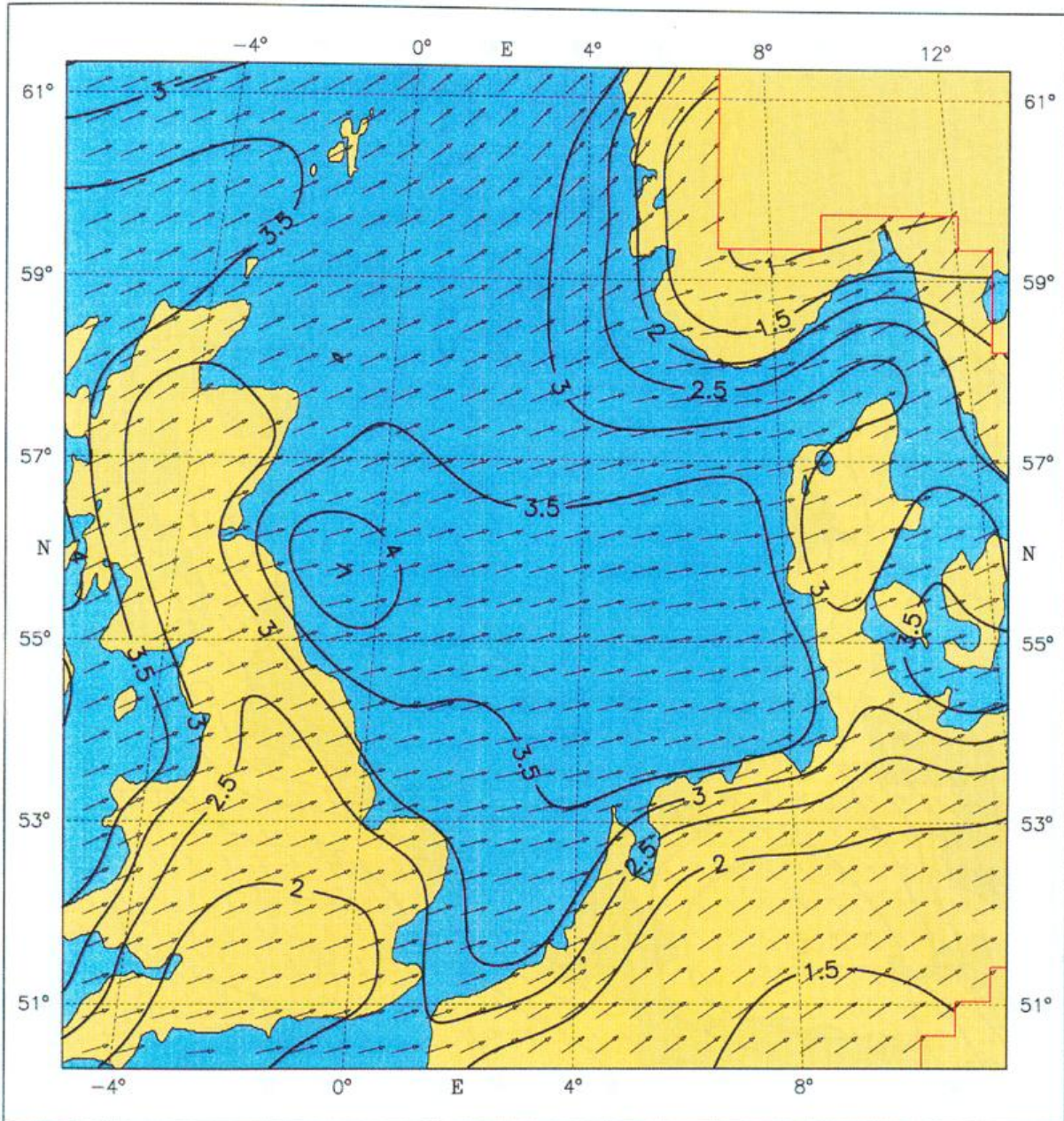


Fig. 7.9.9: Mean resultant wind [ms^{-1}], September

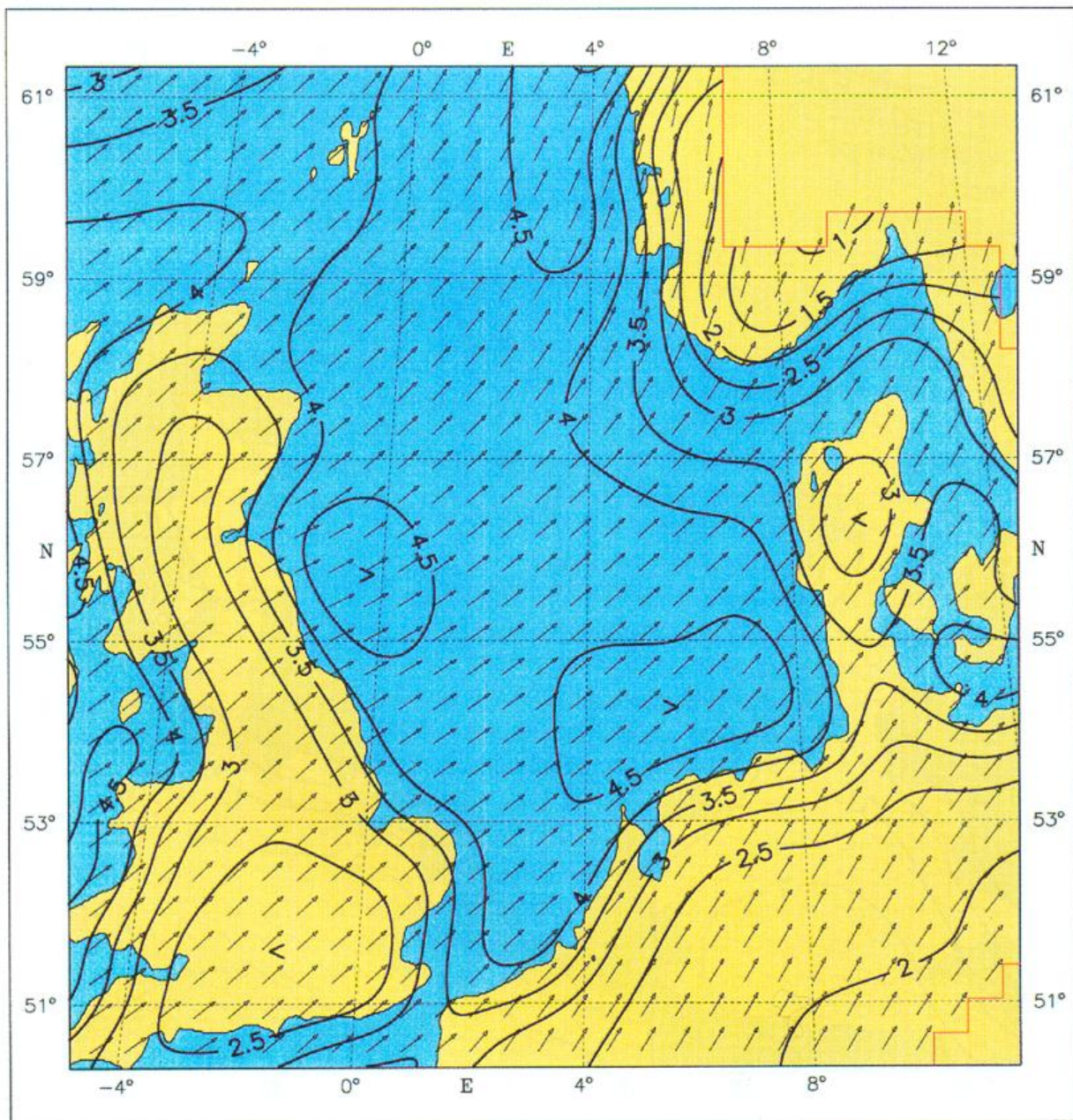


Fig. 7.9.10: Mean resultant wind [ms^{-1}], October

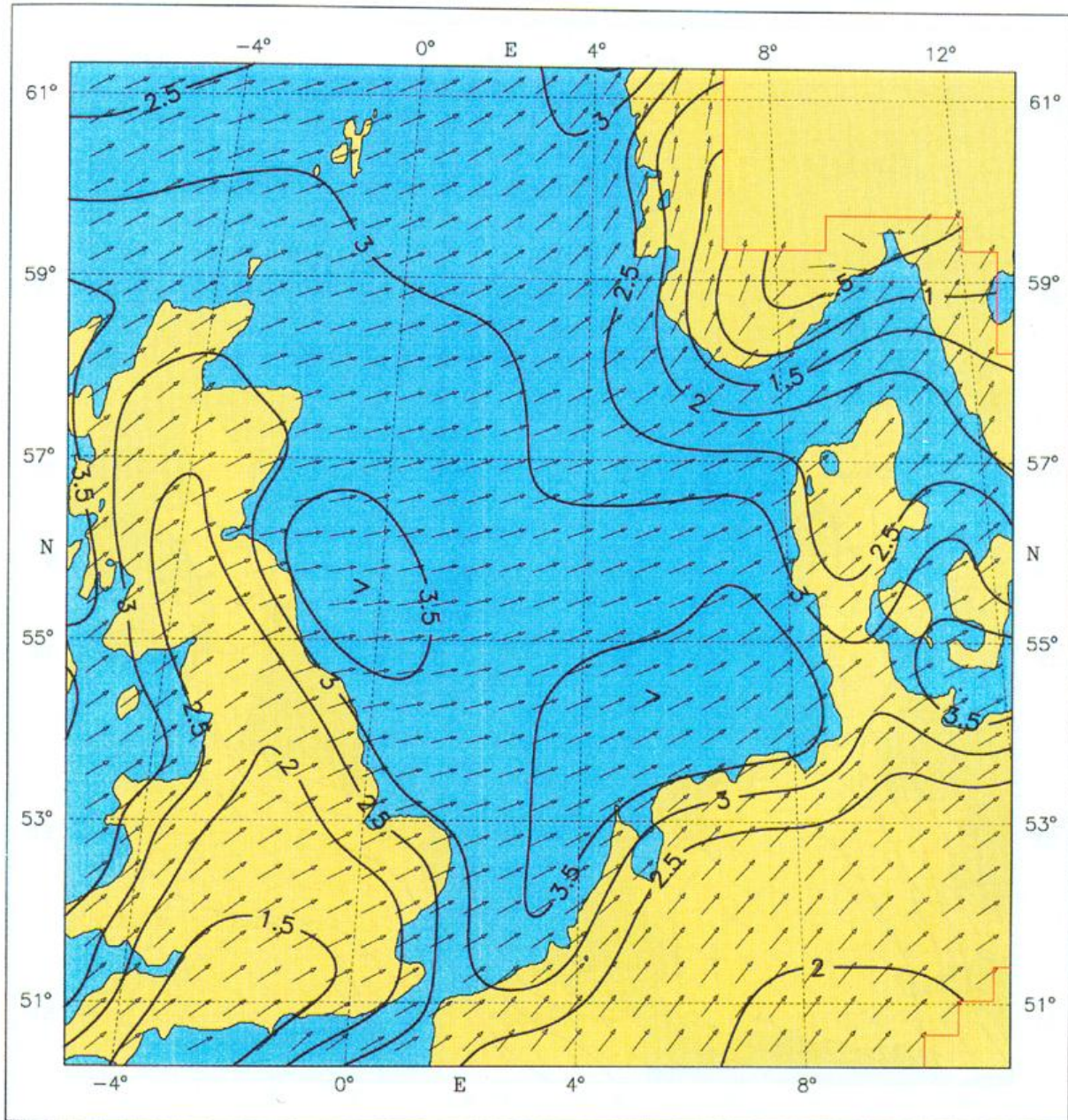


Fig. 7.9.11: Mean resultant wind [ms^{-1}], November

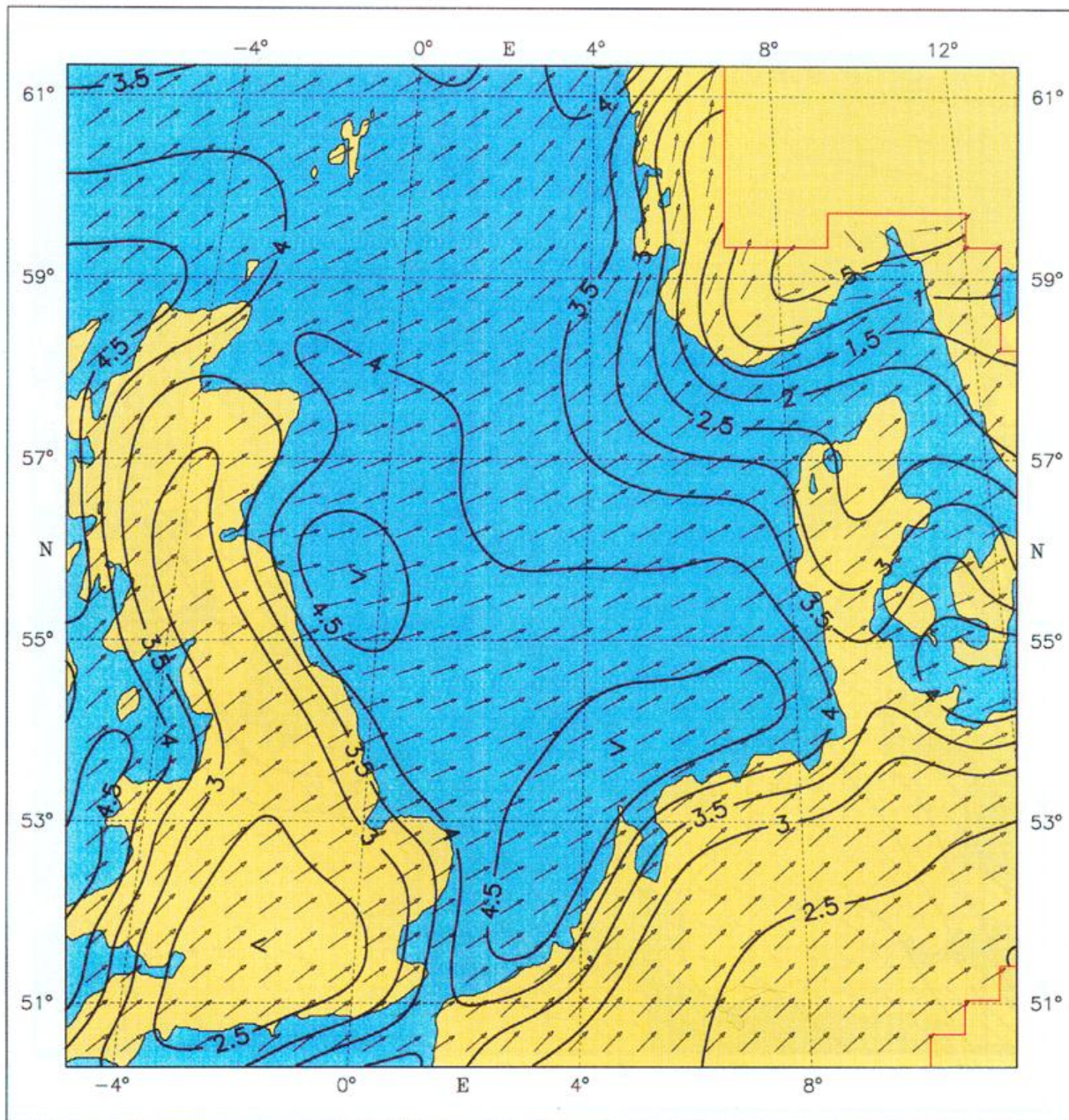


Fig. 7.9.12: Mean resultant wind [ms^{-1}], December

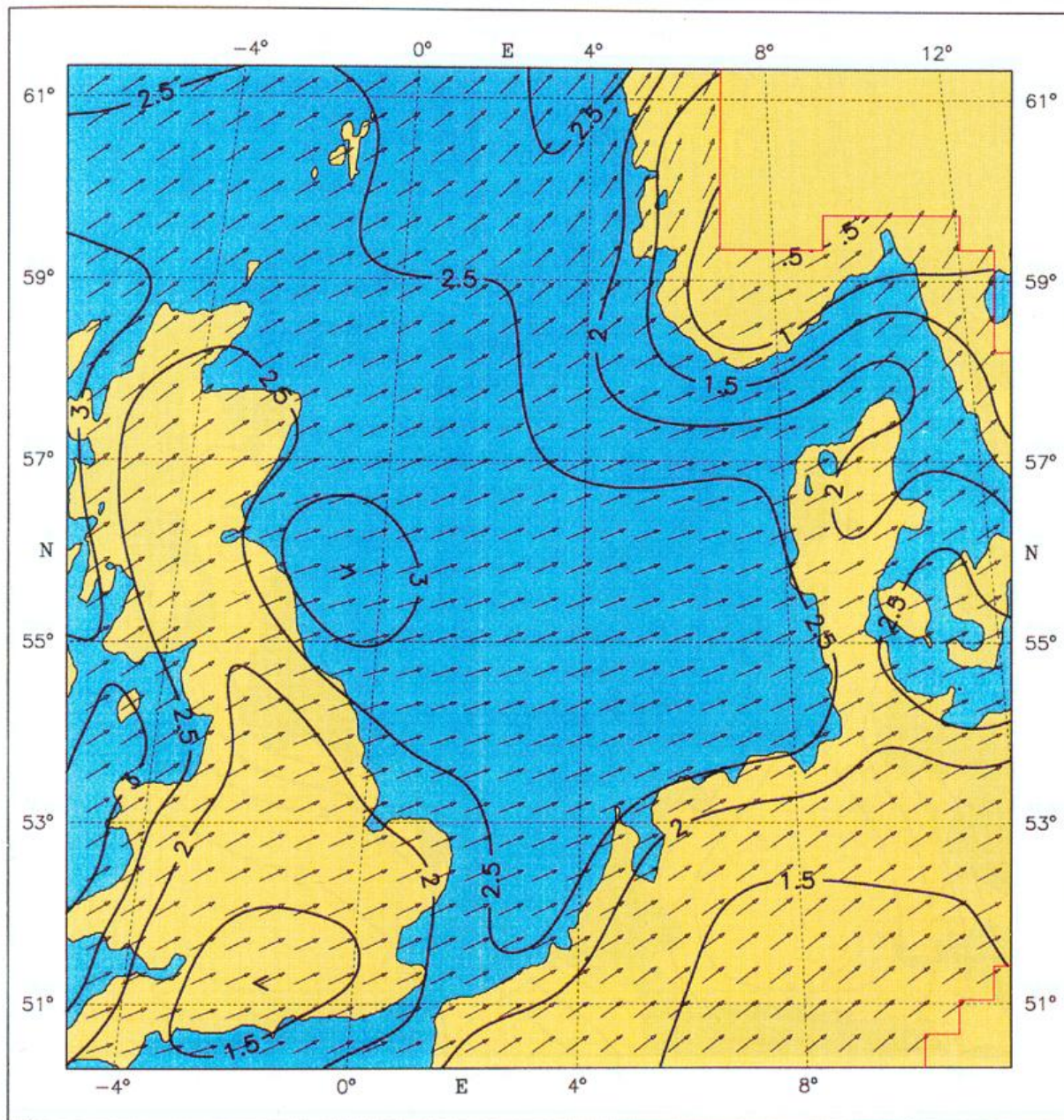


Fig. 7.9.13: Mean resultant wind [ms^{-1}], Year

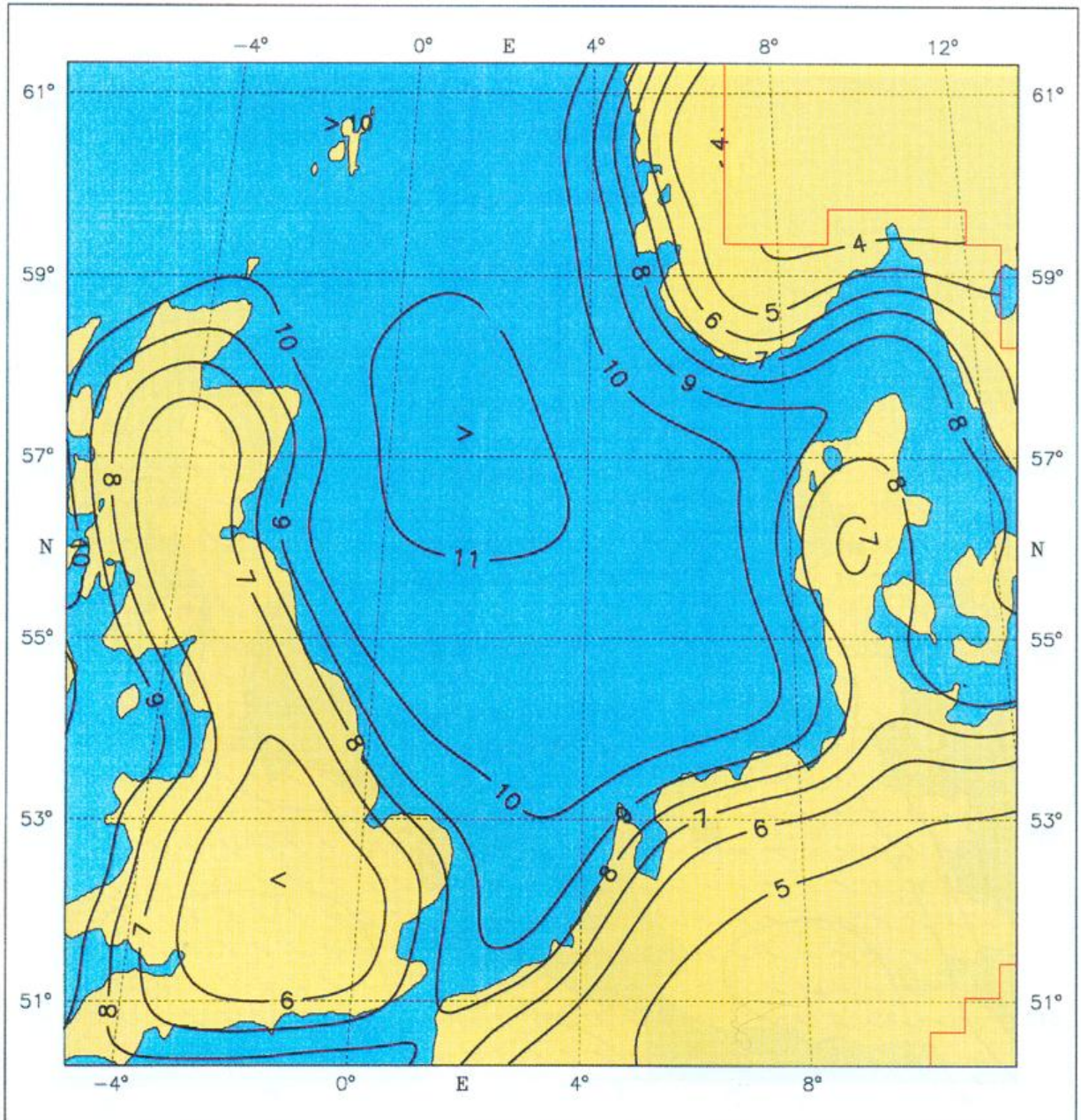


Fig. 7.10.1: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], January

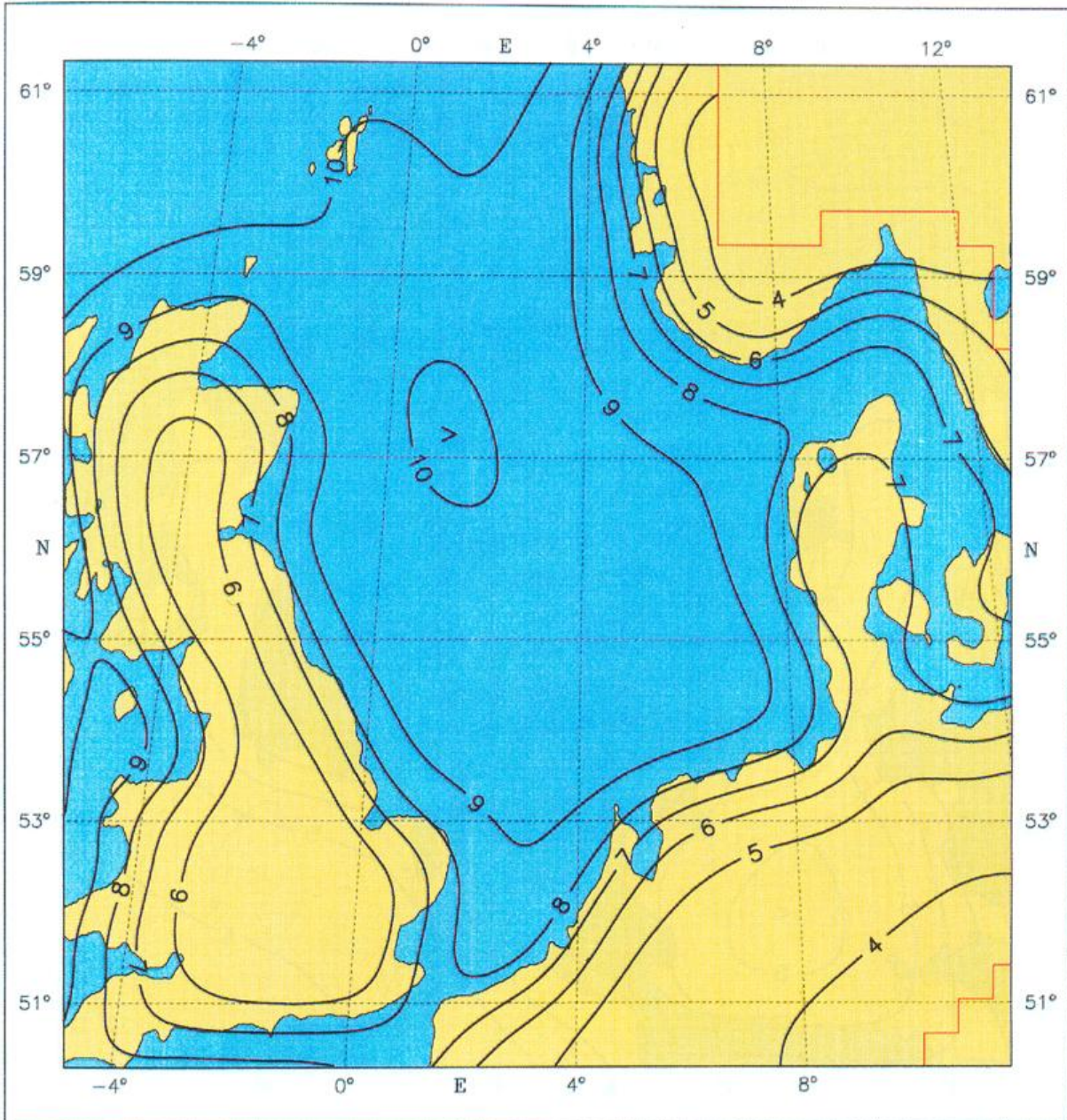


Fig. 7.10.2: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], February

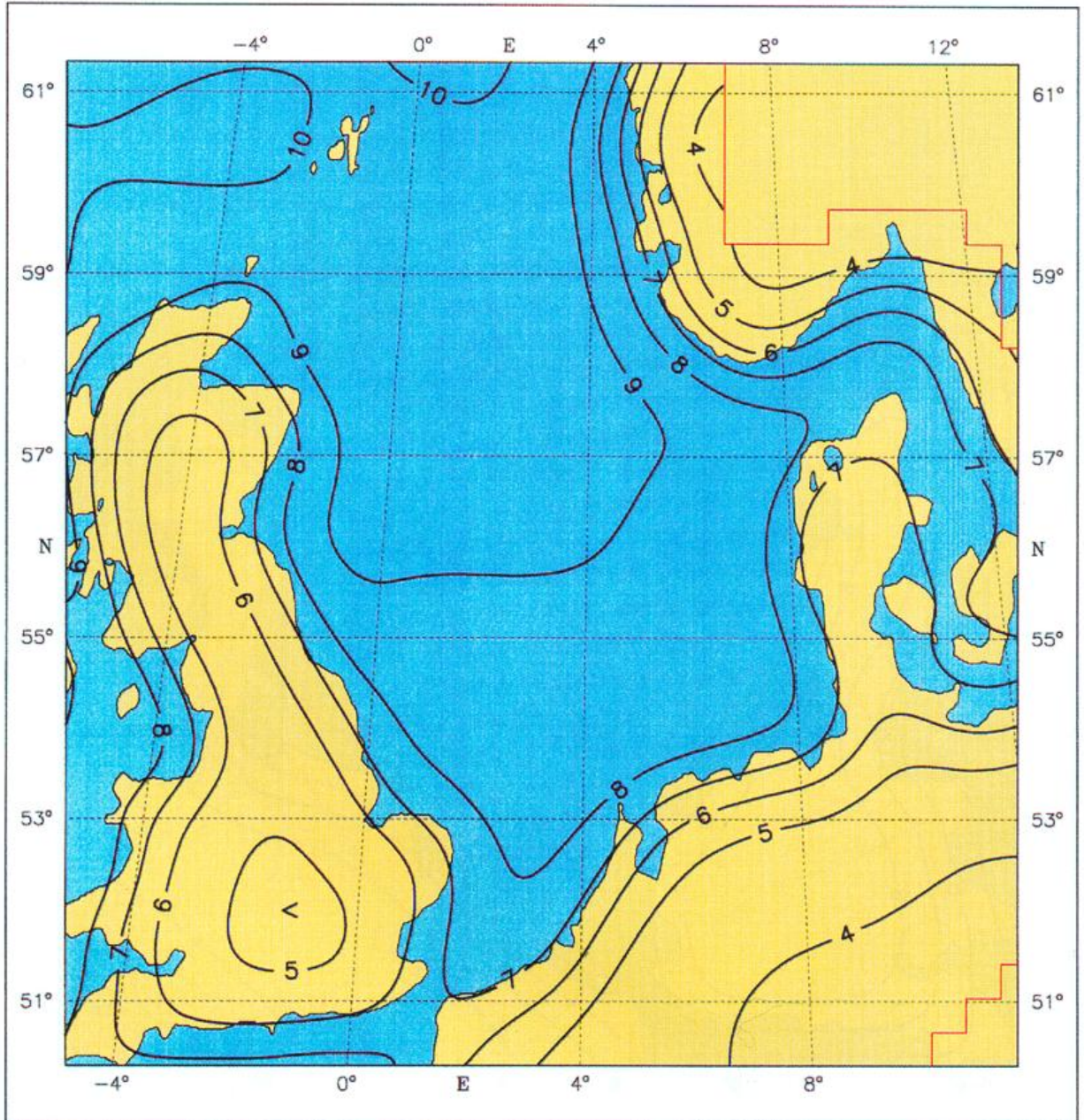


Fig. 7.10.3: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], March

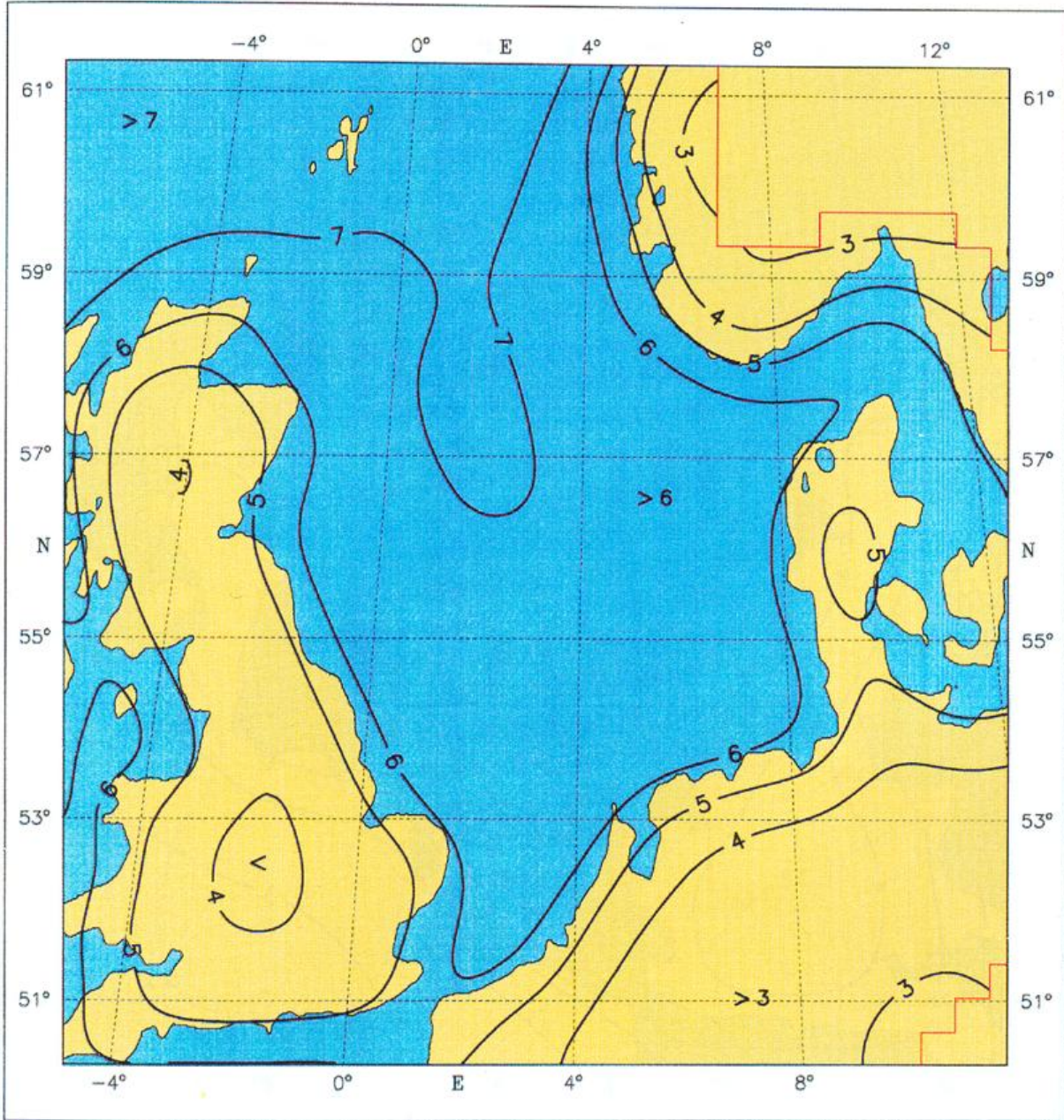


Fig. 7.10.4: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], April

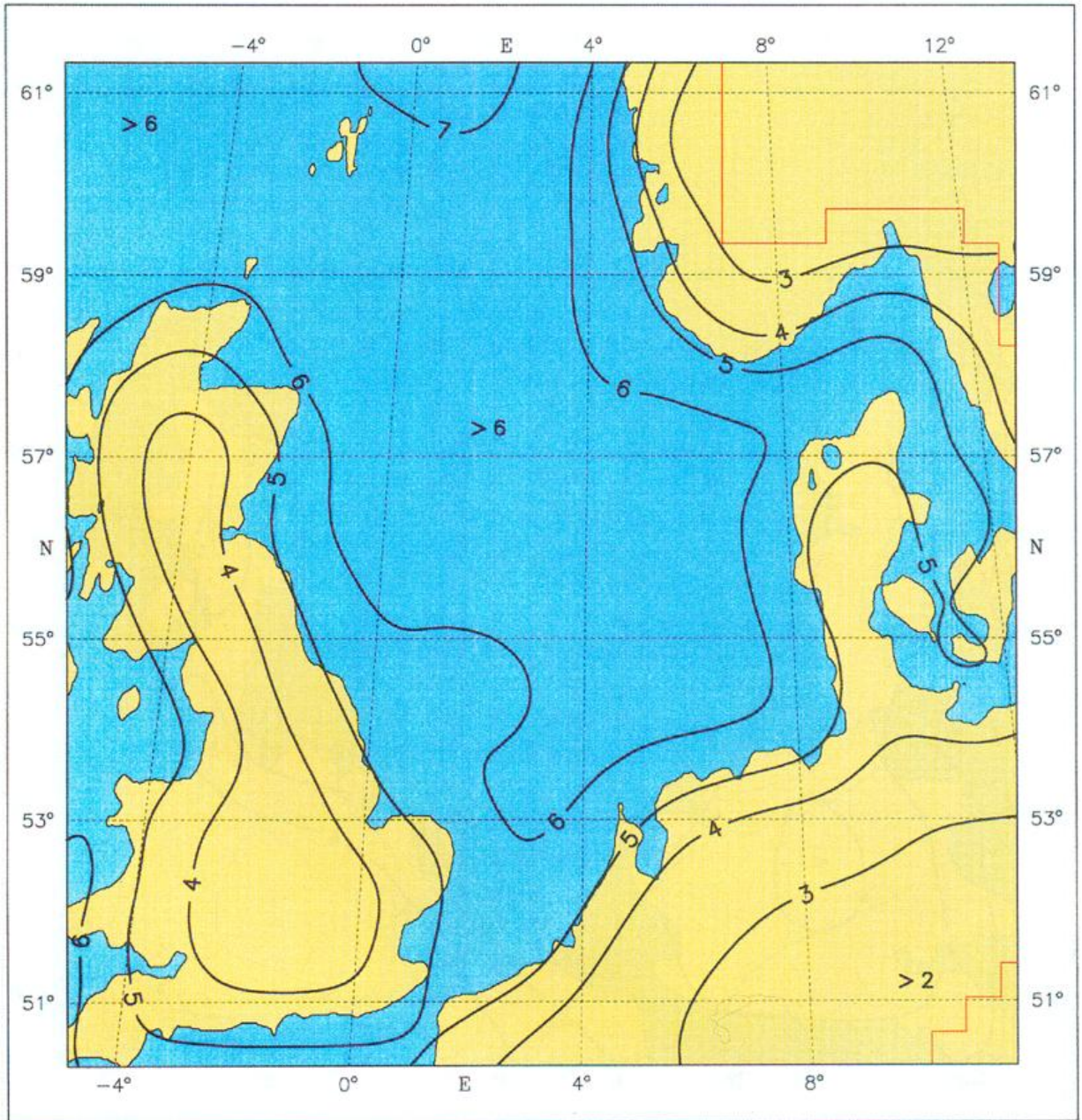


Fig. 7.10.5: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], May

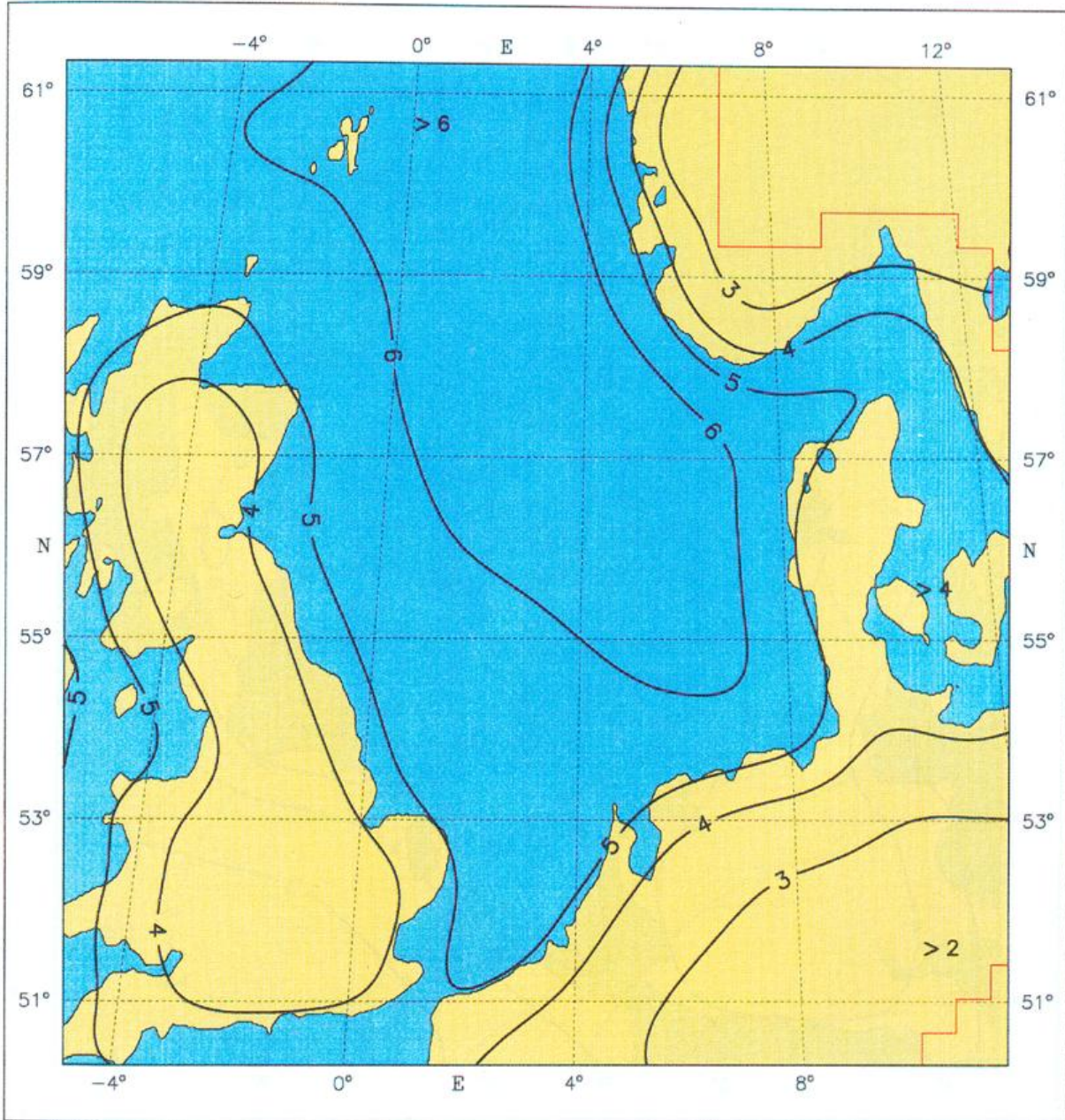


Fig. 7.10.6: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], June

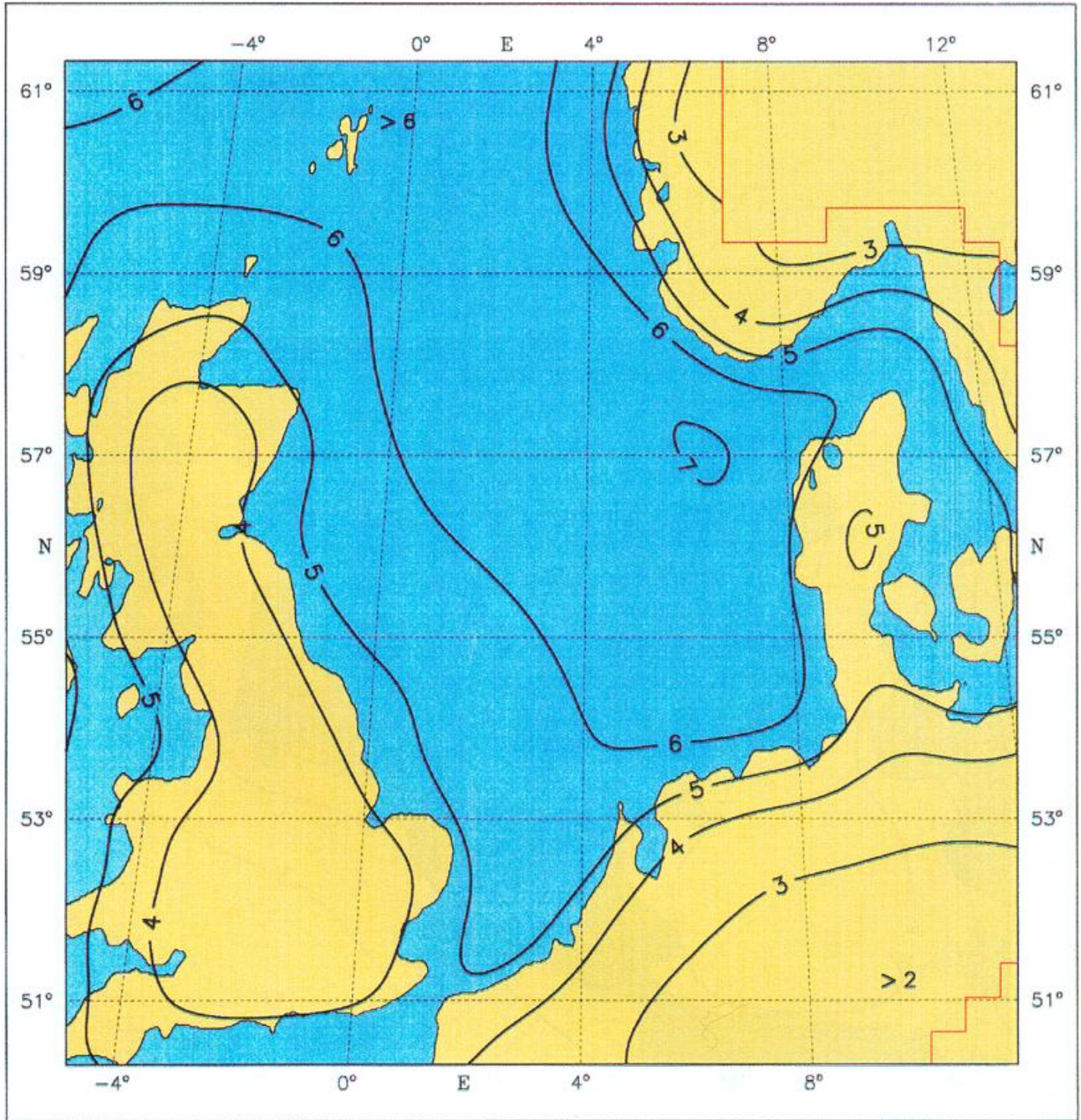


Fig. 7.10.7: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], July

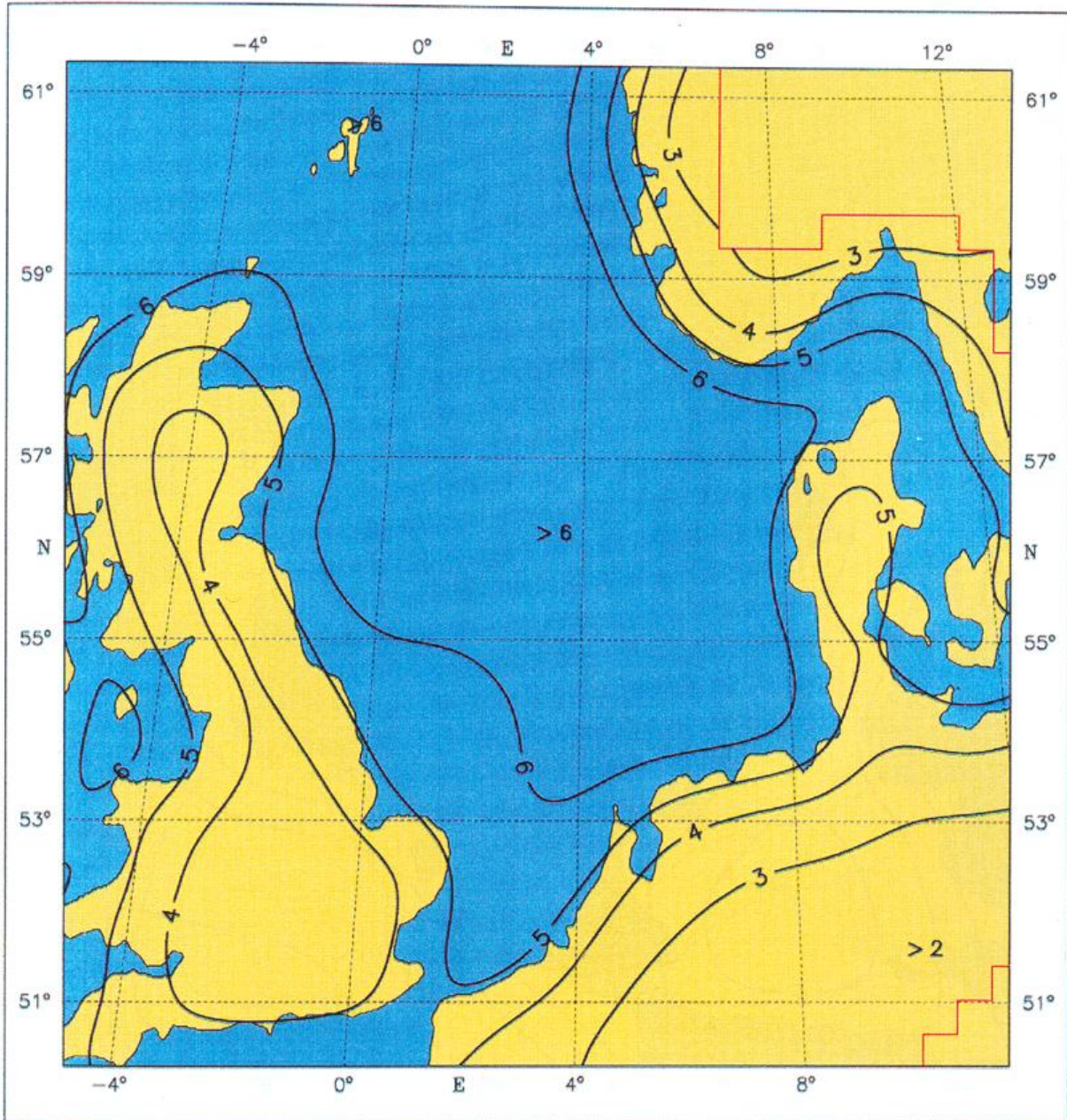


Fig. 7.10.8: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], August

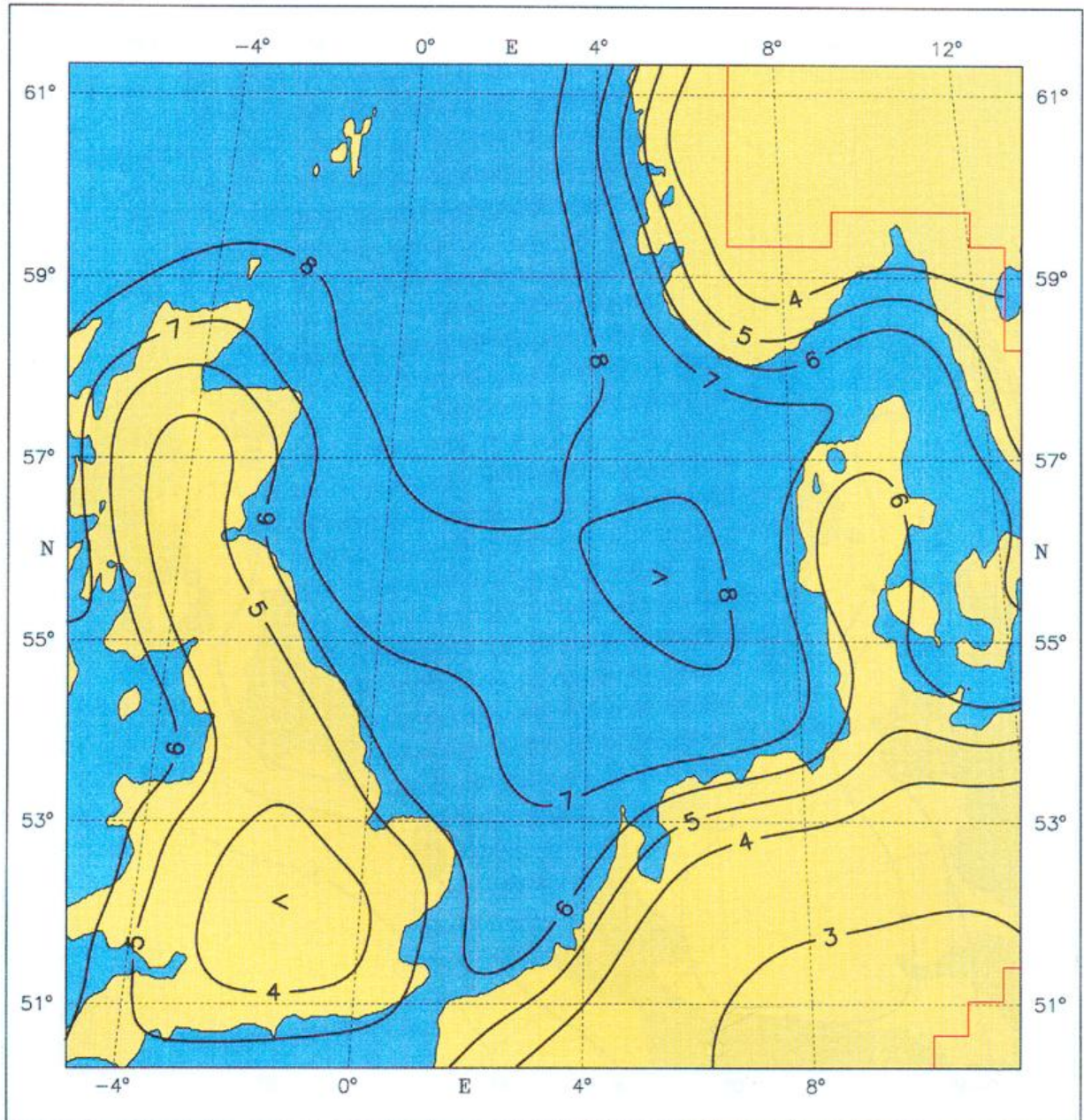


Fig. 7.10.9: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], September

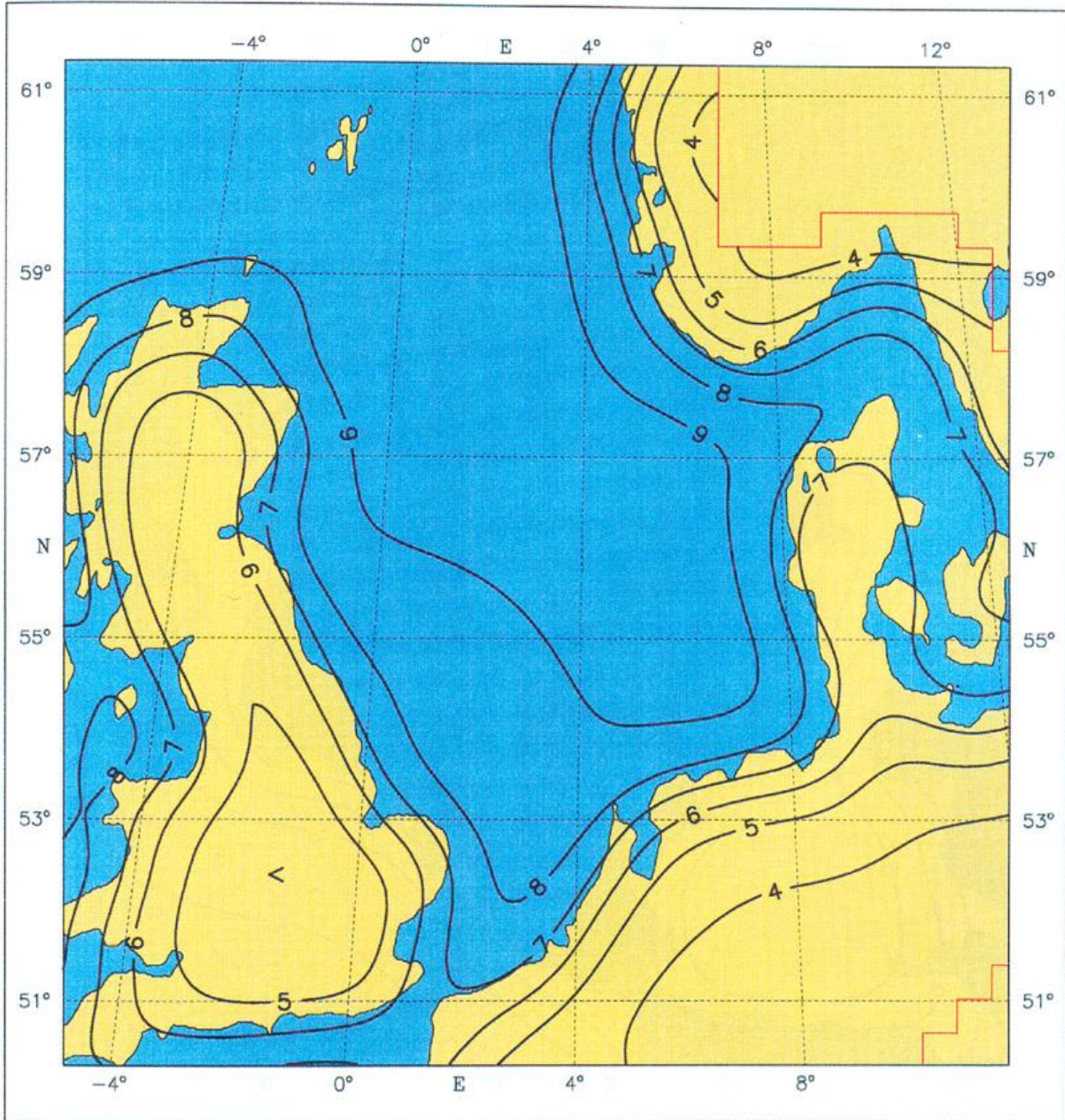


Fig. 7.10.10: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], October

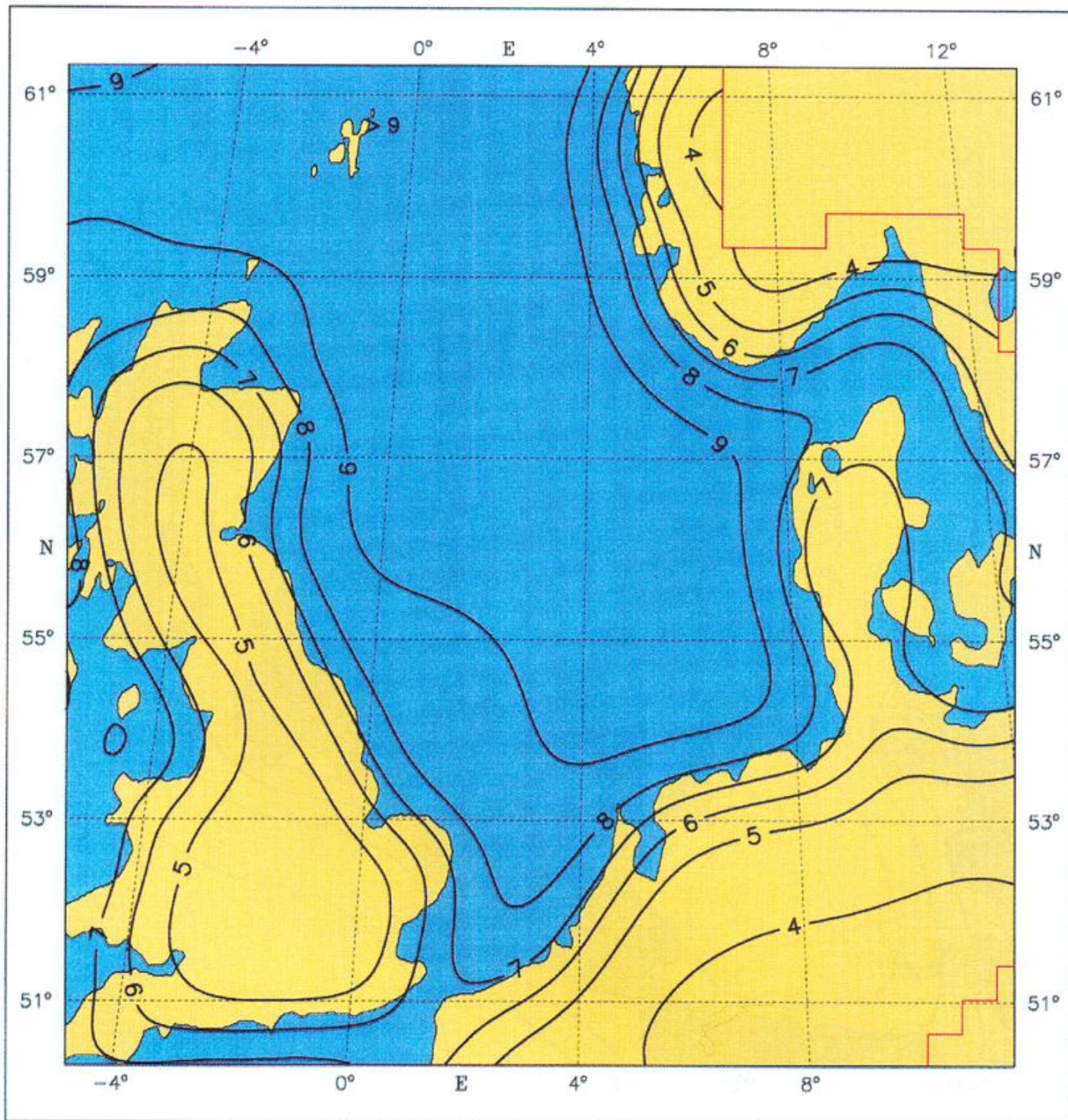


Fig. 7.10.11: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], November

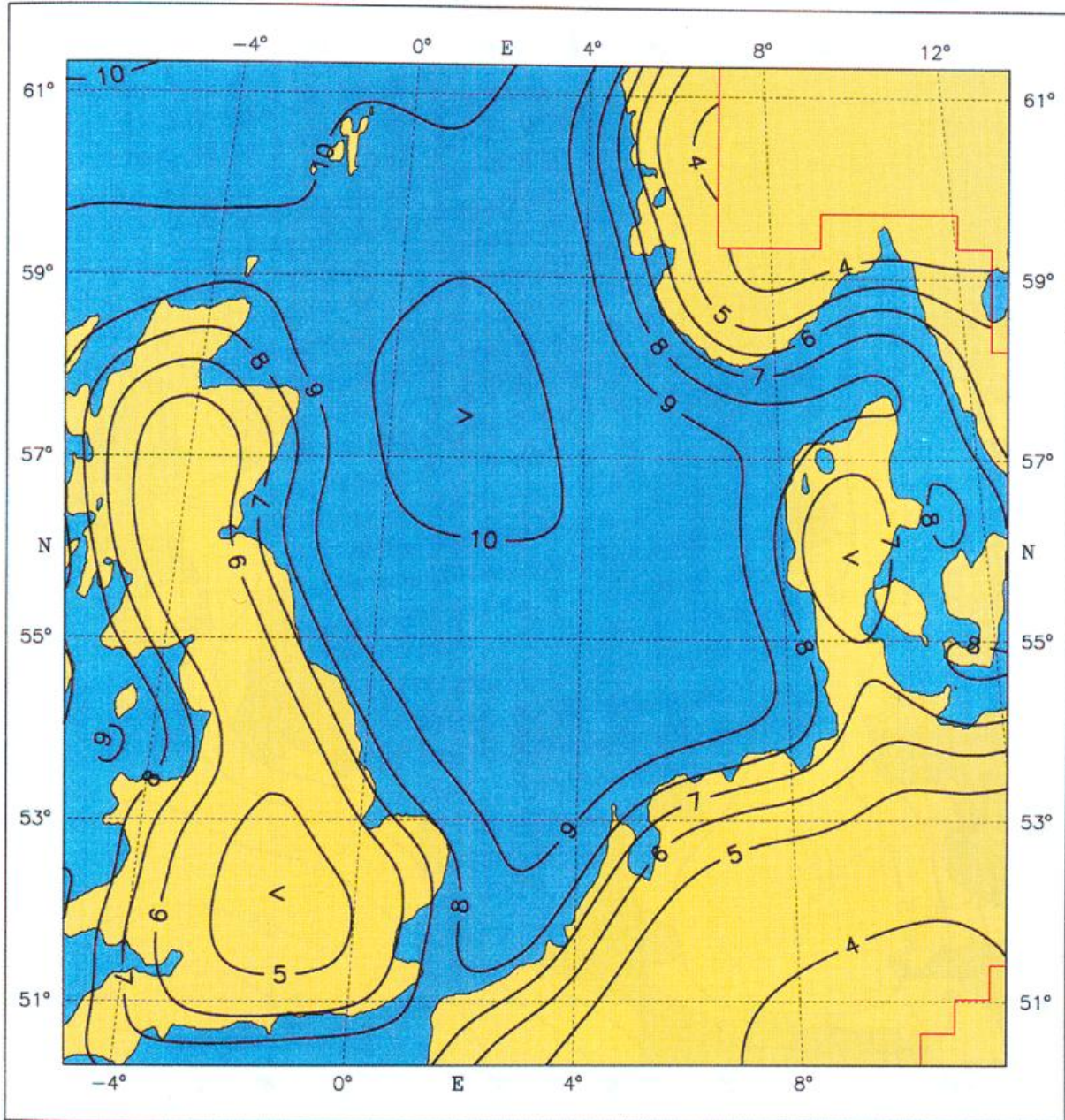


Fig. 7.10.12: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], December

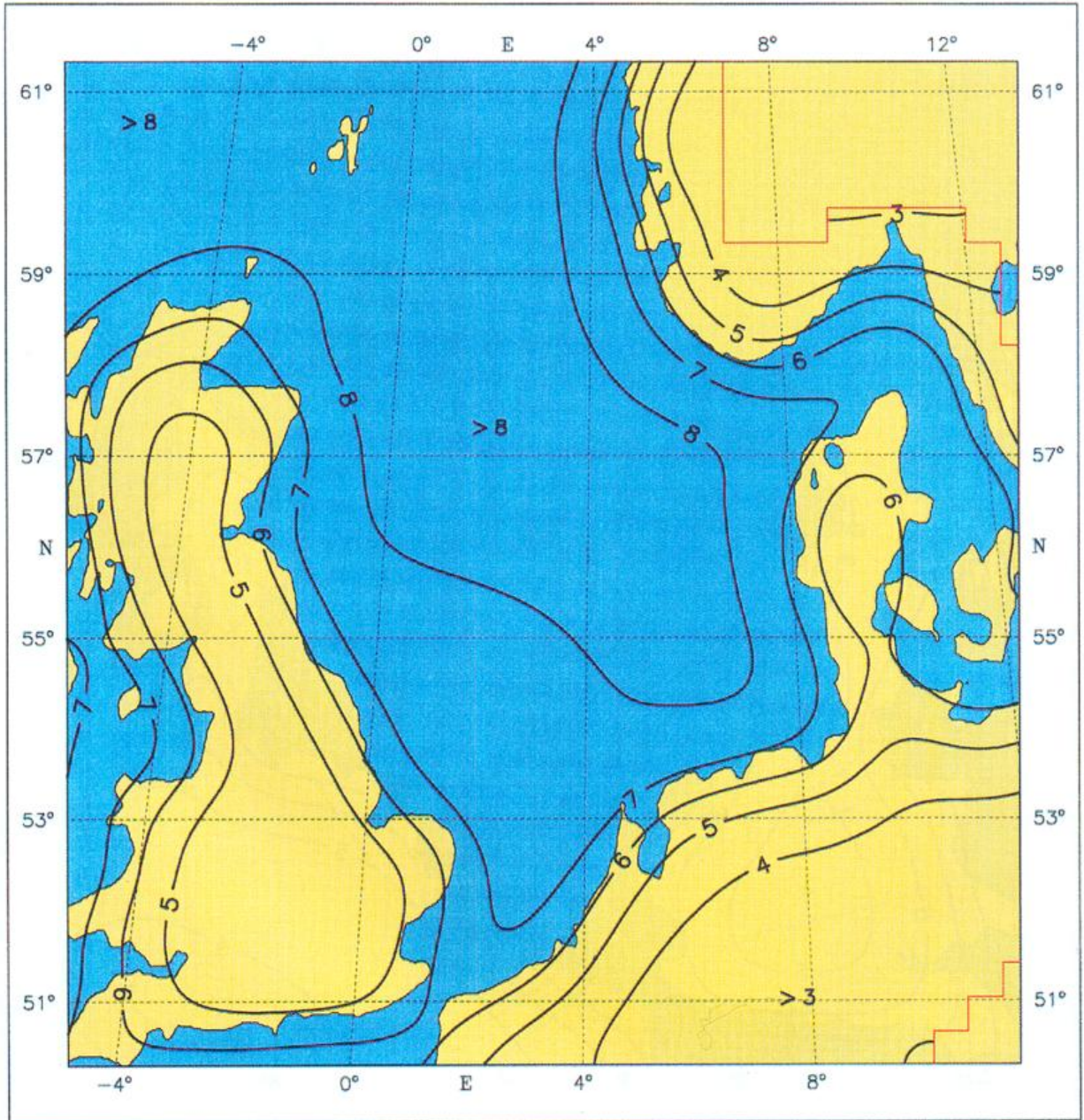


Fig. 7.10.13: Mean scalar wind speed [ms^{-1}], Year

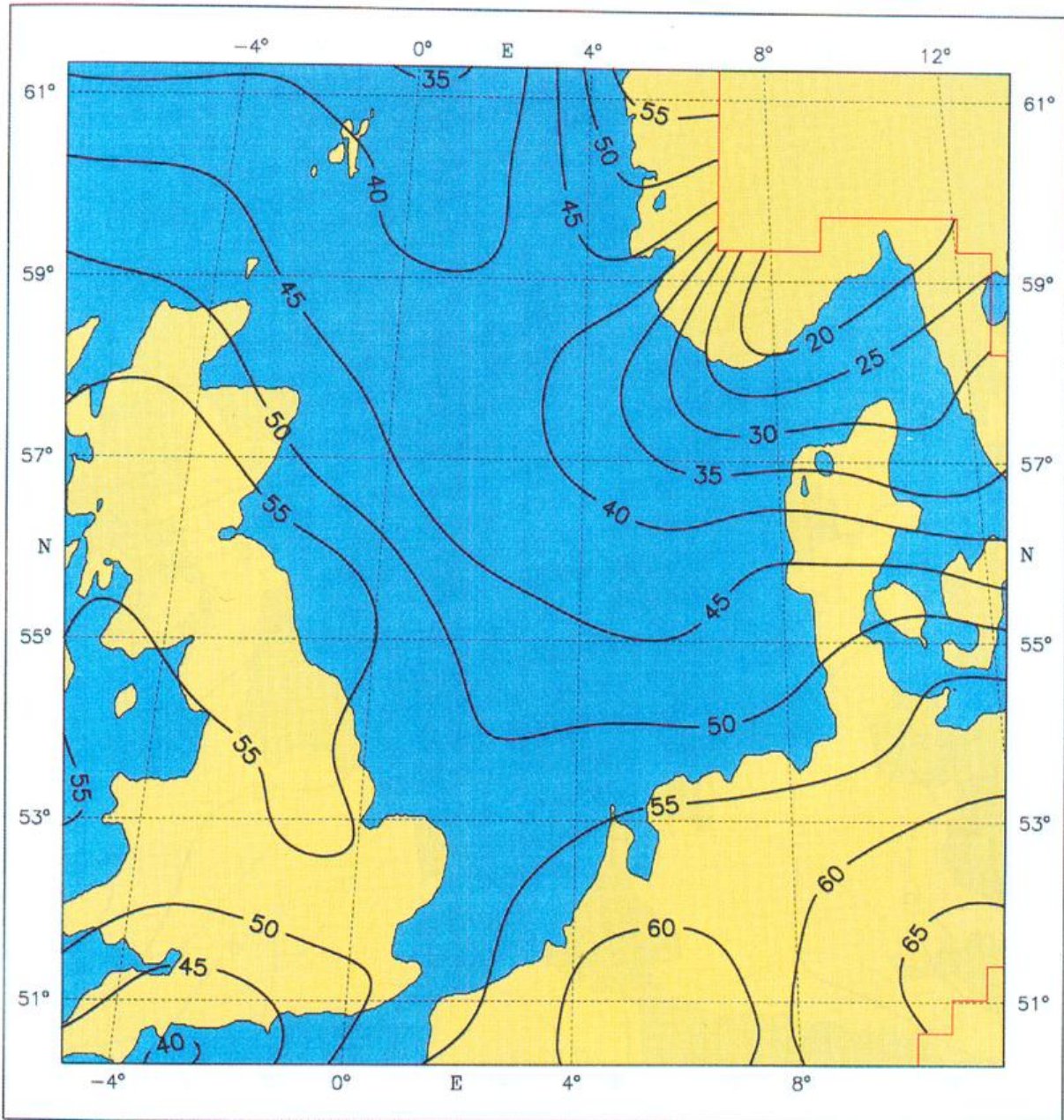


Fig. 7.11.1: Steadiness of wind [%], January

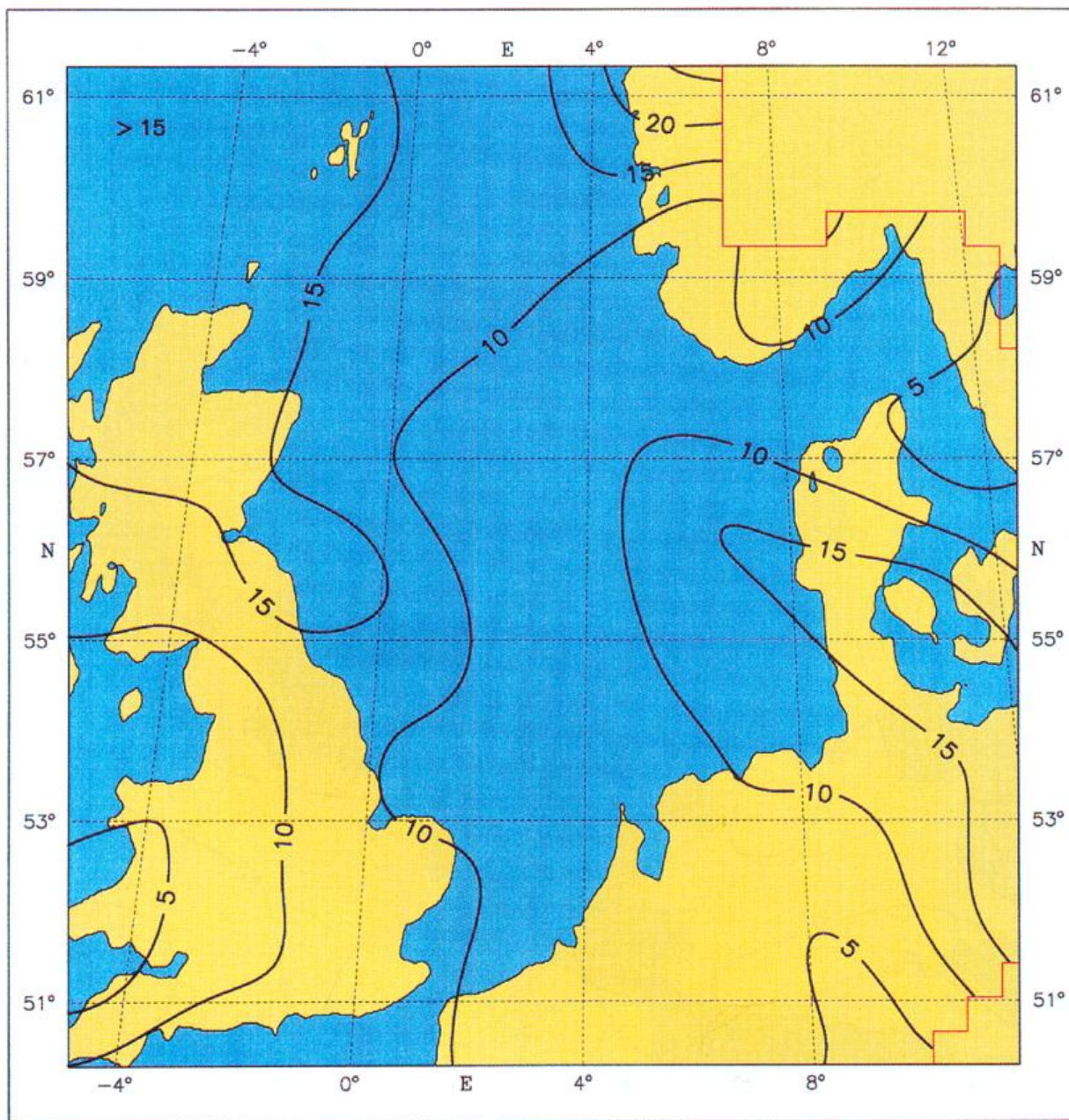


Fig. 7.11.2: Steadiness of wind [%], April

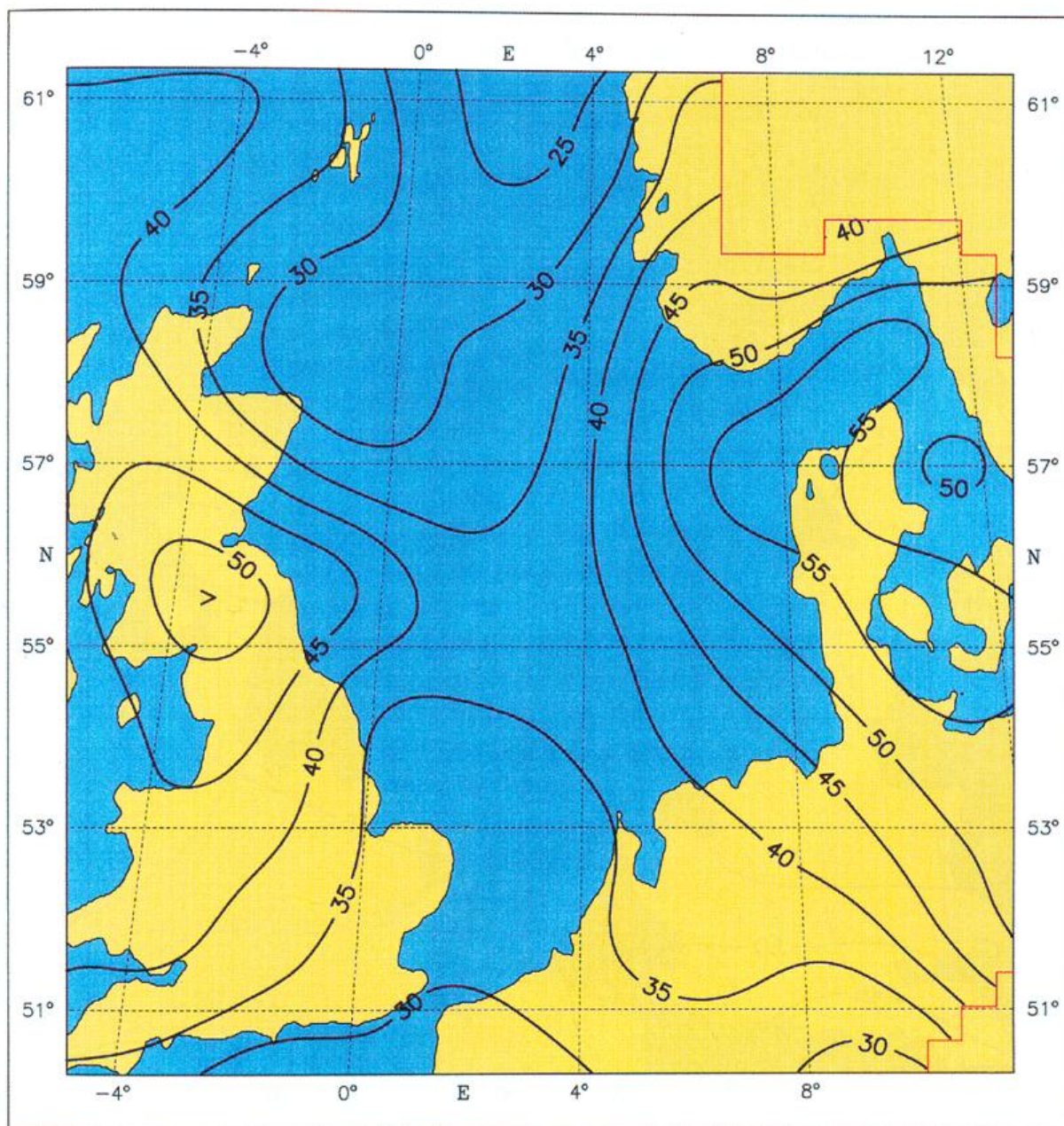


Fig. 7.11.3: Steadiness of wind [%], July

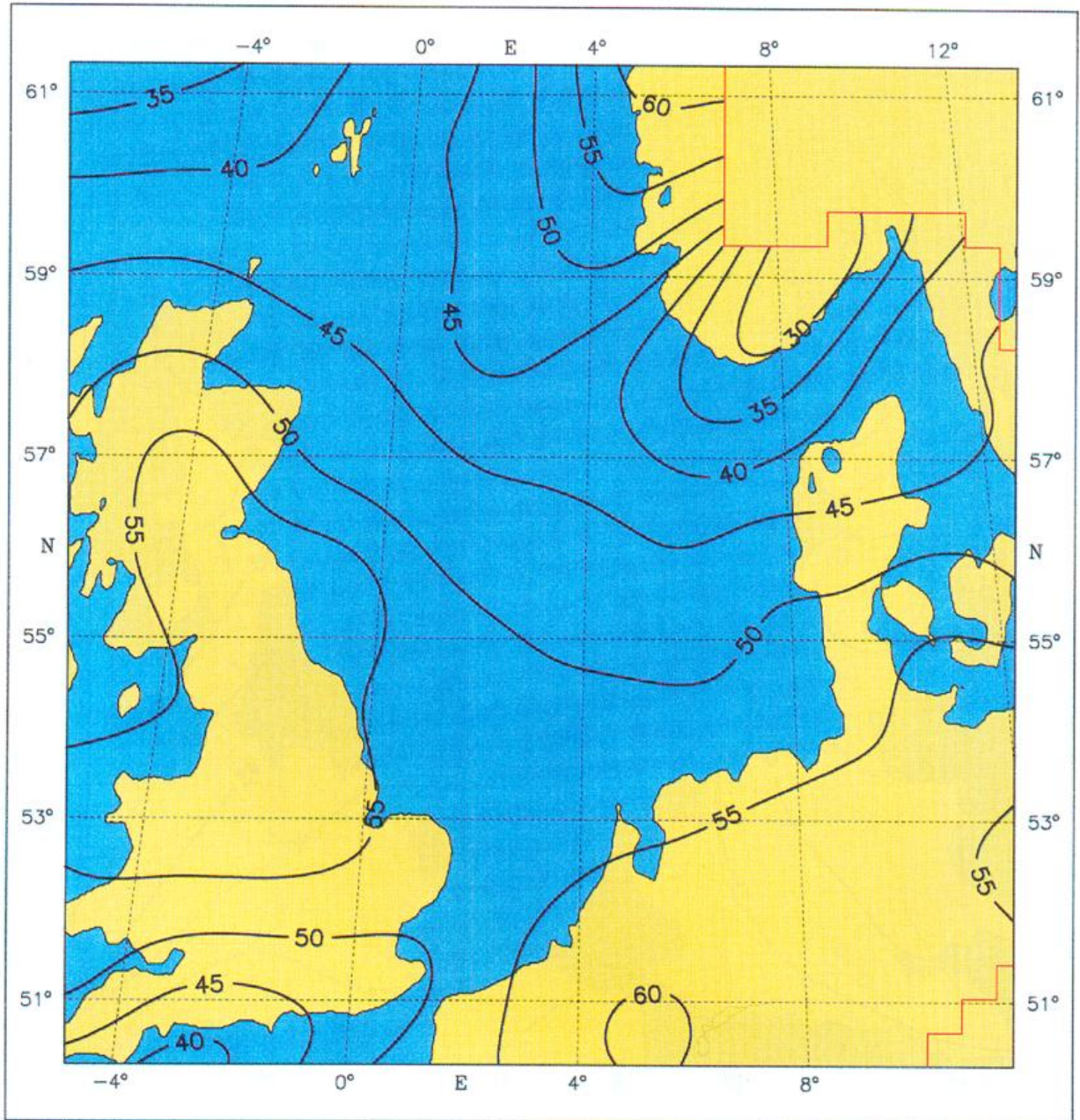


Fig. 7.11.4: Steadiness of wind [%], October

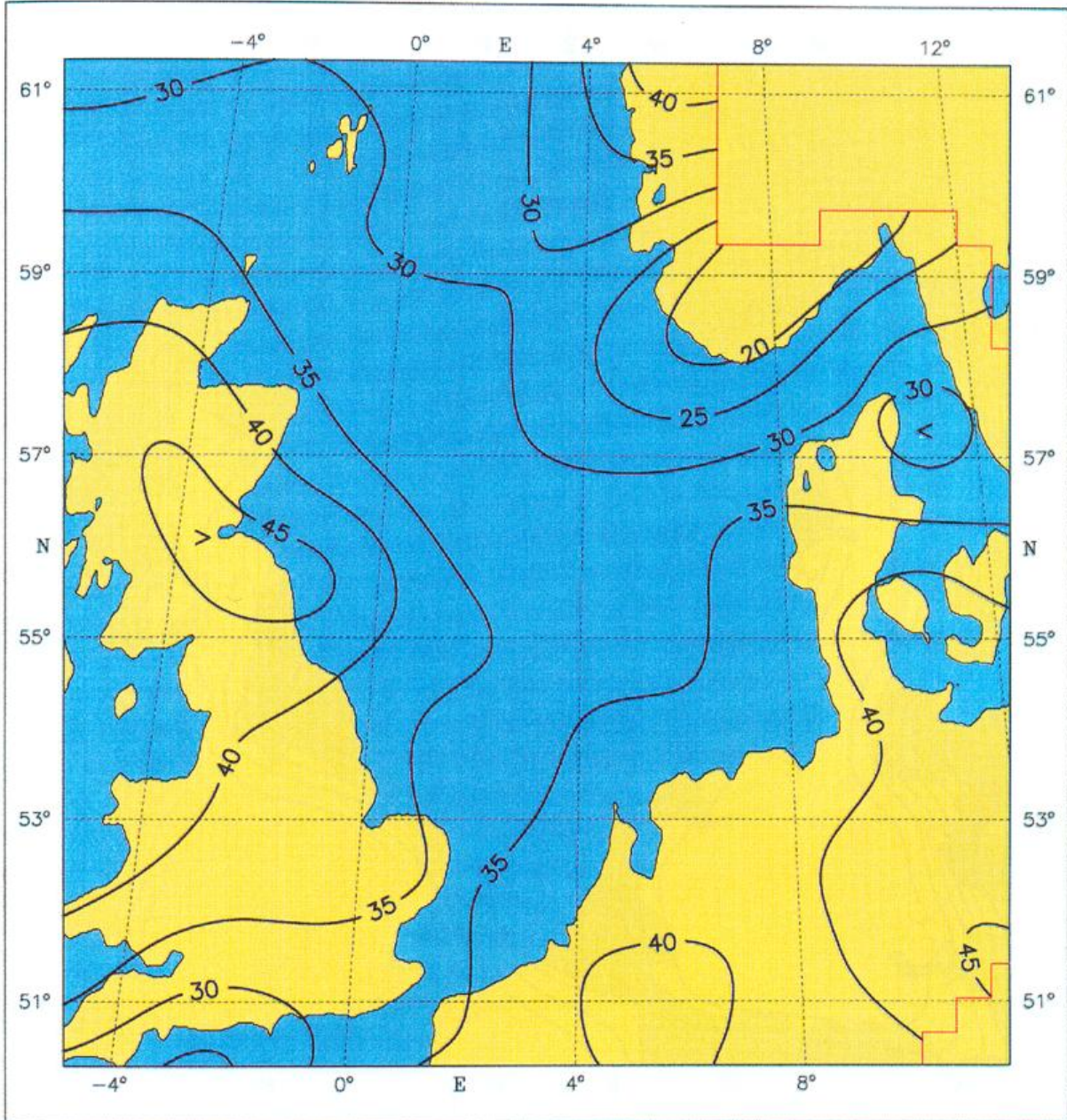


Fig. 7.11.5: Steadiness of wind [%], Year

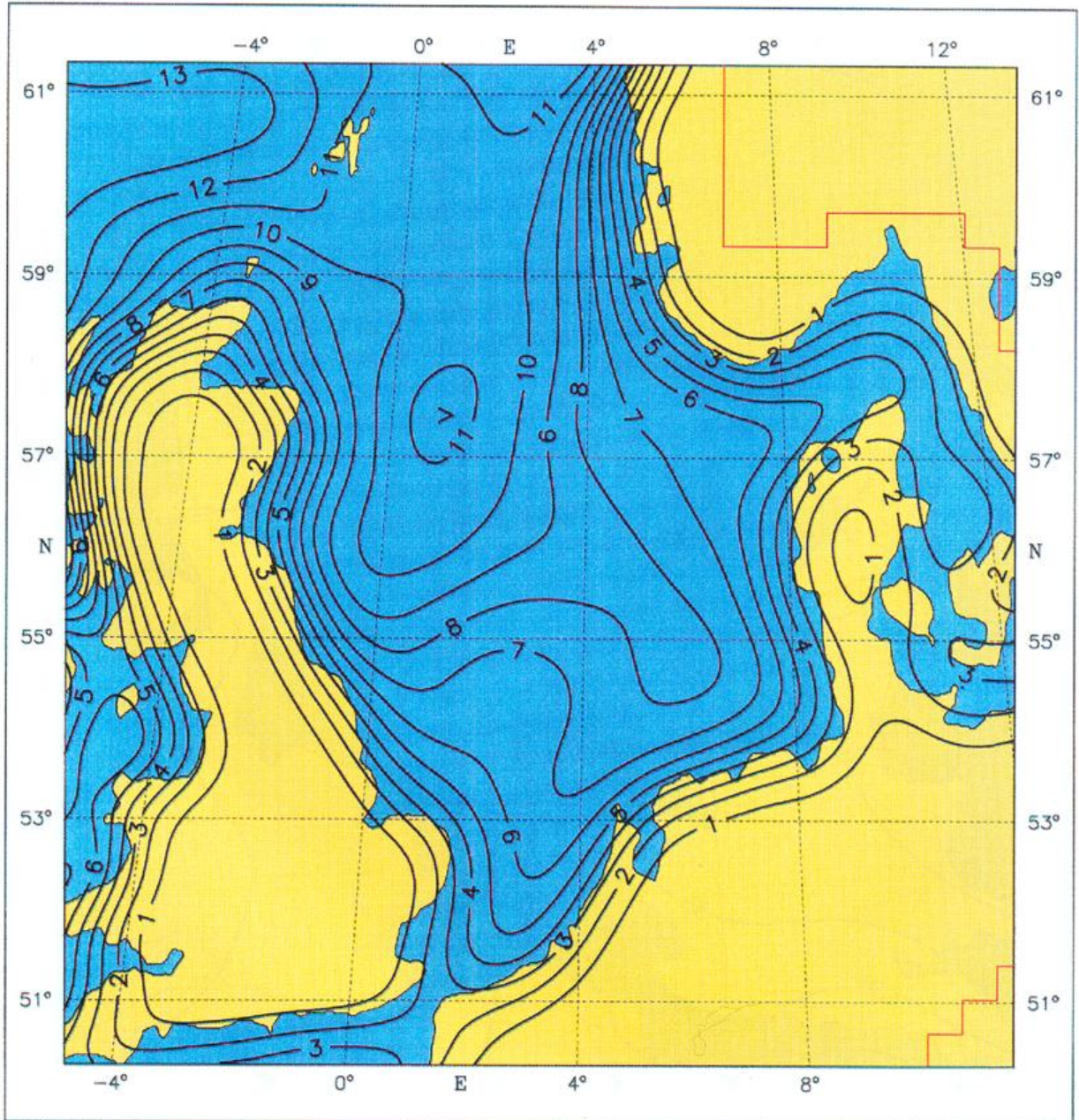


Fig. 7.12.1: Relative frequencies of stormy wind situations [%], January

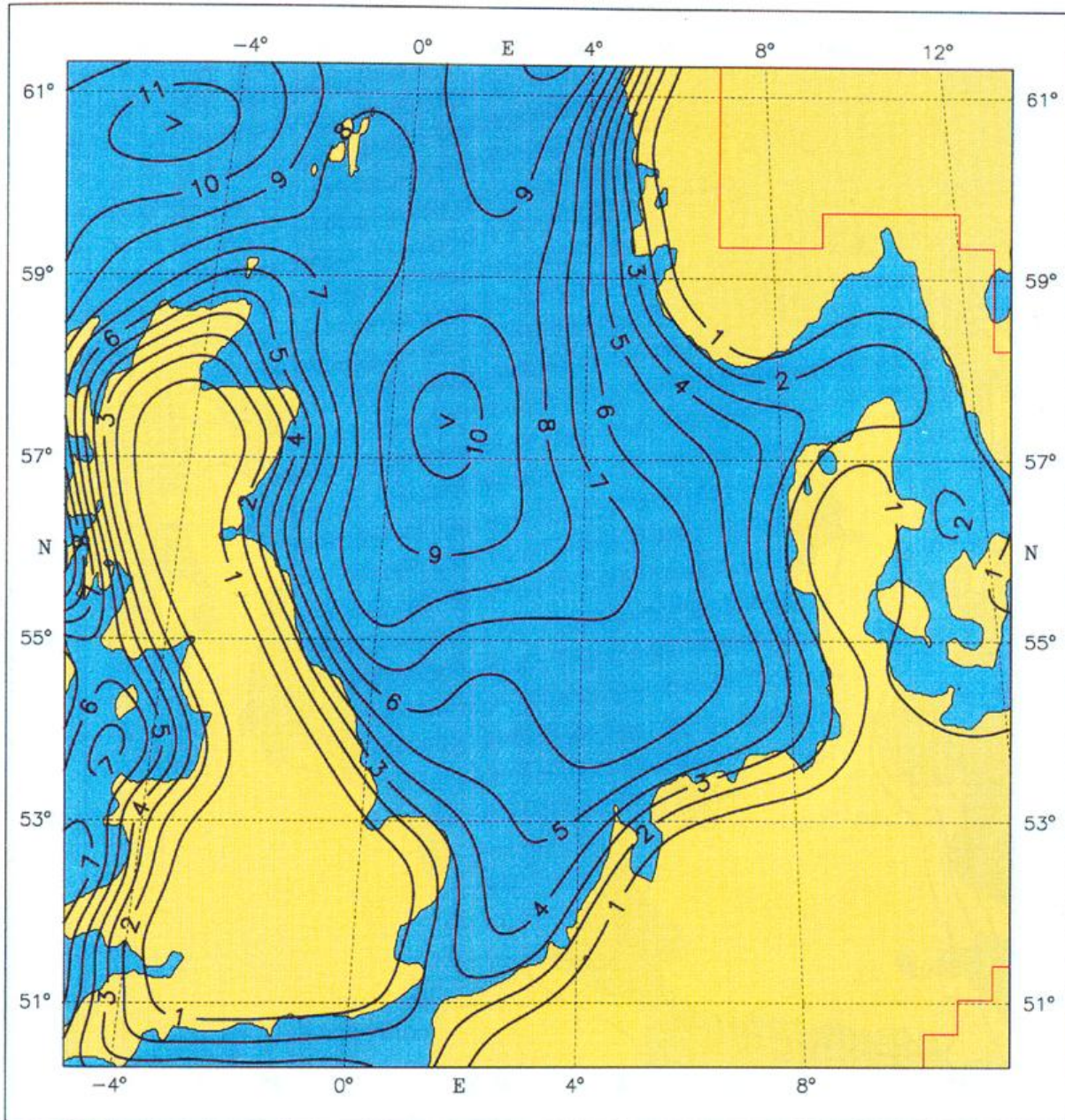


Fig. 7.12.2: Relative frequencies of stormy wind situations [%], February

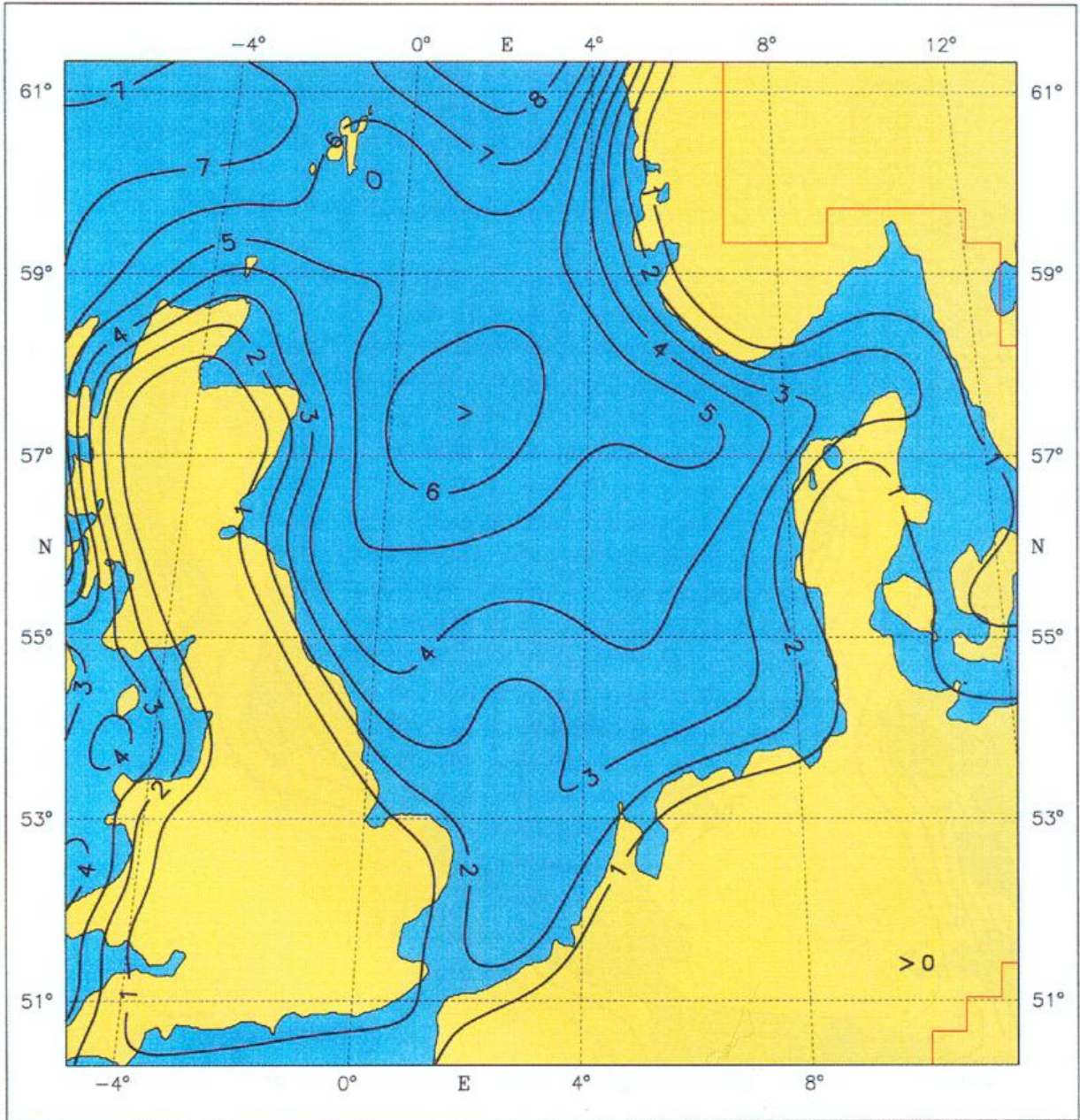


Fig. 7.12.3: Relative frequencies of stormy wind situations [%], March

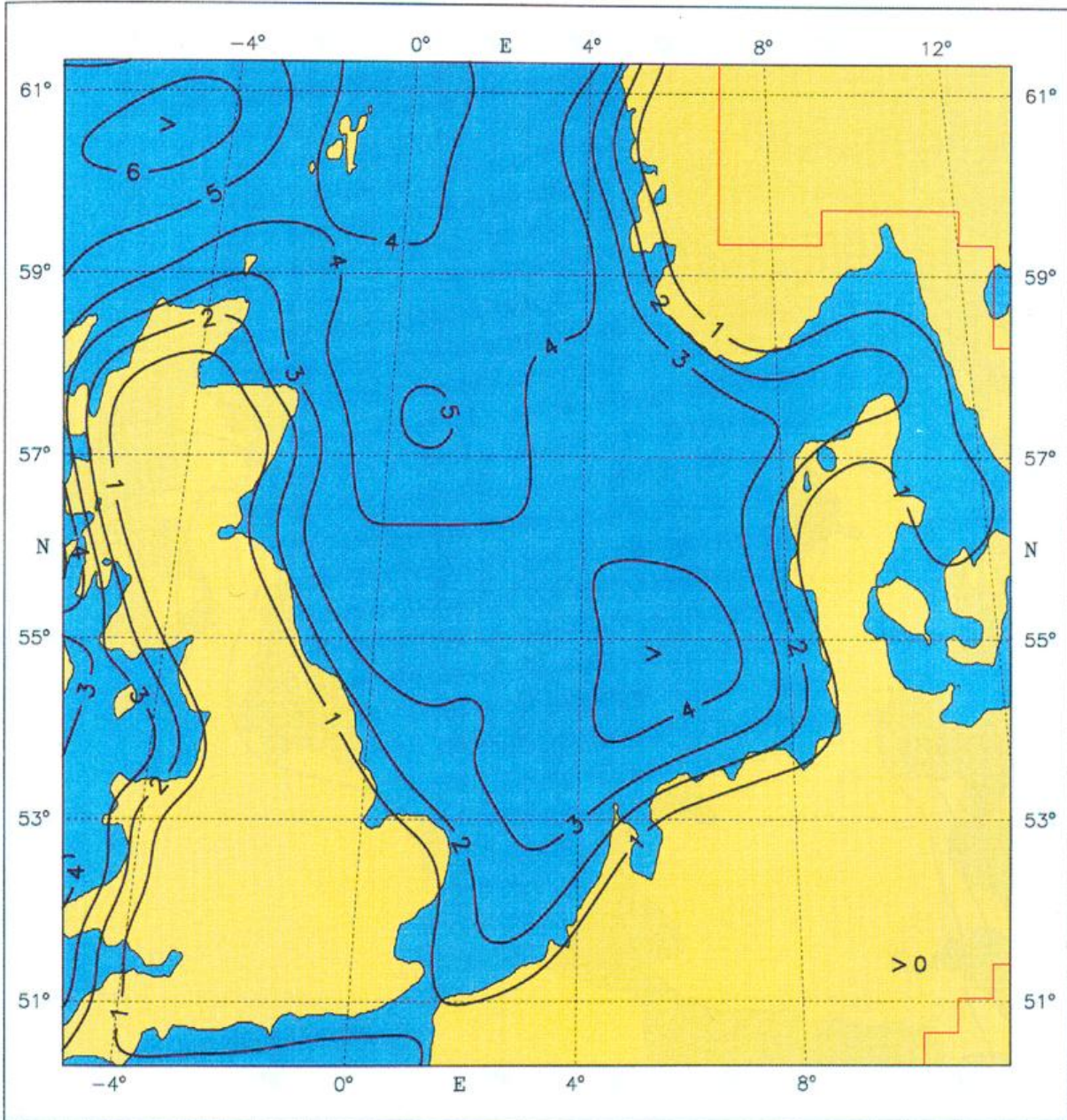


Fig. 7.12.4: Relative frequencies of stormy wind situations [%], October

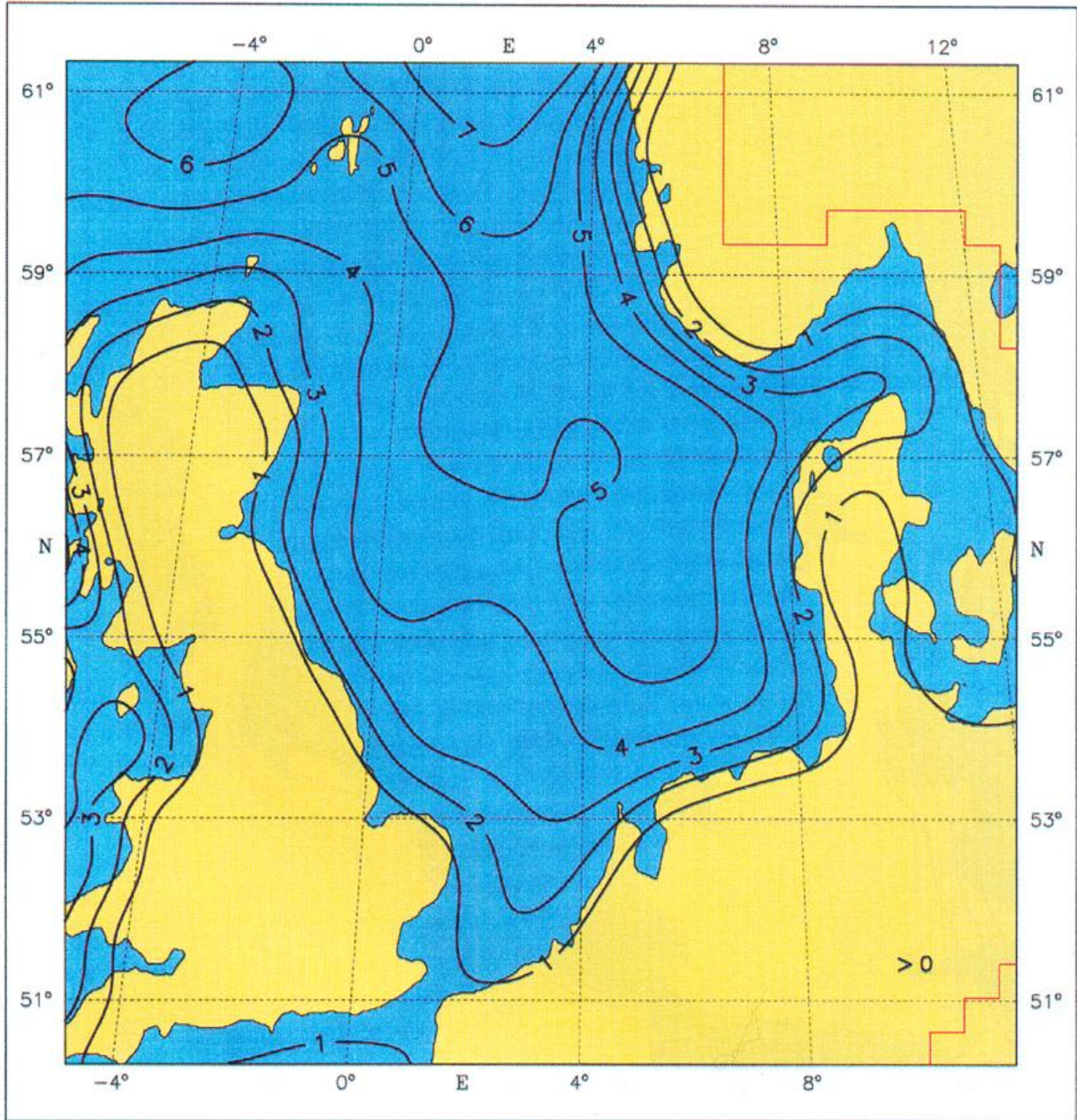


Fig. 7.12.5: Relative frequencies of stormy wind situations [%], November

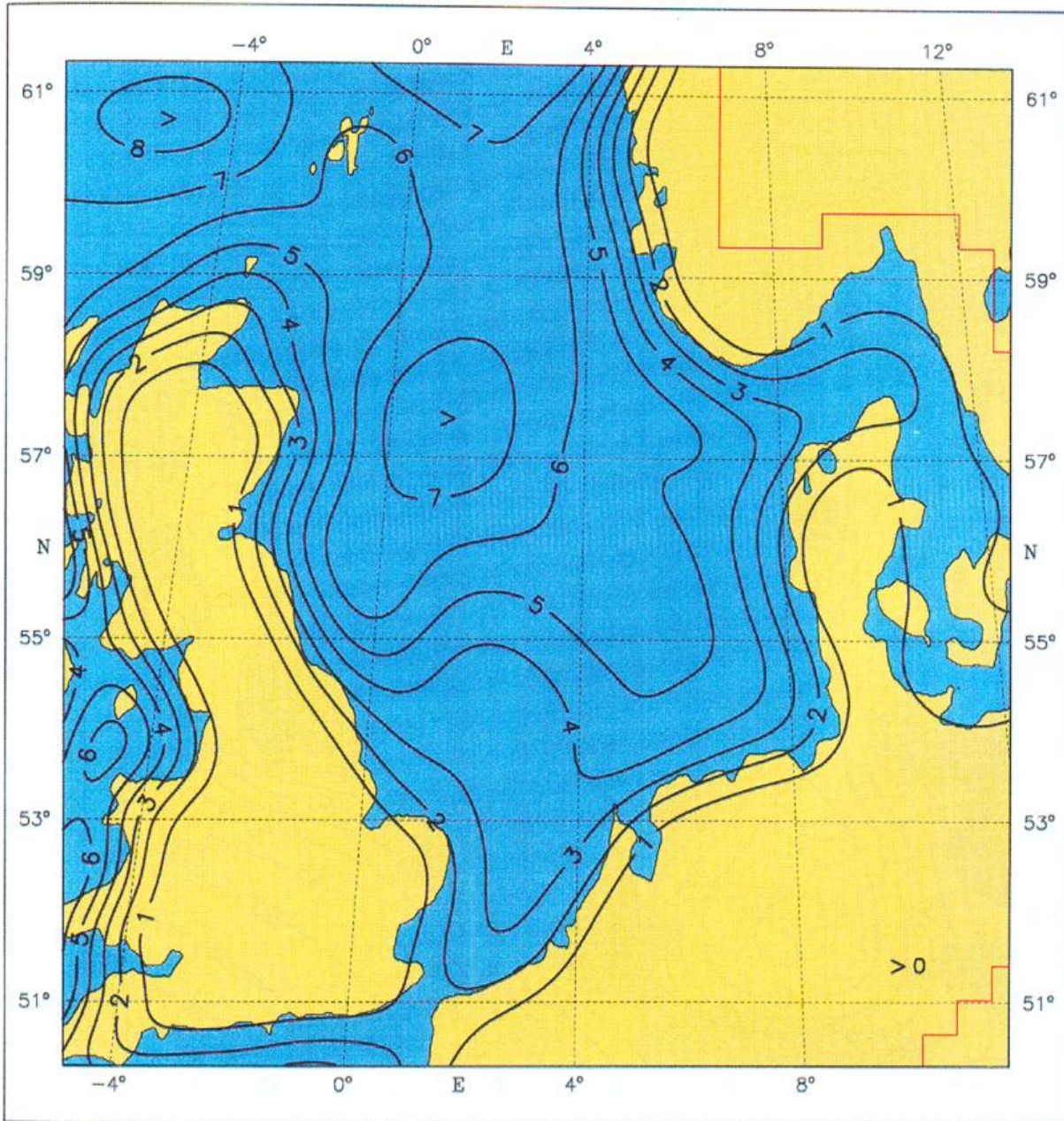


Fig. 7.12.6: Relative frequencies of stormy wind situations [%], December

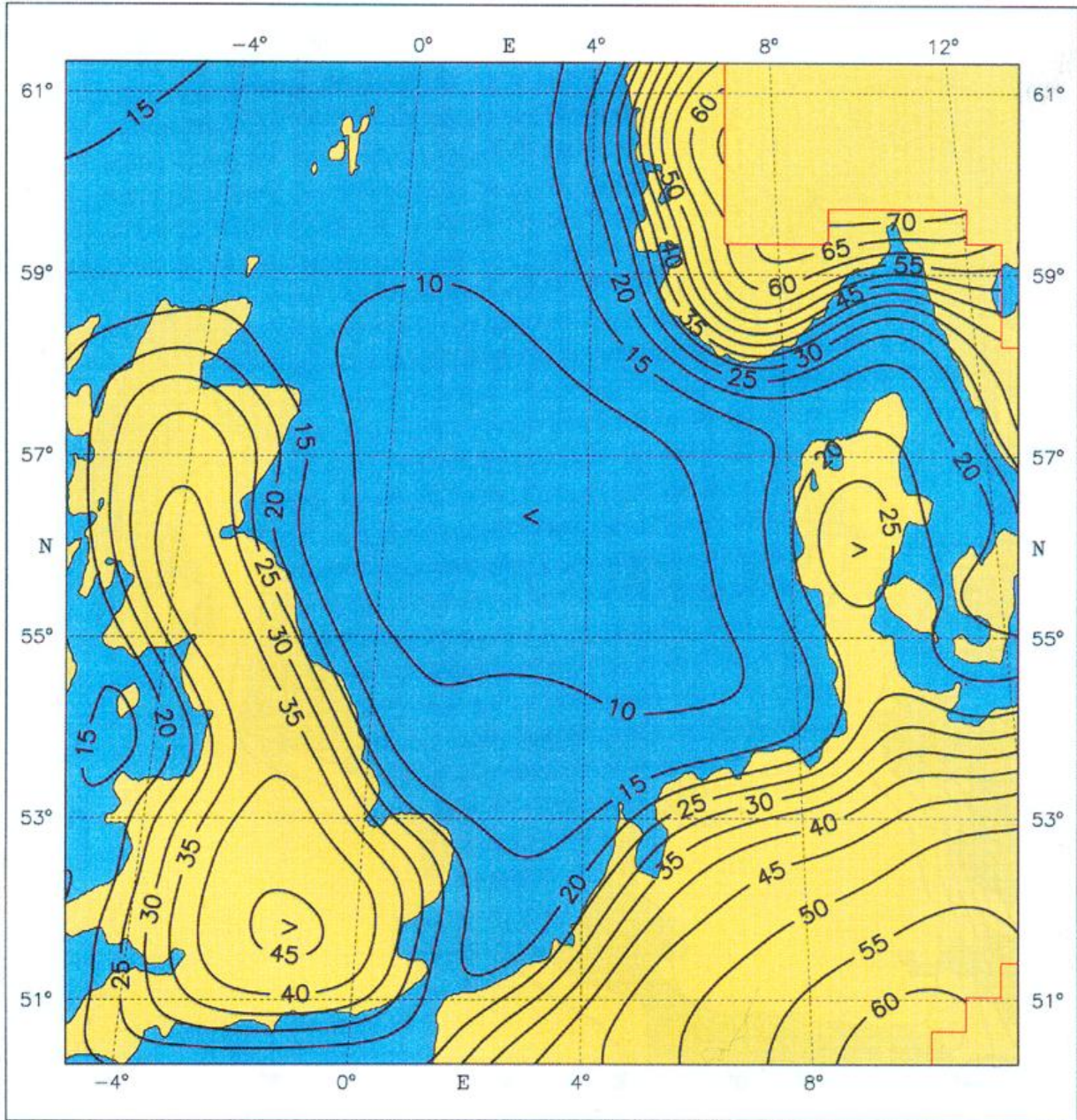


Fig. 7.13.1: Relative frequencies of weak wind situations [%], January

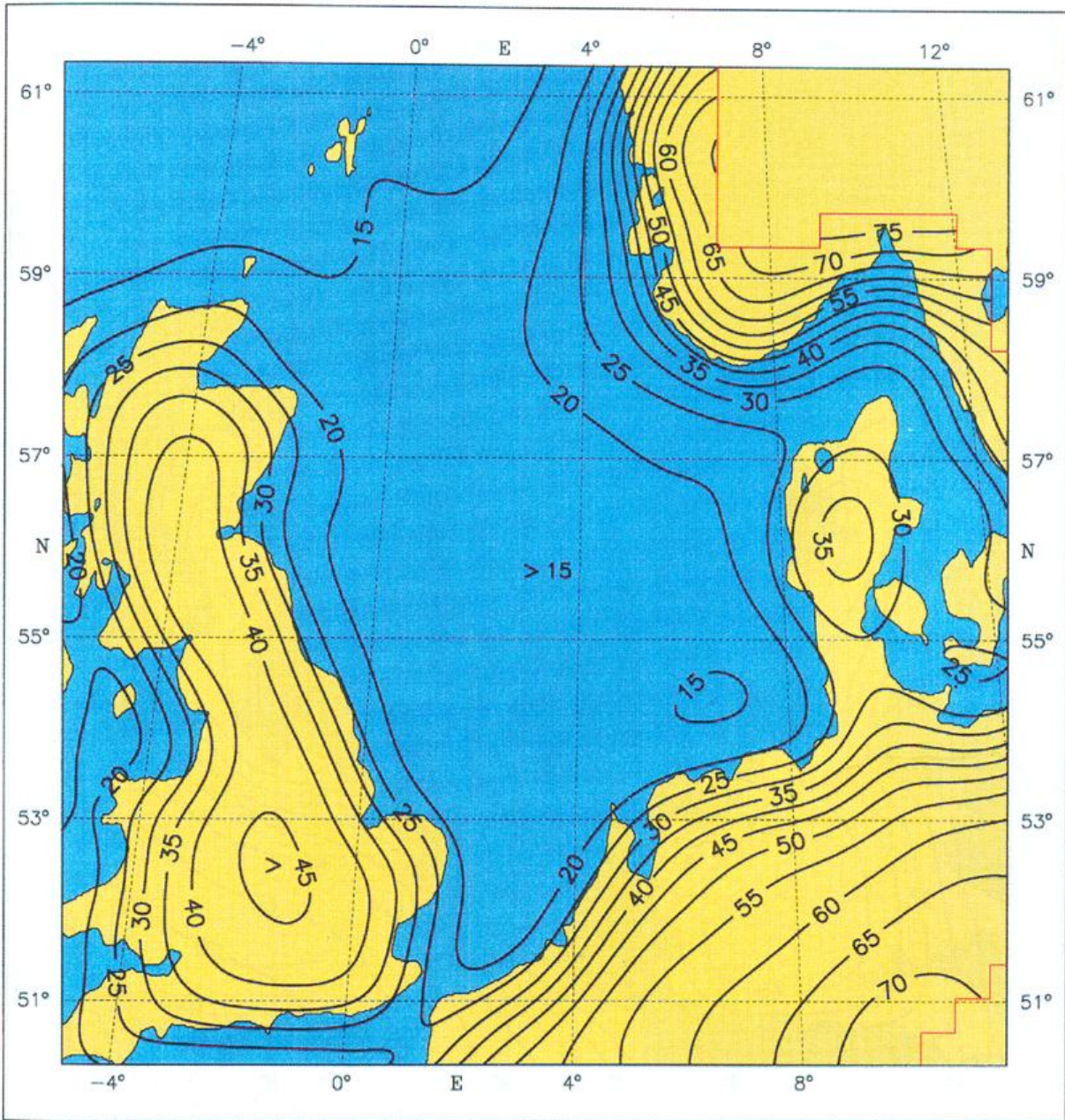


Fig. 7.13.2: Relative frequencies of weak wind situations [%], February

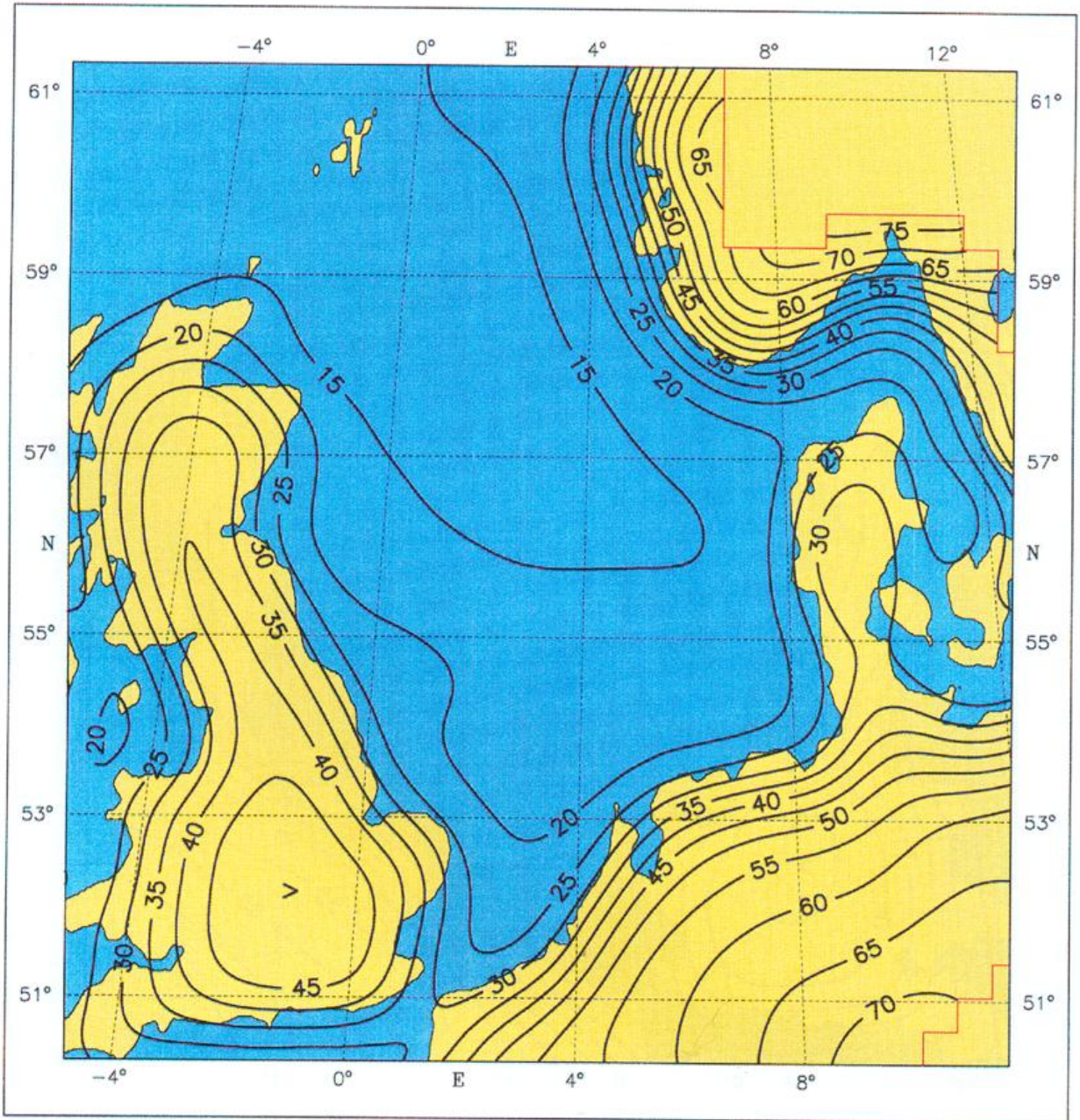


Fig. 7.13.3: Relative frequencies of weak wind situations [%], March

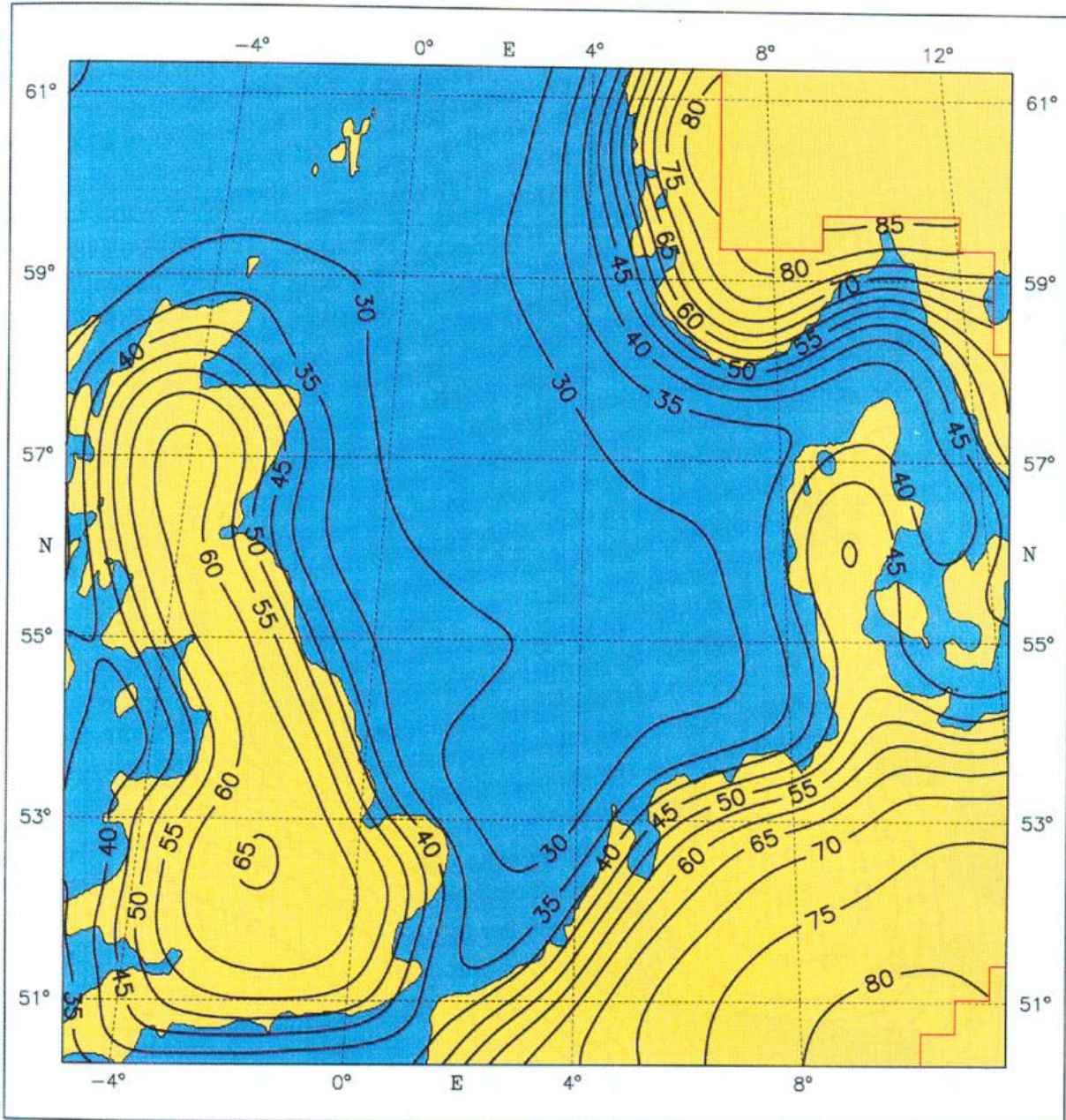


Fig. 7.13.4: Relative frequencies of weak wind situations [%], April

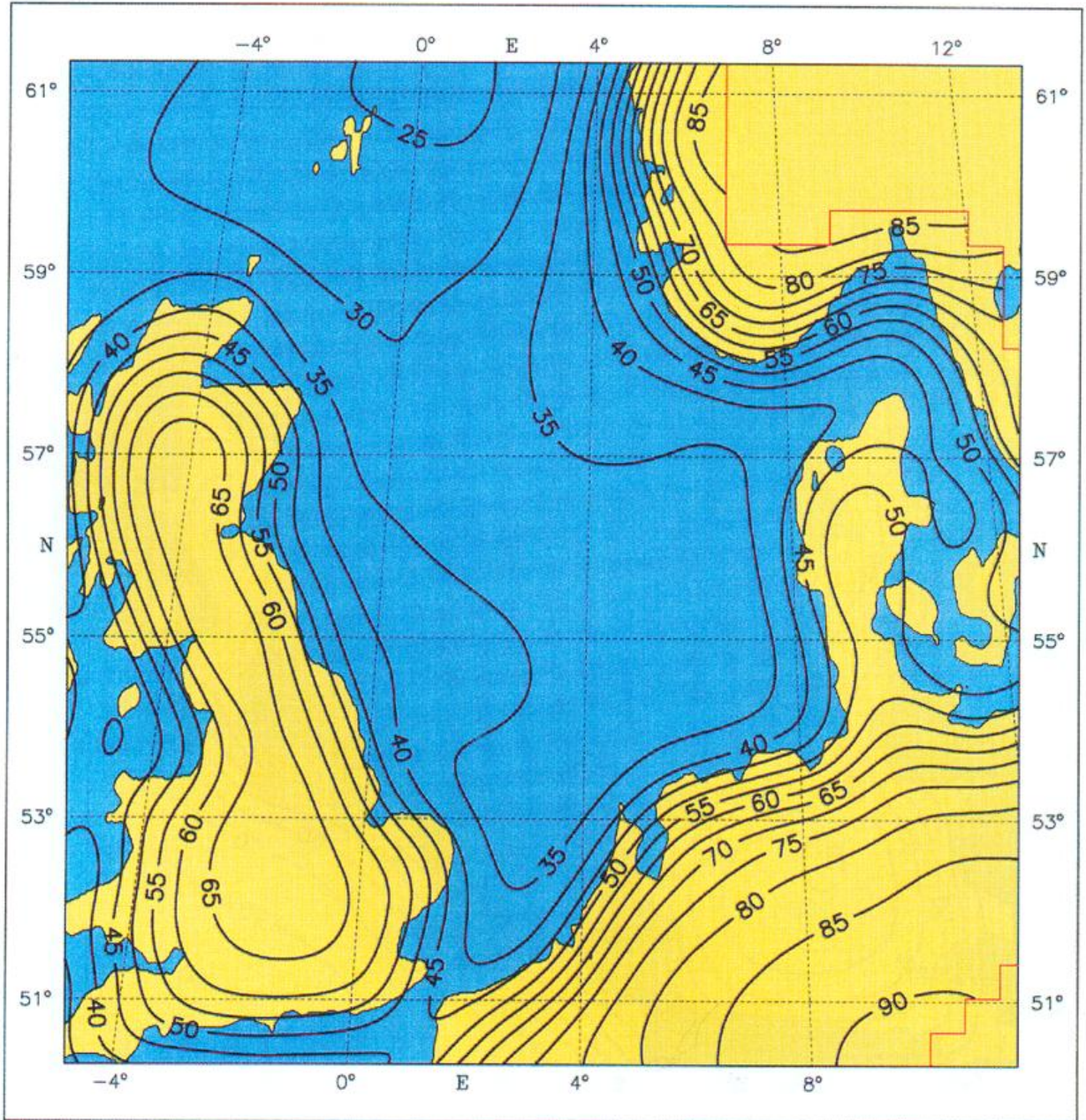


Fig. 7.13.5: Relative frequencies of weak wind situations [%], May

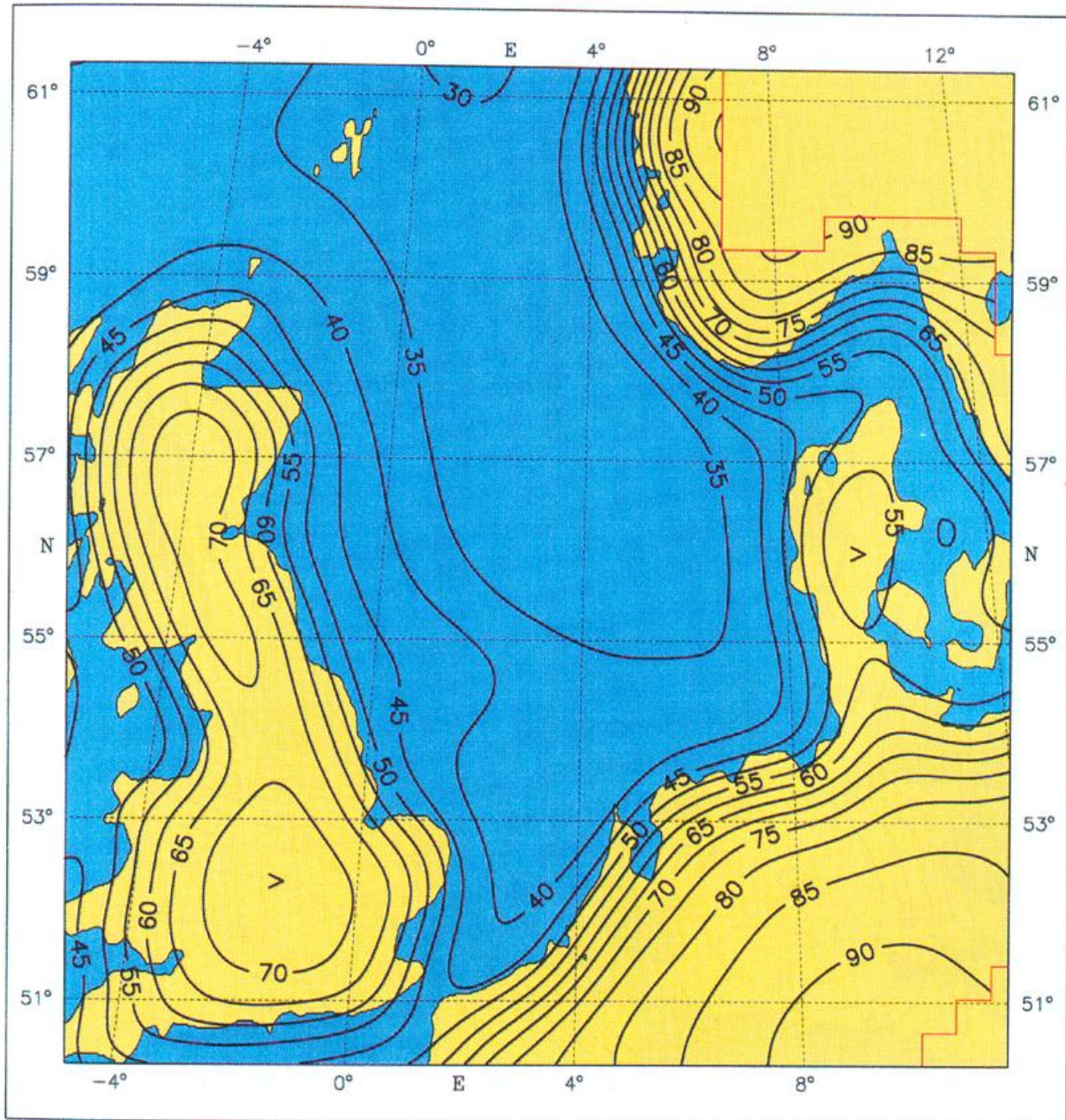


Fig. 7.13.6: Relative frequencies of weak wind situations [%], June

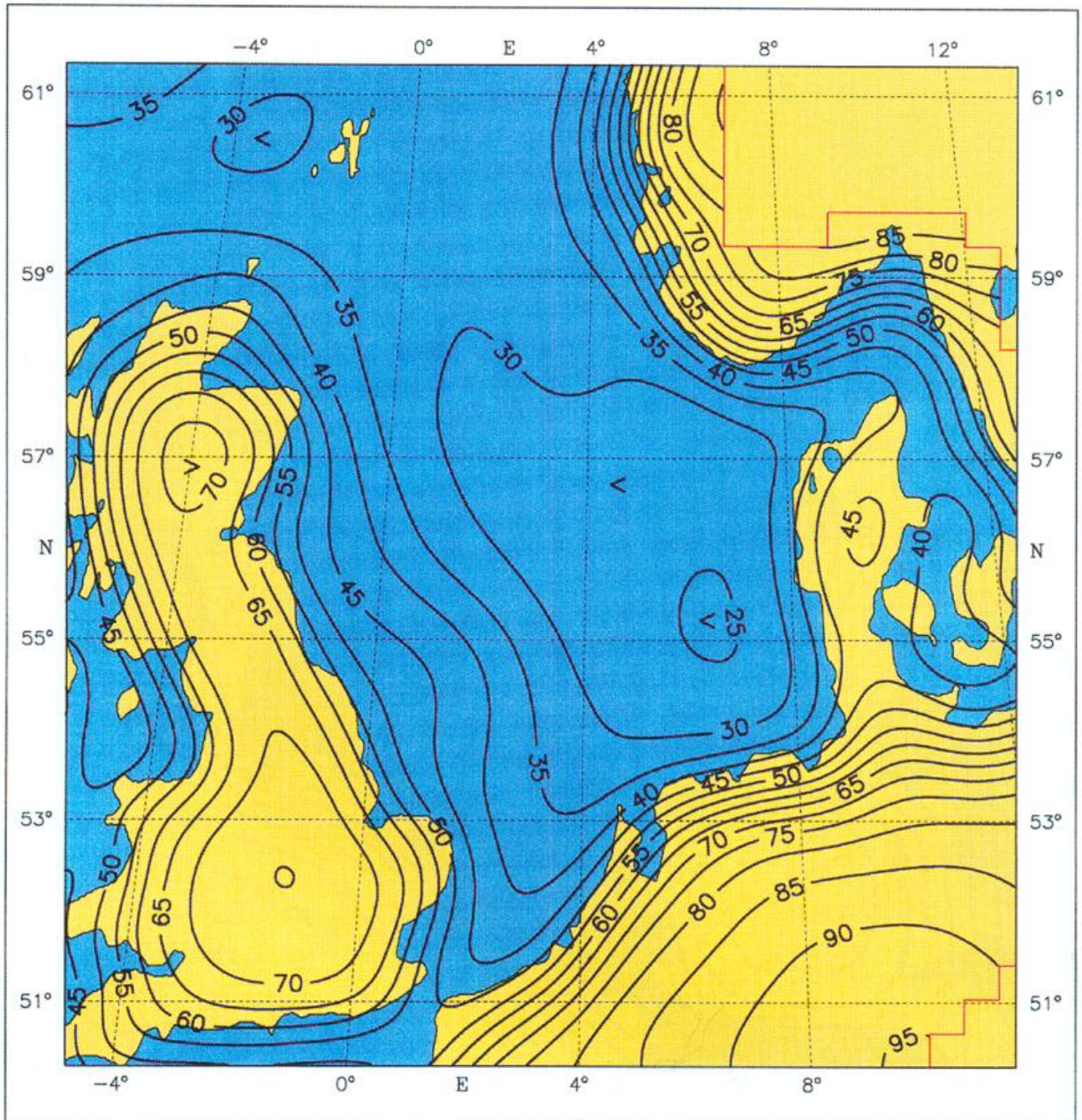


Fig. 7.13.7: Relative frequencies of weak wind situations [%], July

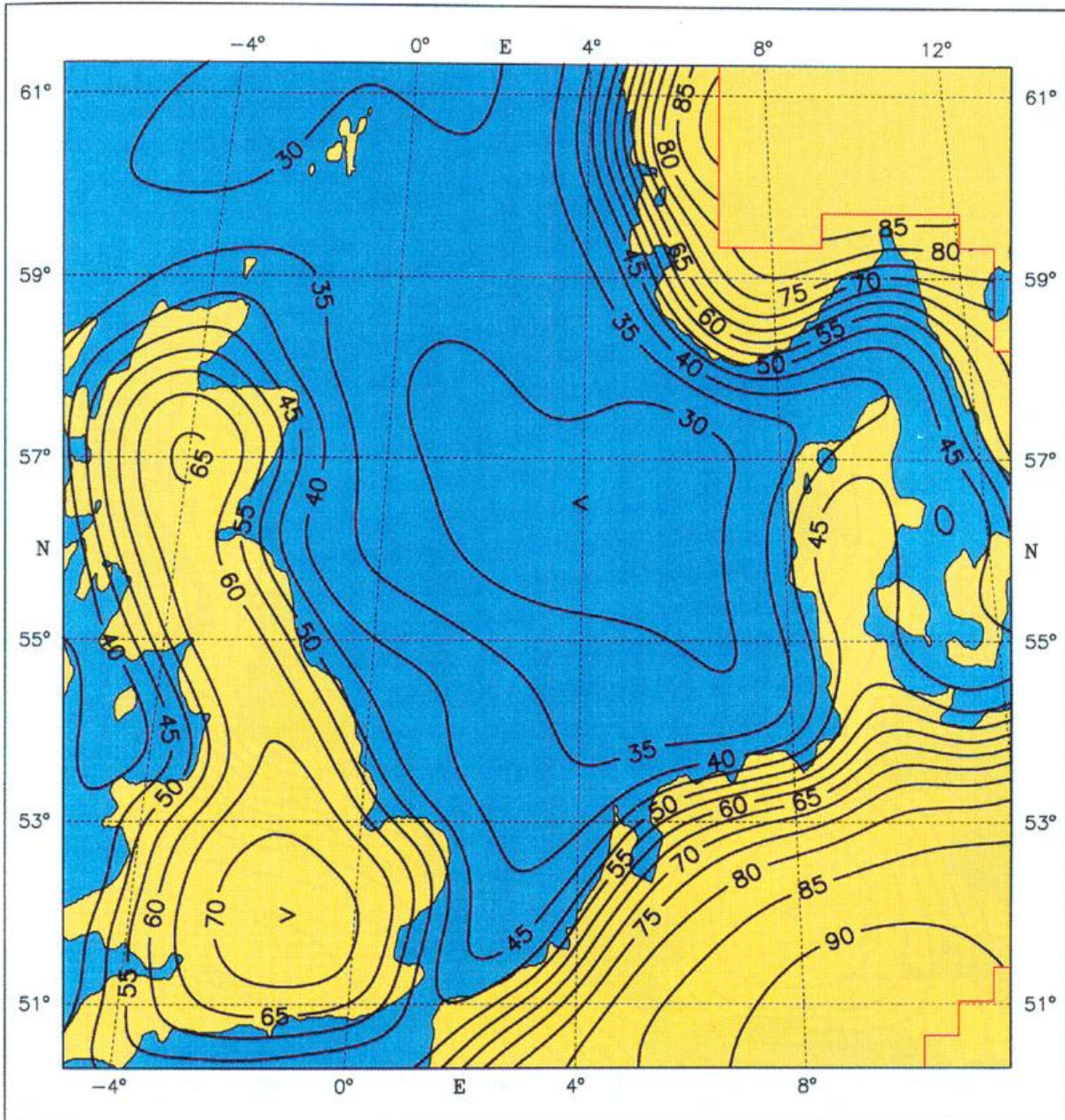


Fig. 7.13.8: Relative frequencies of weak wind situations [%], August

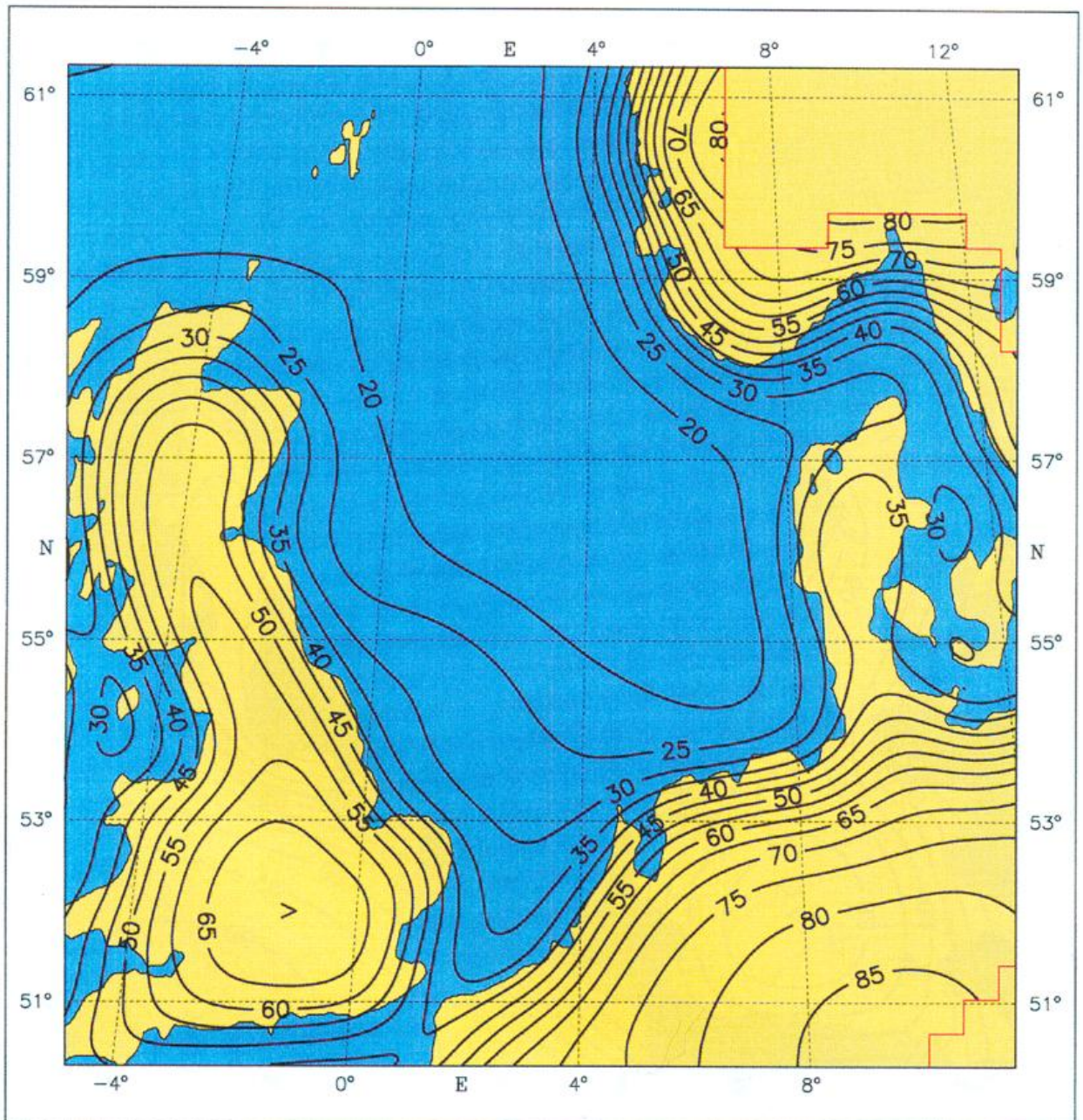


Fig. 7.13.9: Relative frequencies of weak wind situations [%], September

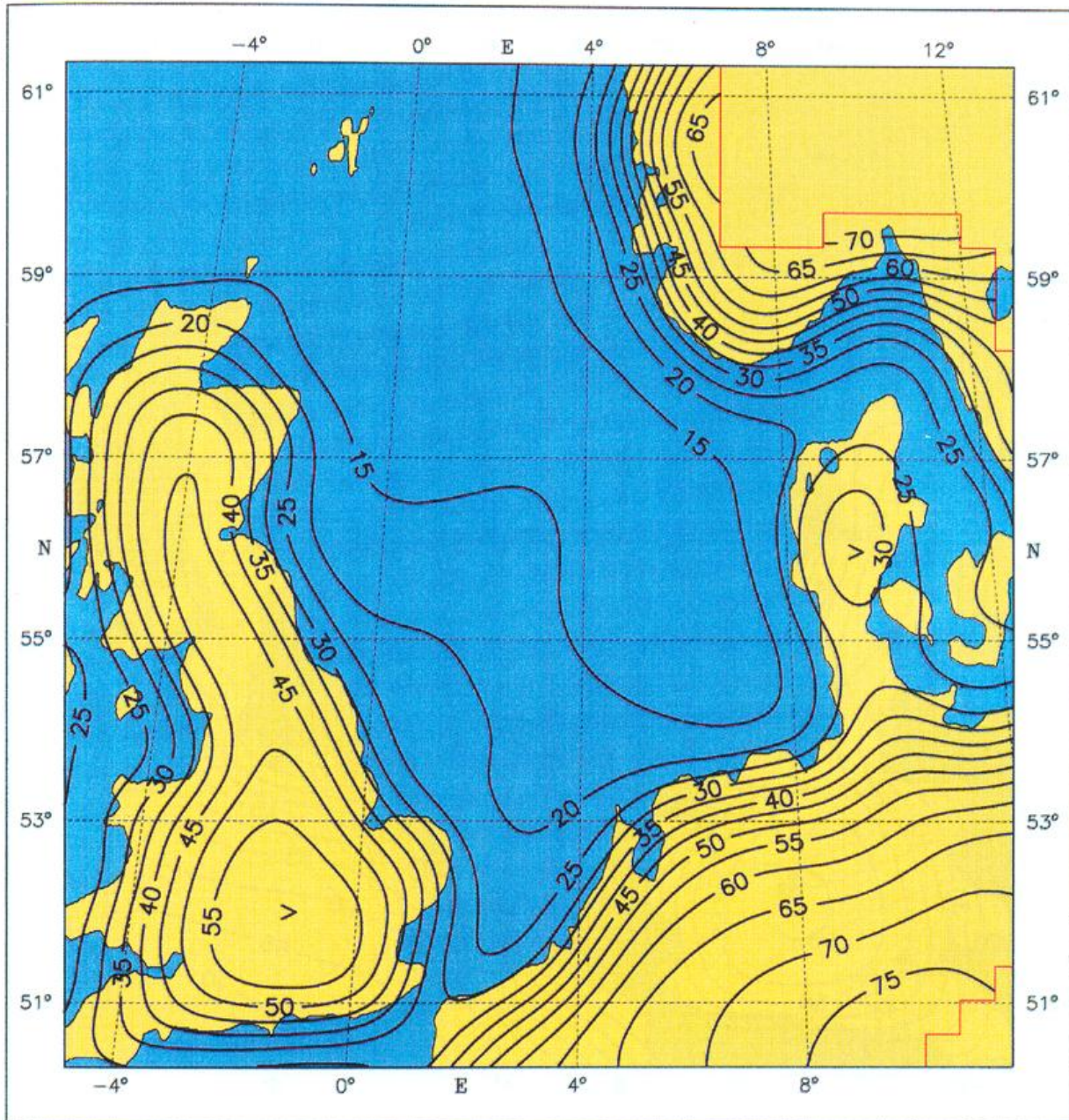


Fig. 7.13.10: Relative frequencies of weak wind situations [%], October

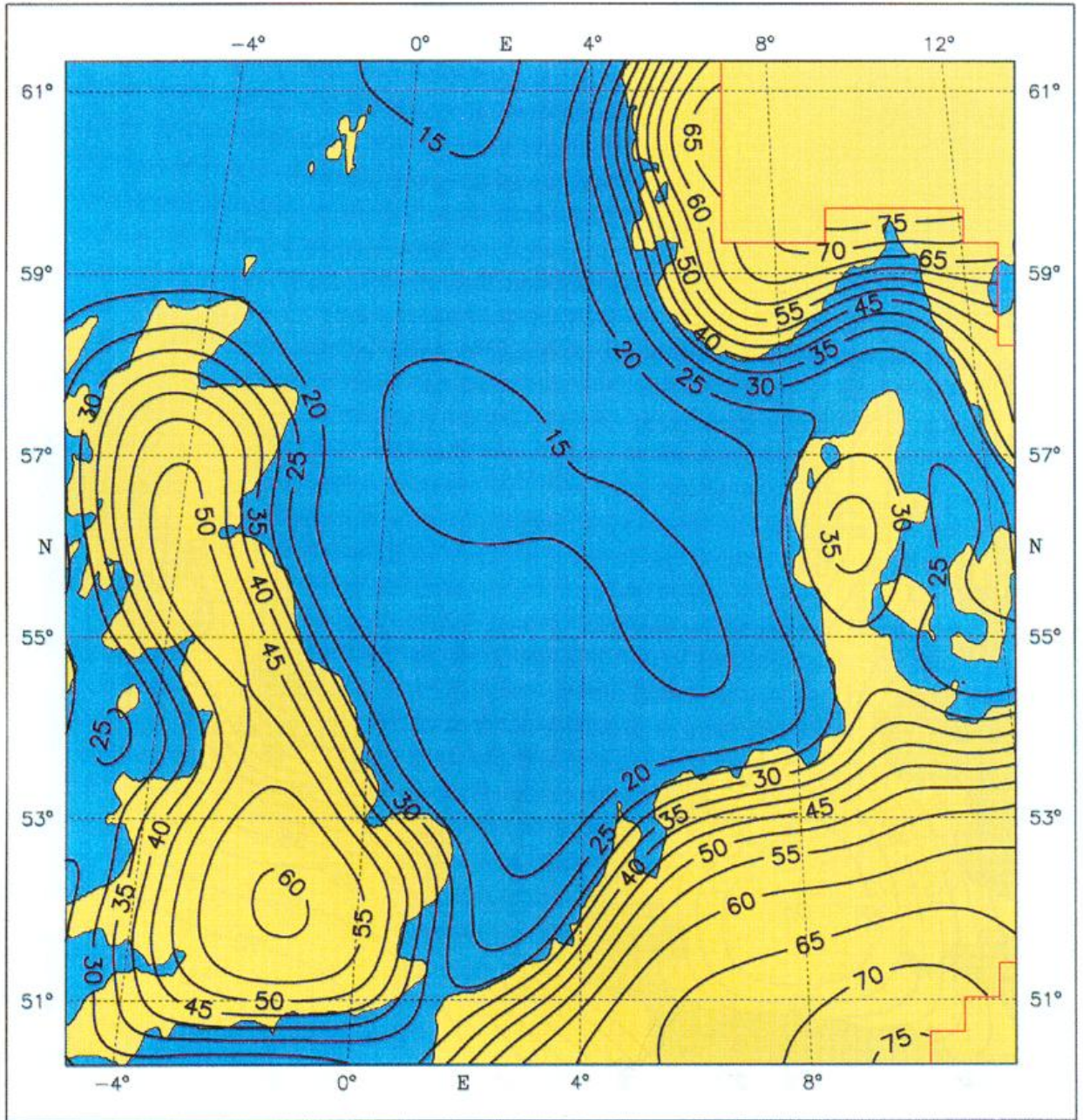


Fig. 7.13.11: Relative frequencies of weak wind situations [%], November

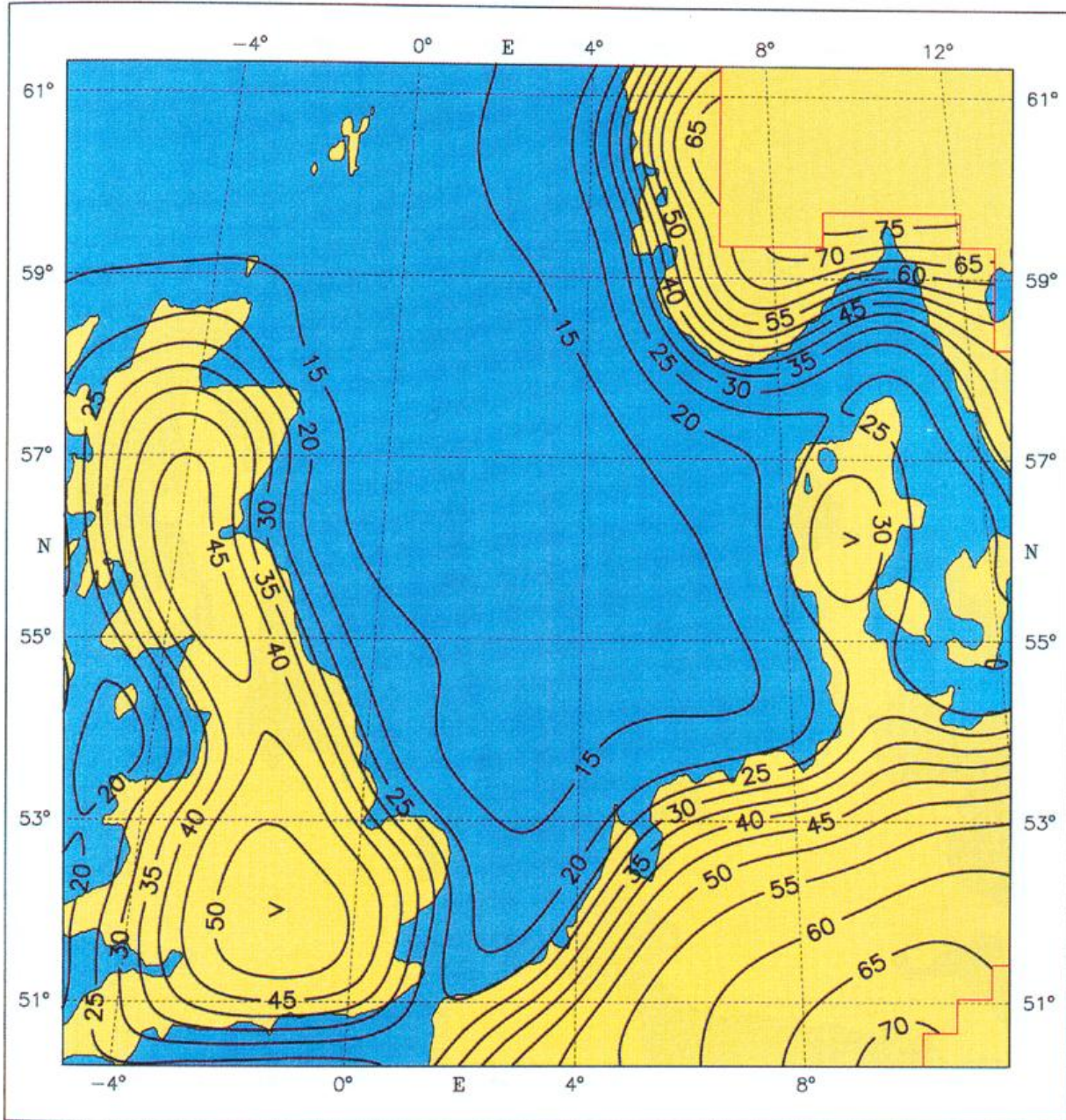


Fig. 7.13.12: Relative frequencies of weak wind situations [%], December

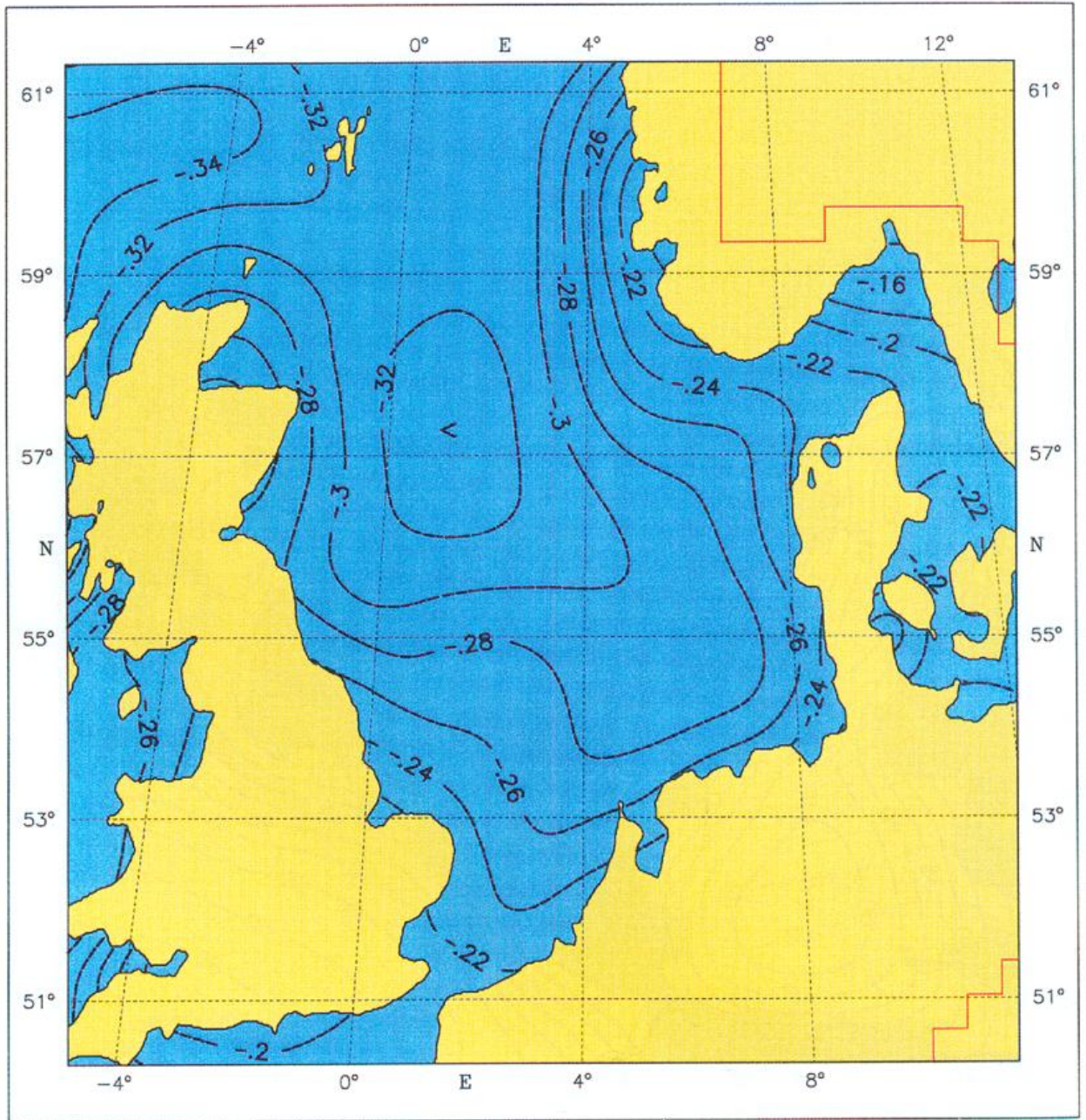


Fig. 7.14.1: Mean turbulent vertical flux of momentum [$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$], January

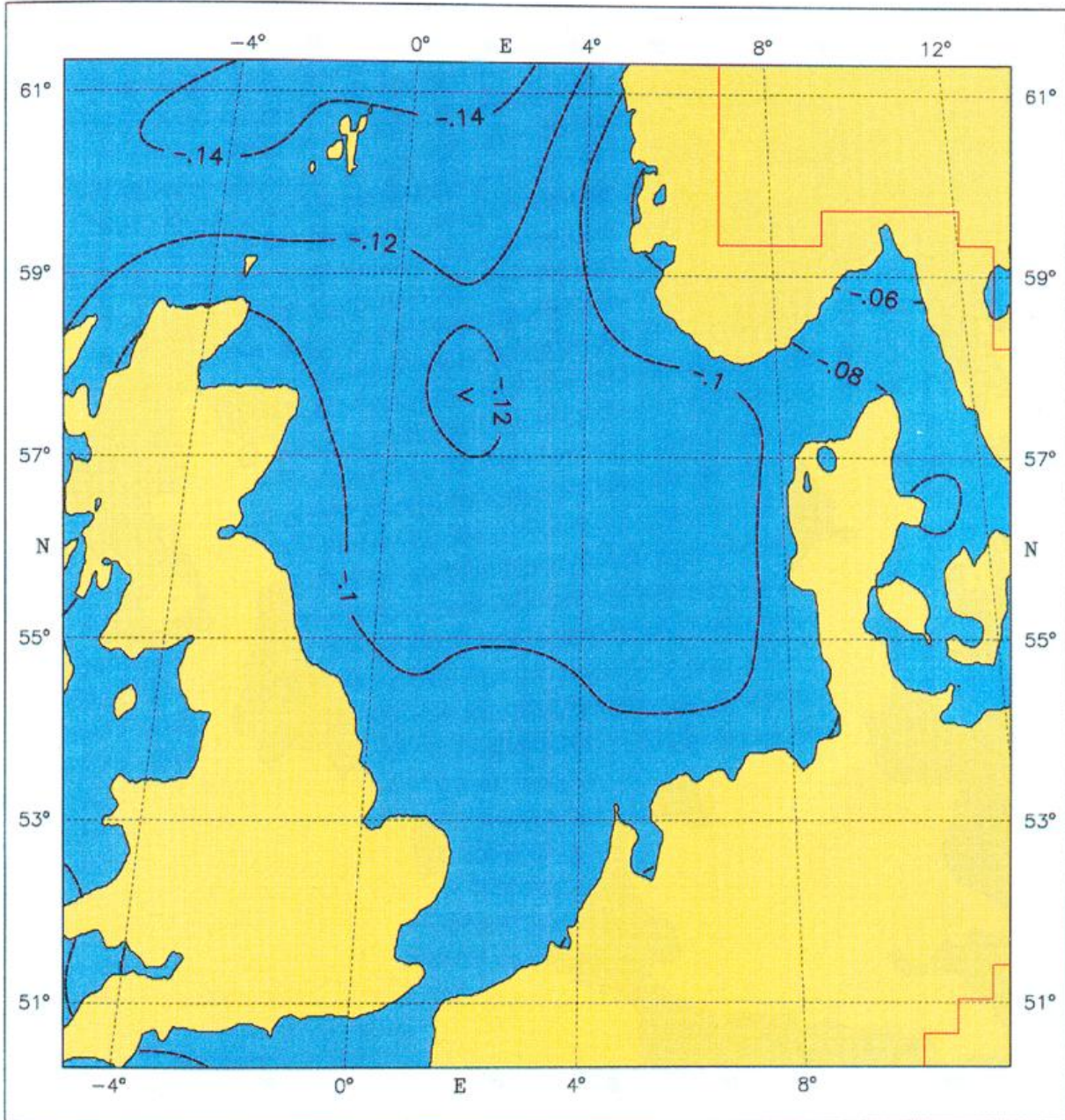


Fig. 7.14.2: Mean turbulent vertical flux of momentum [$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$], April

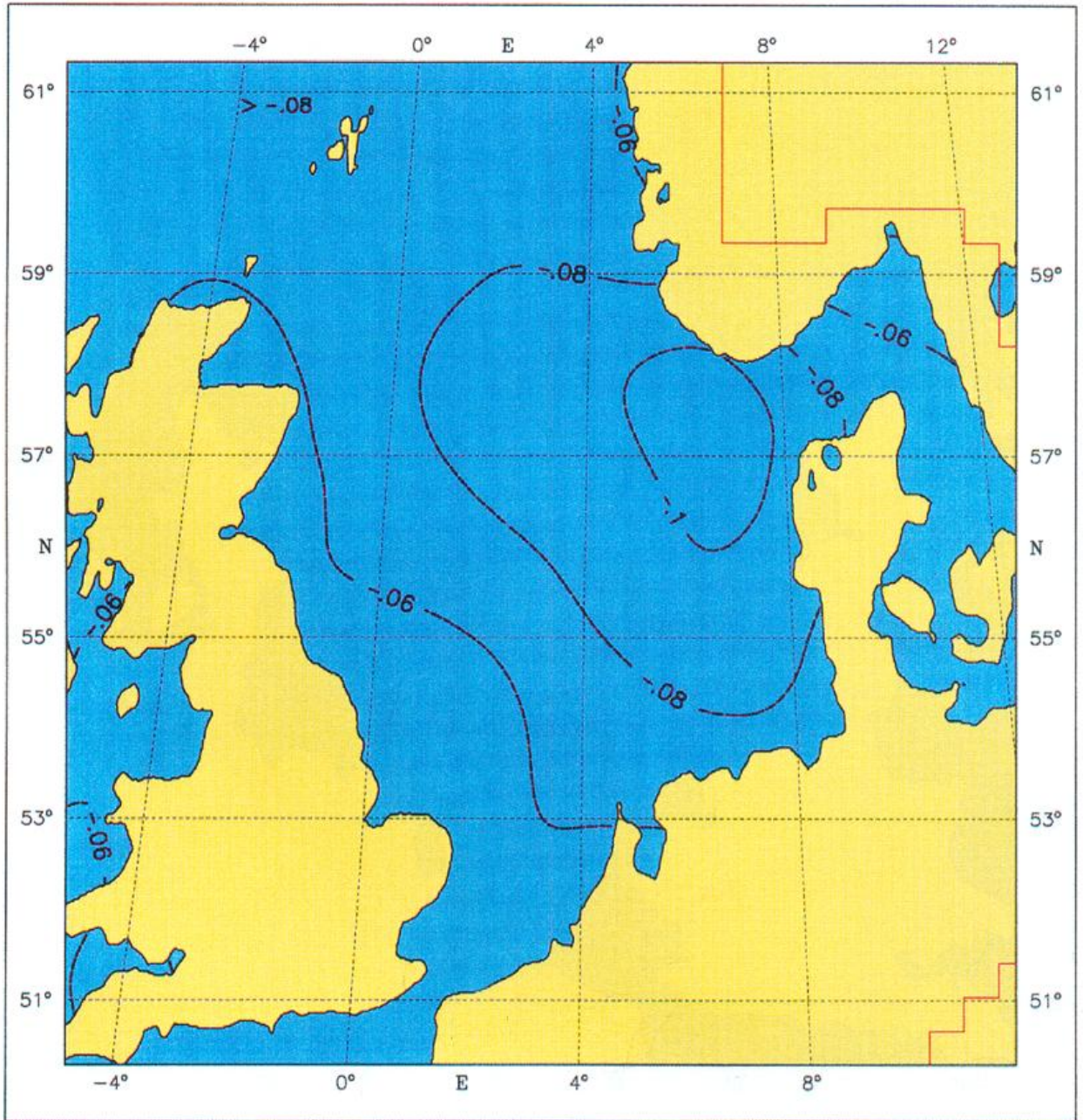


Fig. 7.14.3: Mean turbulent vertical flux of momentum [$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$], July

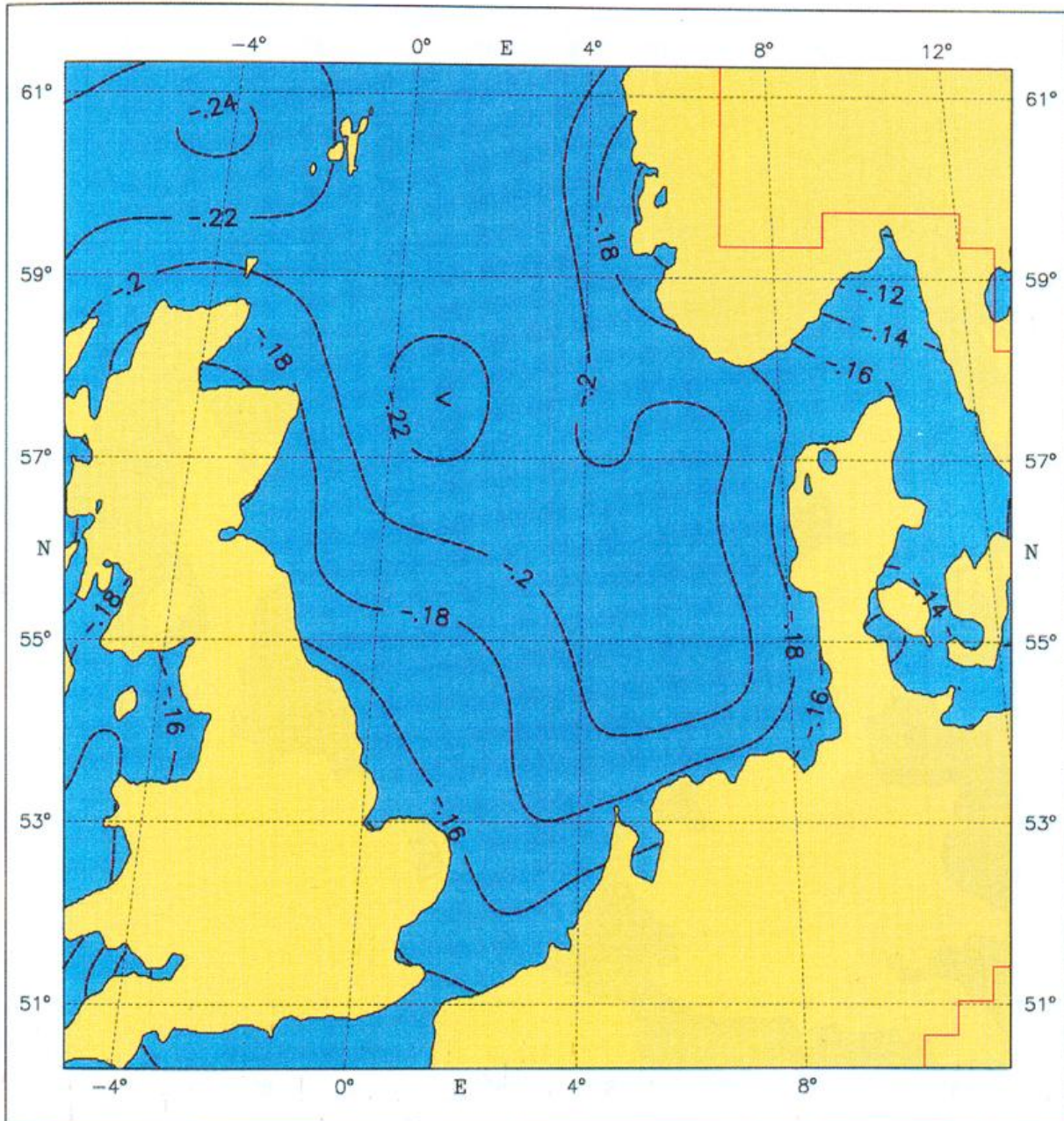


Fig. 7.14.4: Mean turbulent vertical flux of momentum [$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$], October

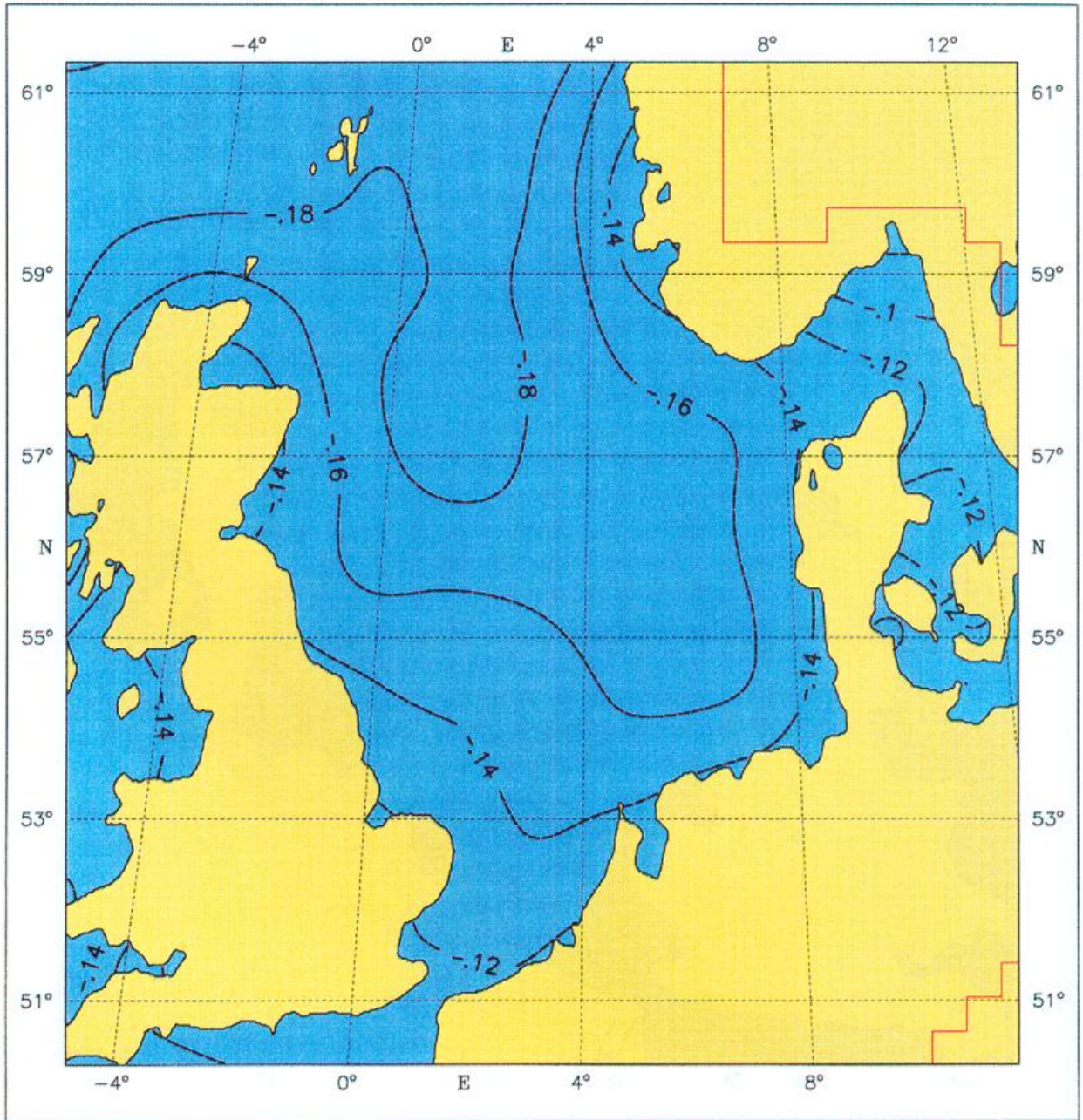


Fig. 7.14.5: Mean turbulent vertical flux of momentum [$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$], Year

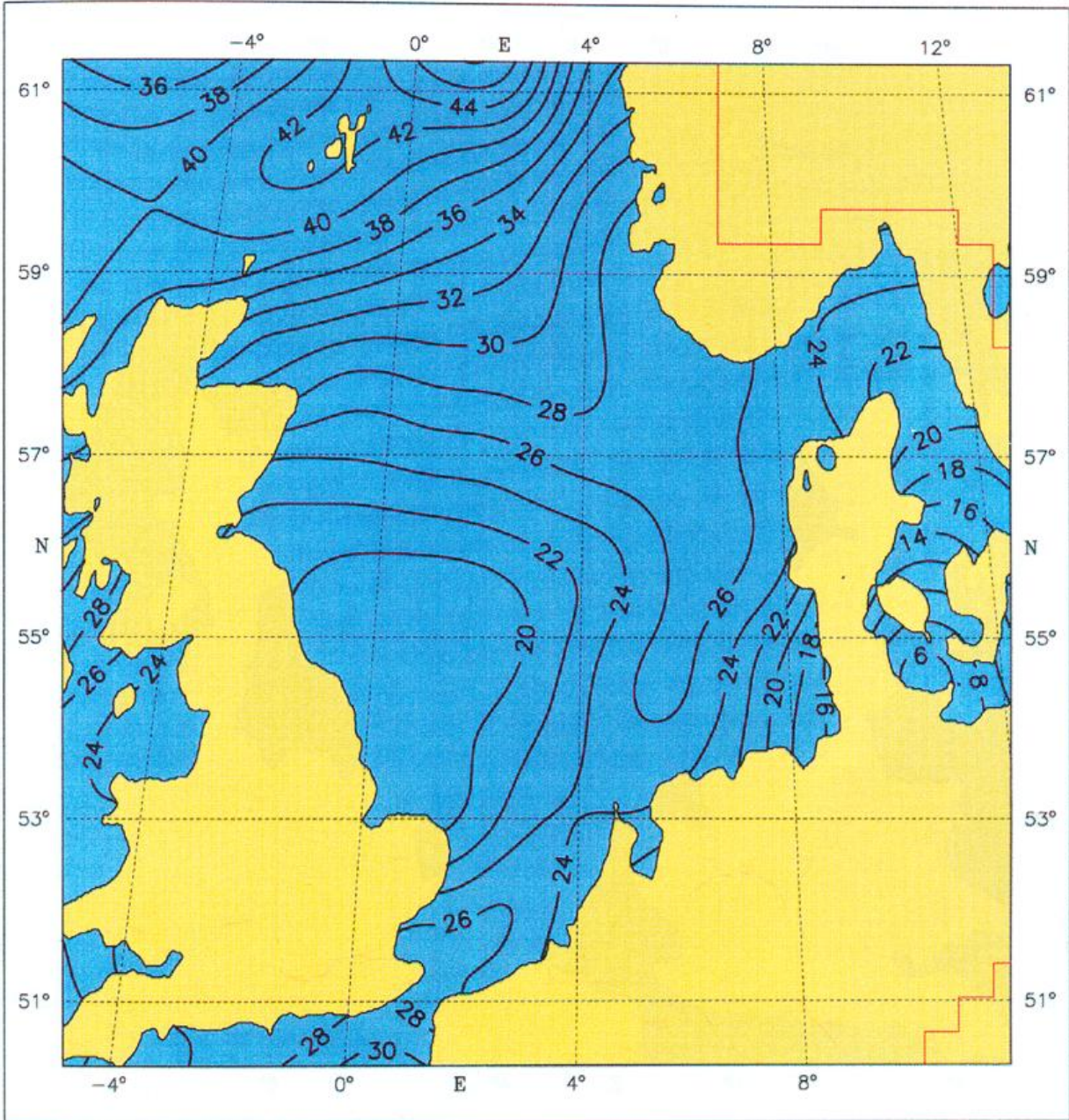


Fig. 7.15.1: Mean turbulent vertical flux of sensible heat [Wm^{-2}], January

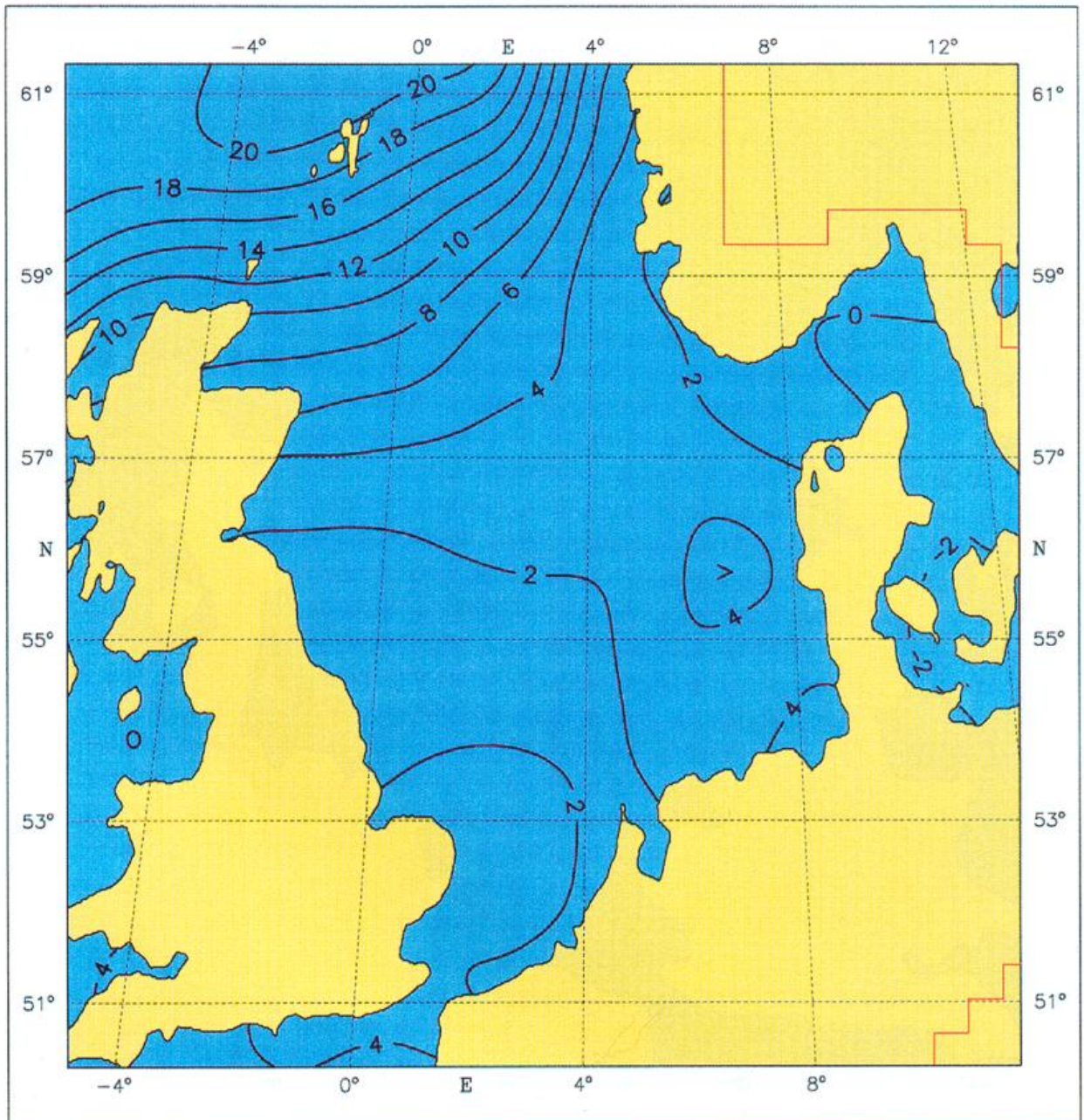


Fig. 7.15.2: Mean turbulent vertical flux of sensible heat [Wm^{-2}], April

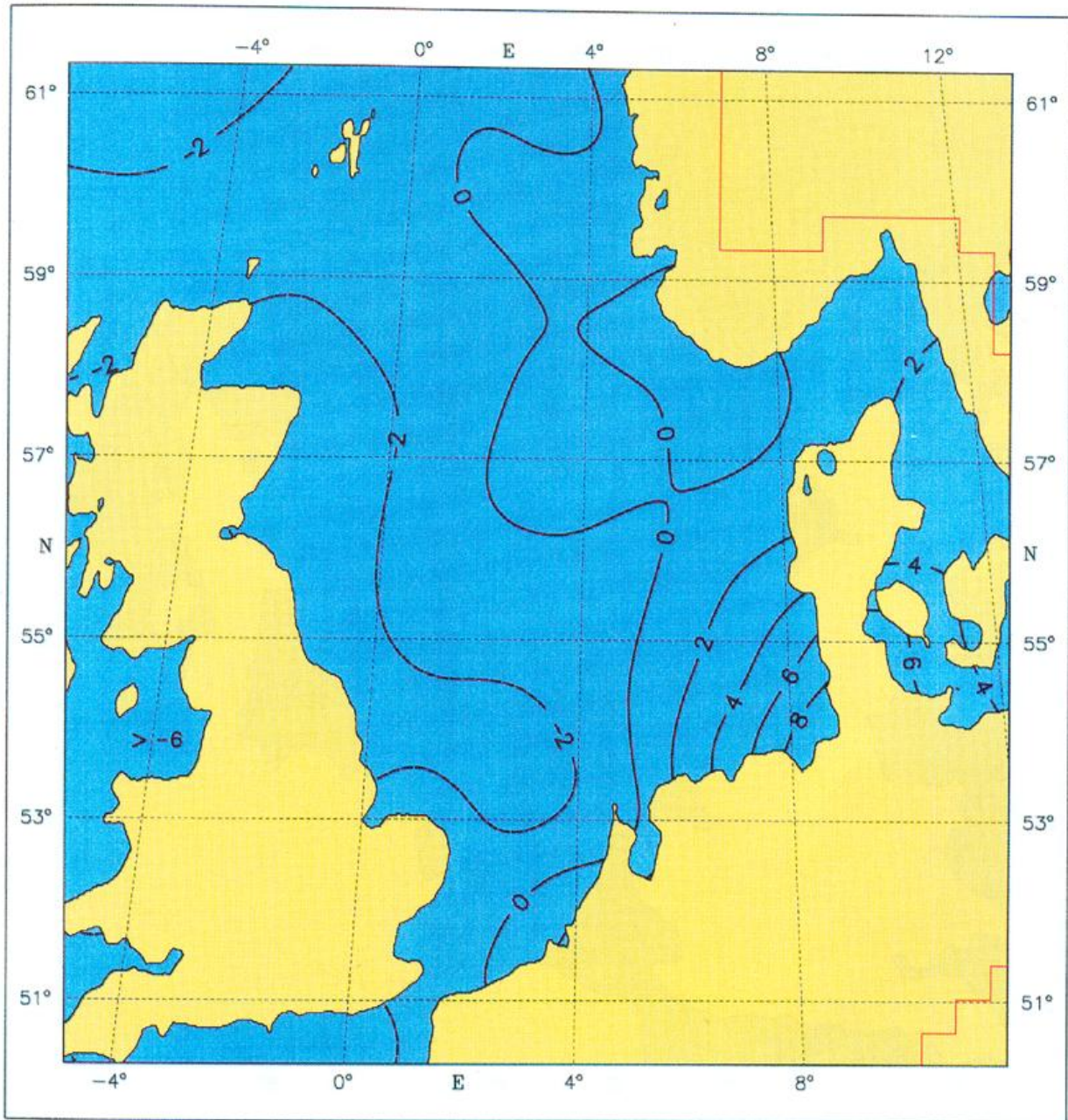


Fig. 7.15.3: Mean turbulent vertical flux of sensible heat [Wm^{-2}], July

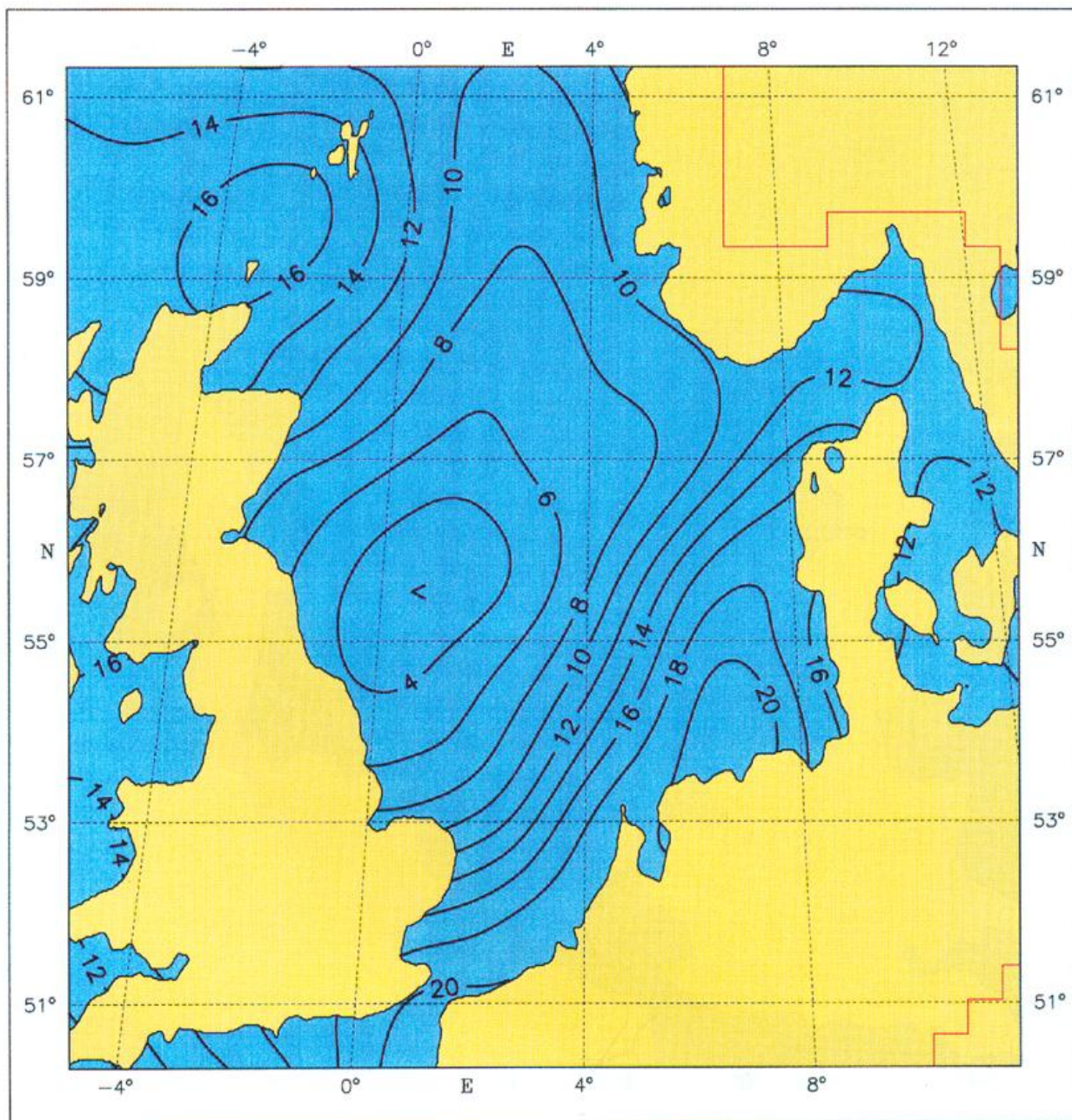


Fig. 7.15.4: Mean turbulent vertical flux of sensible heat [Wm^{-2}], October

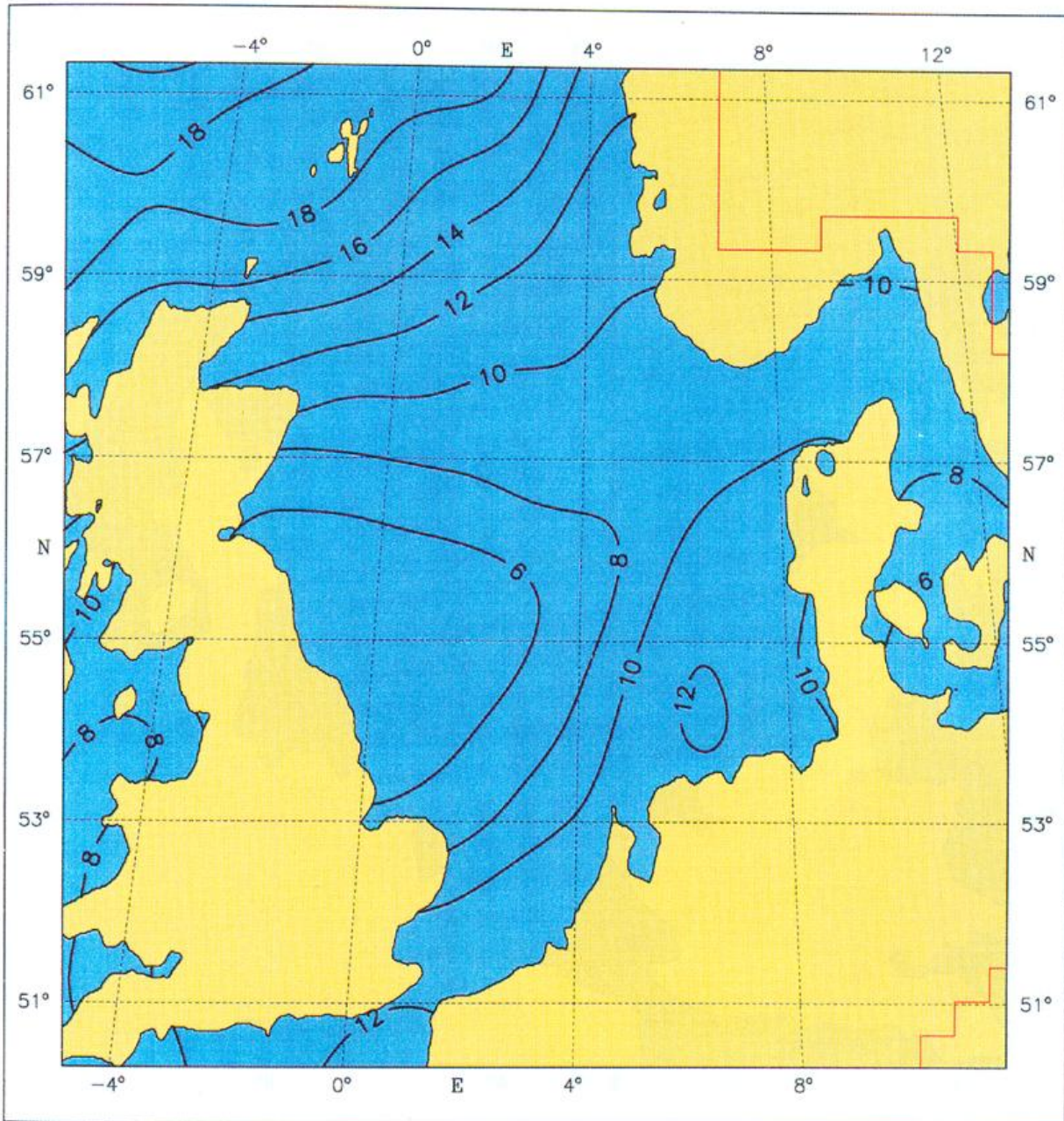


Fig. 7.15.5: Mean turbulent vertical flux of sensible heat [Wm^{-2}], Year

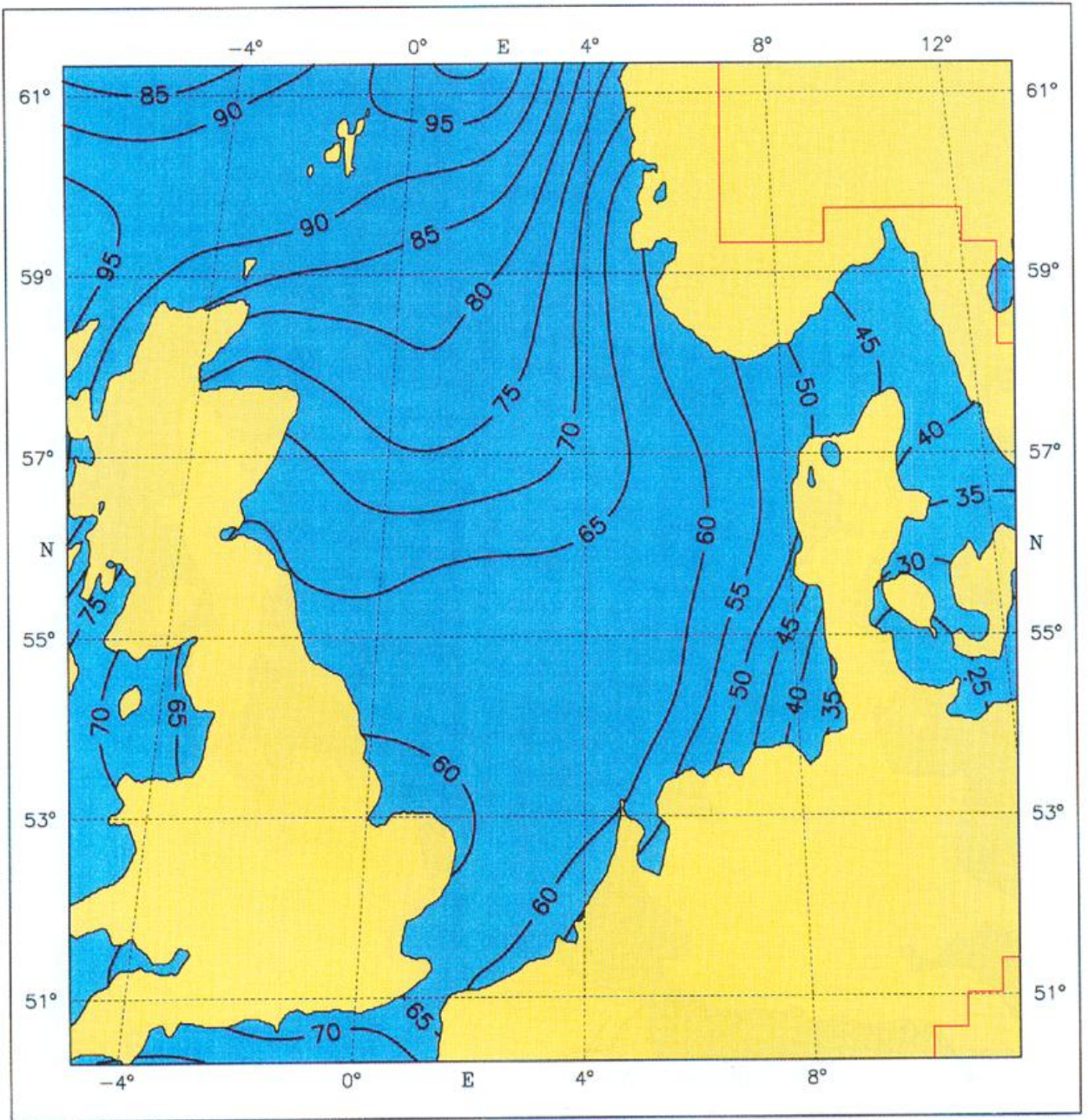


Fig. 7.16.1: Mean turbulent vertical flux of latent heat [Wm^{-2}], January

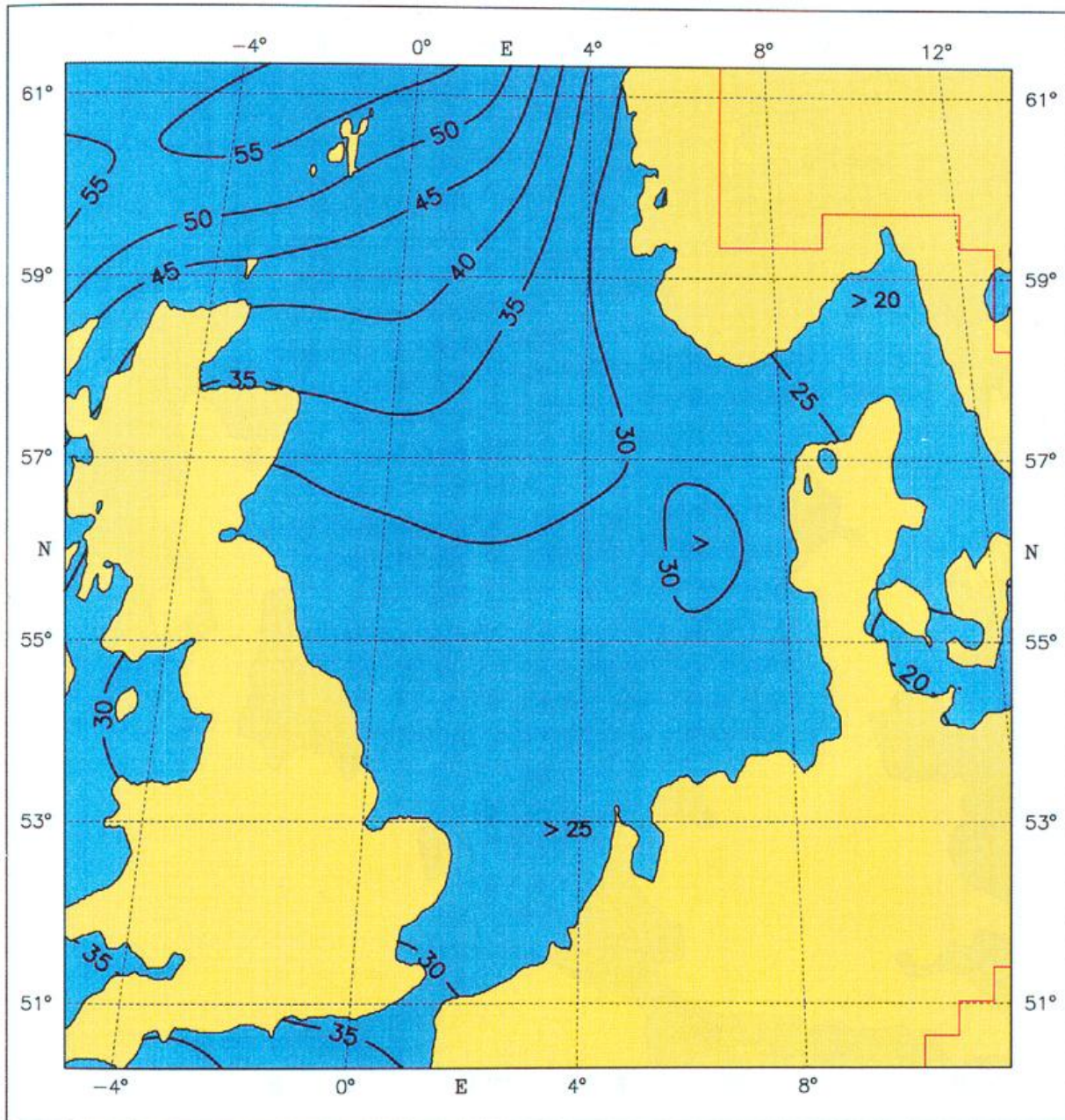


Fig. 7.16.2: Mean turbulent vertical flux of latent heat [Wm^{-2}], April

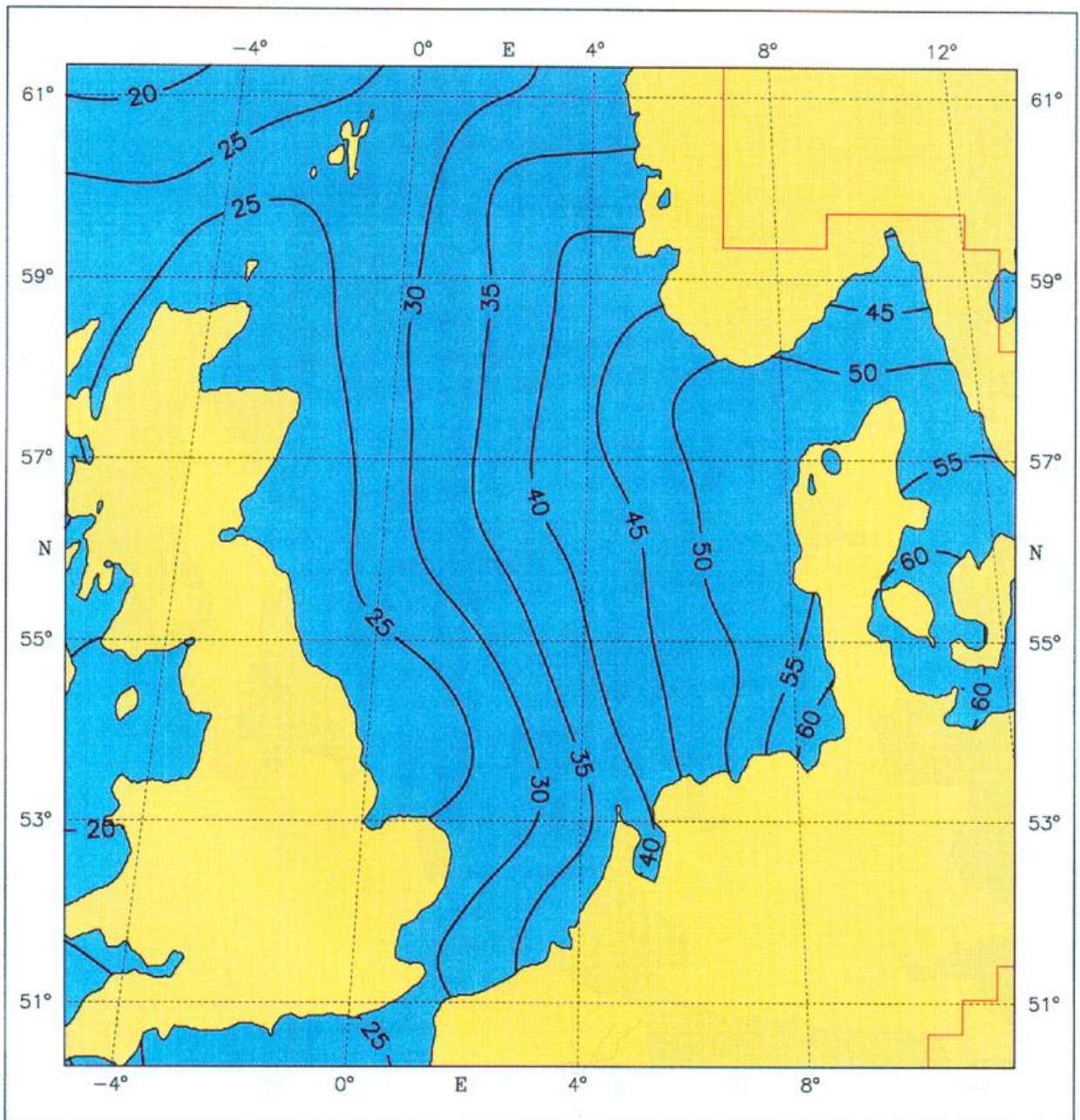


Fig. 7.16.3: Mean turbulent vertical flux of latent heat [Wm^{-2}], July

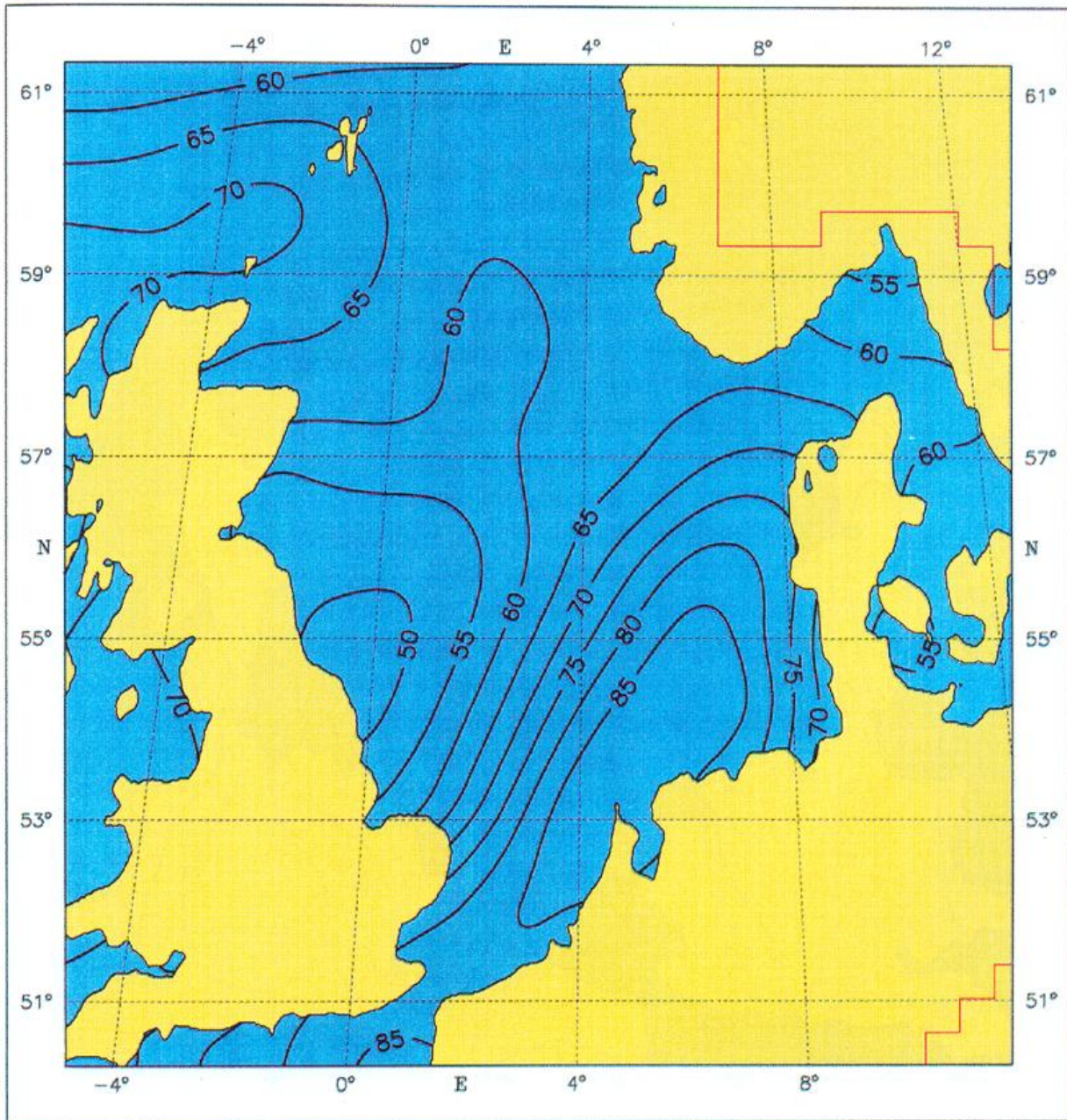


Fig. 7.16.4: Mean turbulent vertical flux of latent heat [Wm^{-2}], October

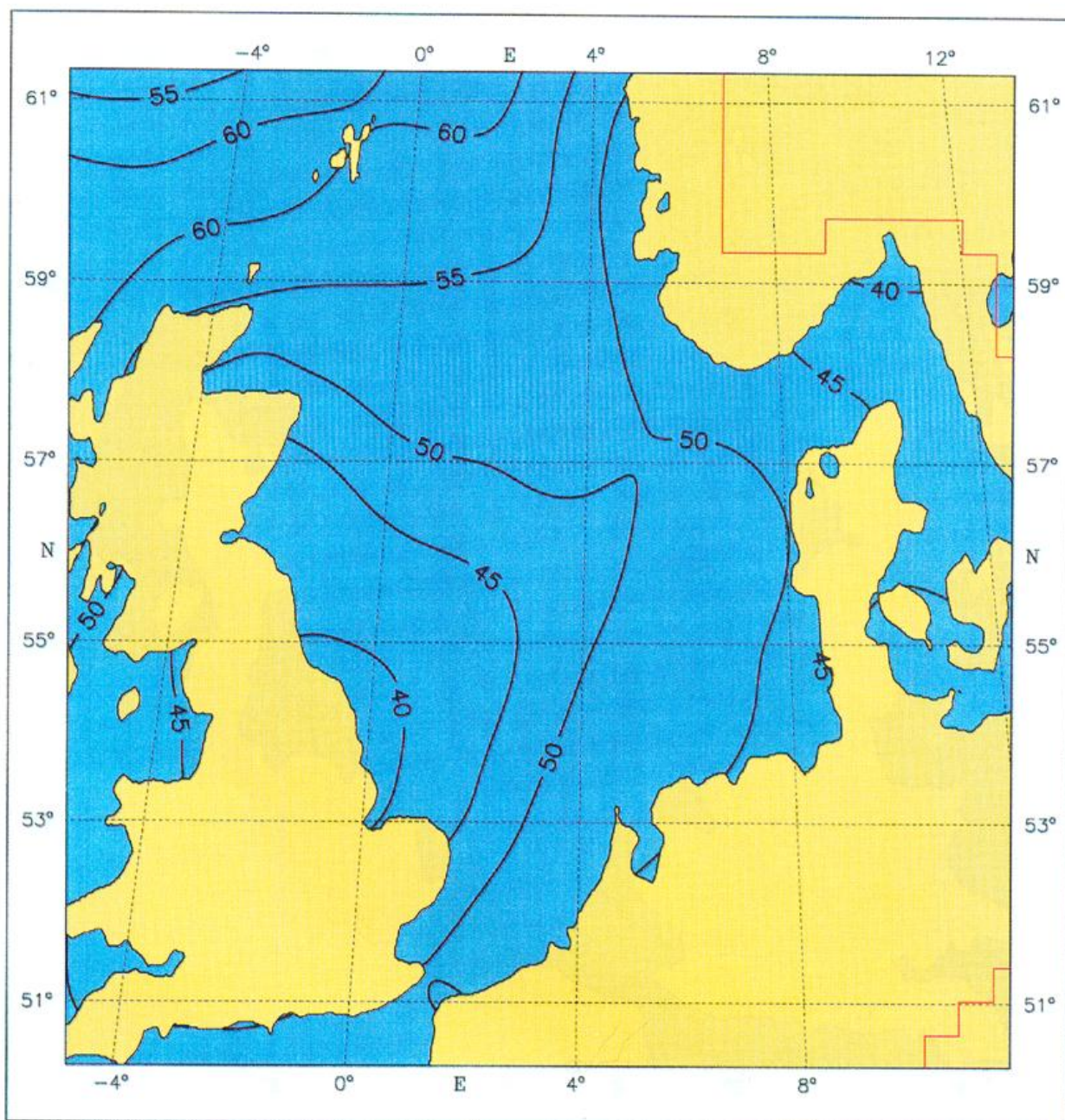


Fig. 7.16.5: Mean turbulent vertical flux of latent heat [Wm^{-2}], Year

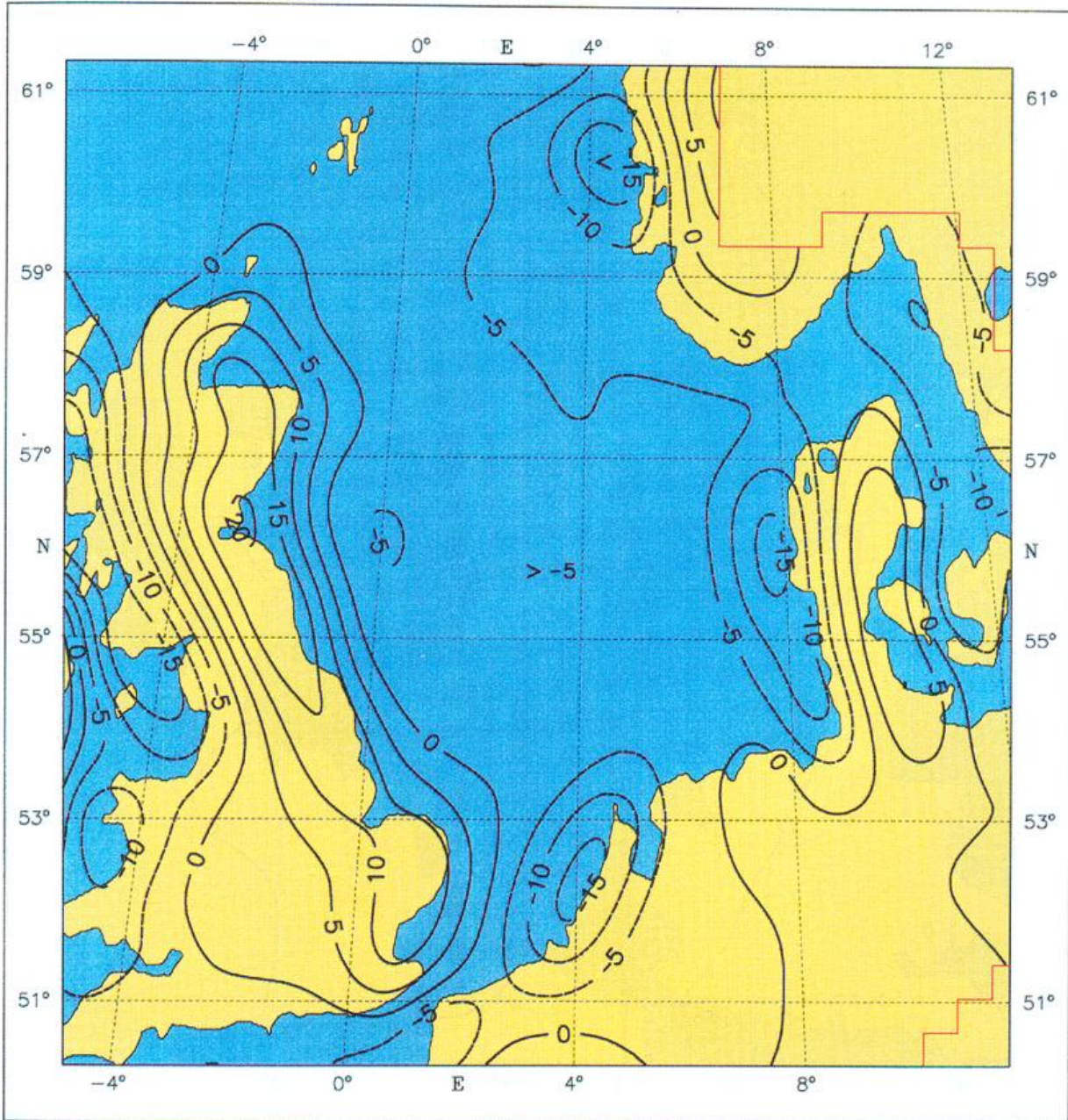


Fig. 7.17.1: Mean divergence of wind field [10^{-6} s^{-1}], January

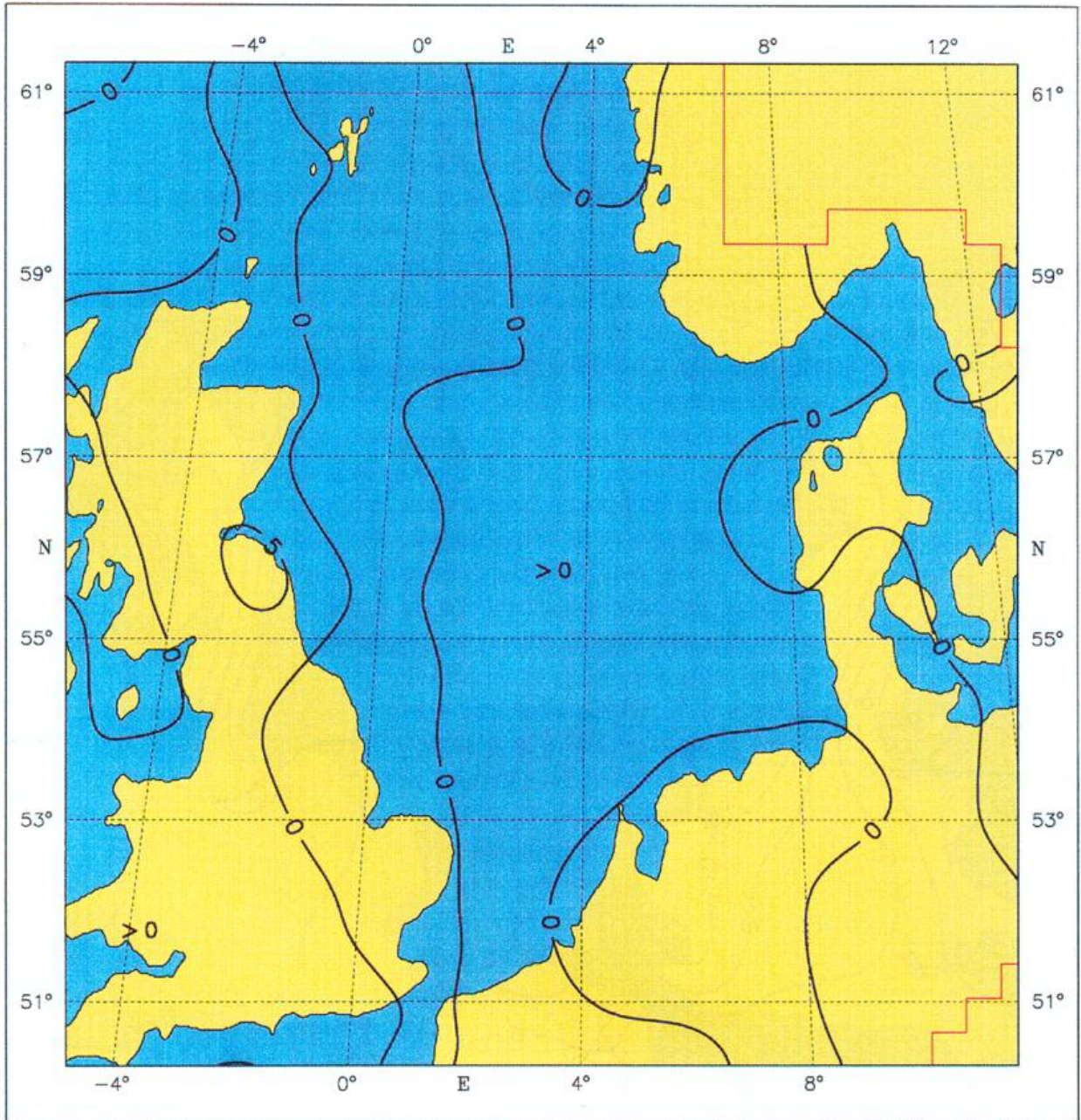


Fig. 7.17.2: Mean divergence of wind field [$10^{-6} s^{-1}$], April

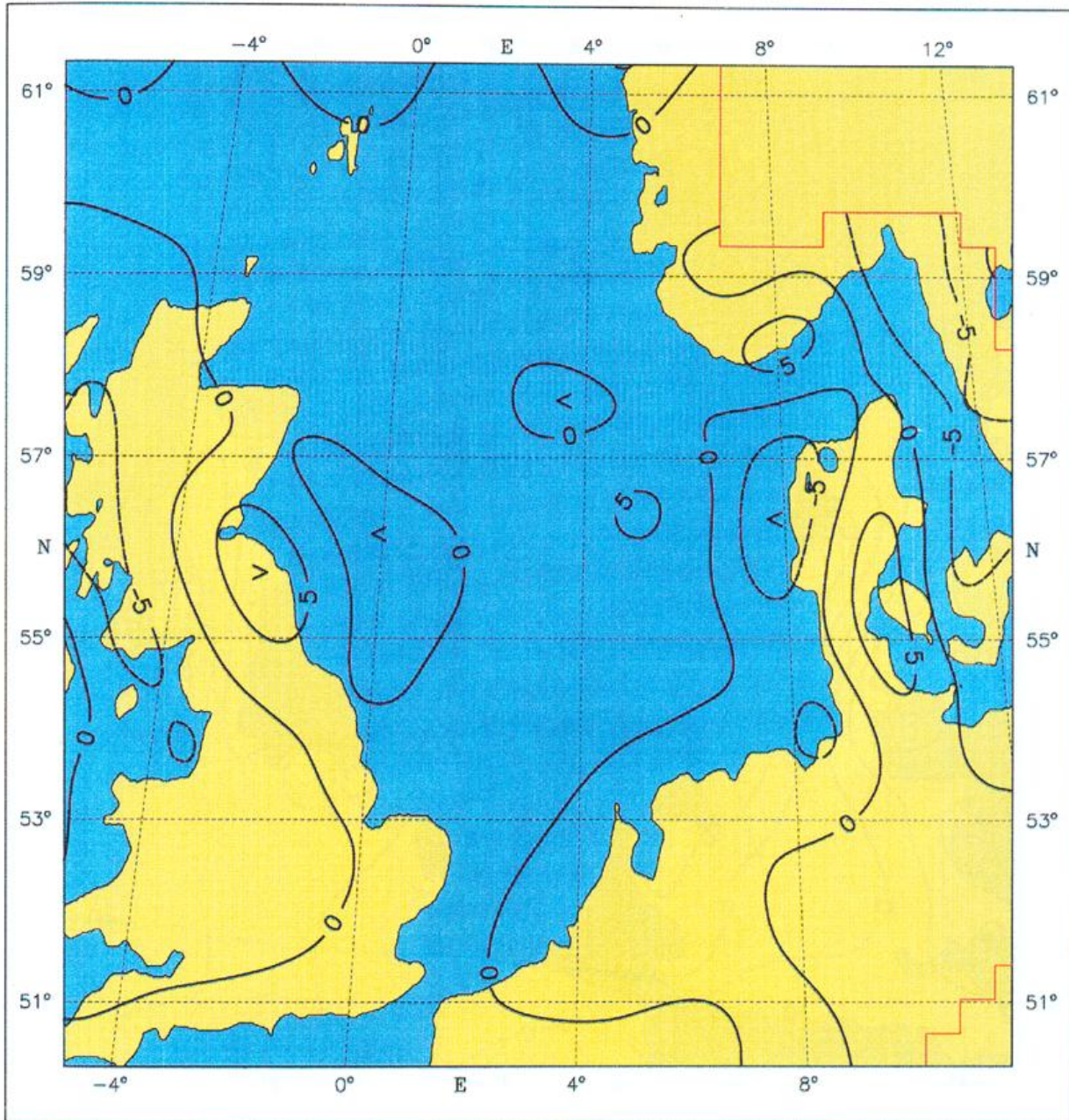


Fig. 7.17.3: Mean divergence of wind field [10^{-6} s^{-1}], July

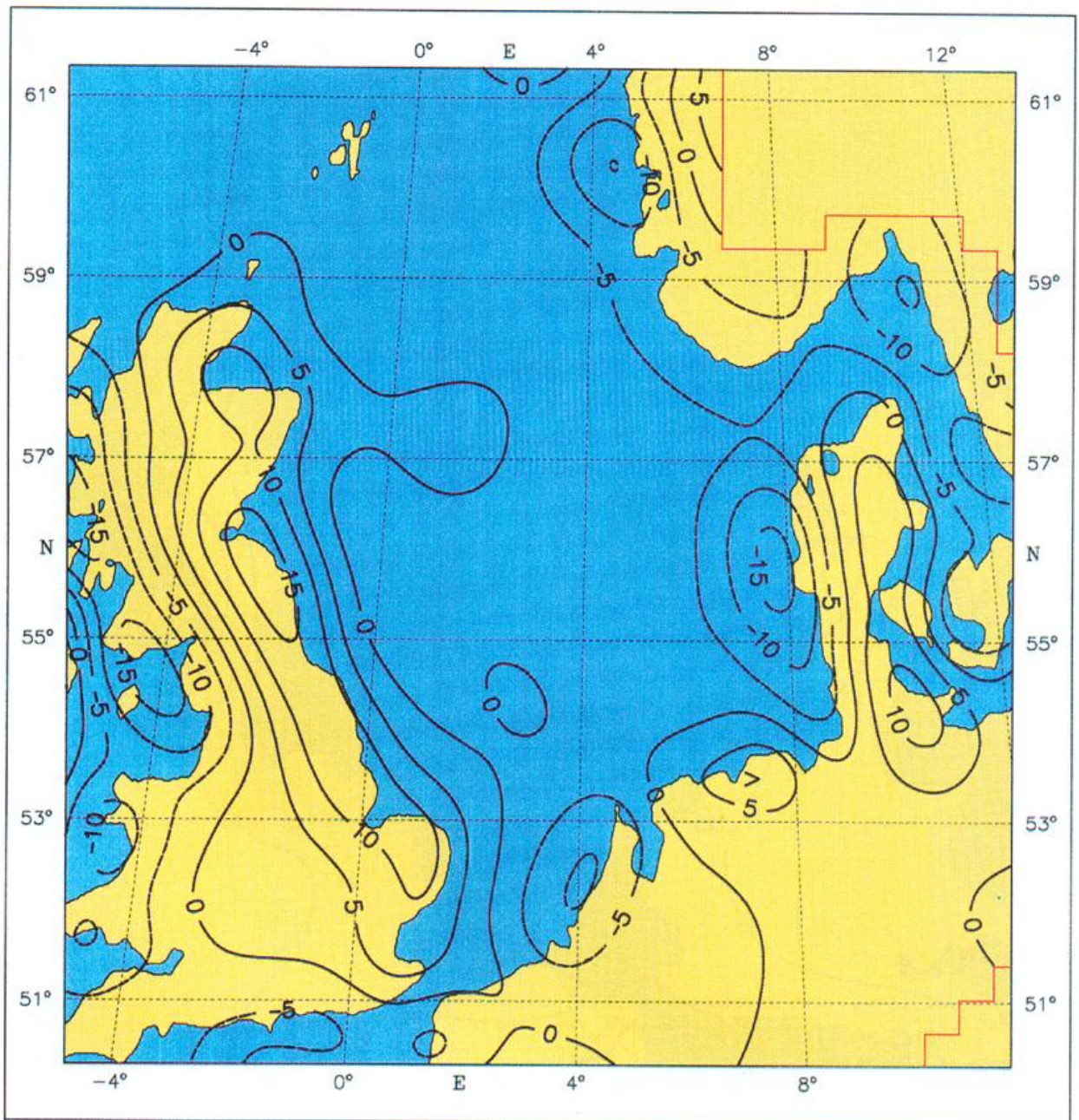


Fig. 7.17.4: Mean divergence of wind field [10^{-6}s^{-1}], October

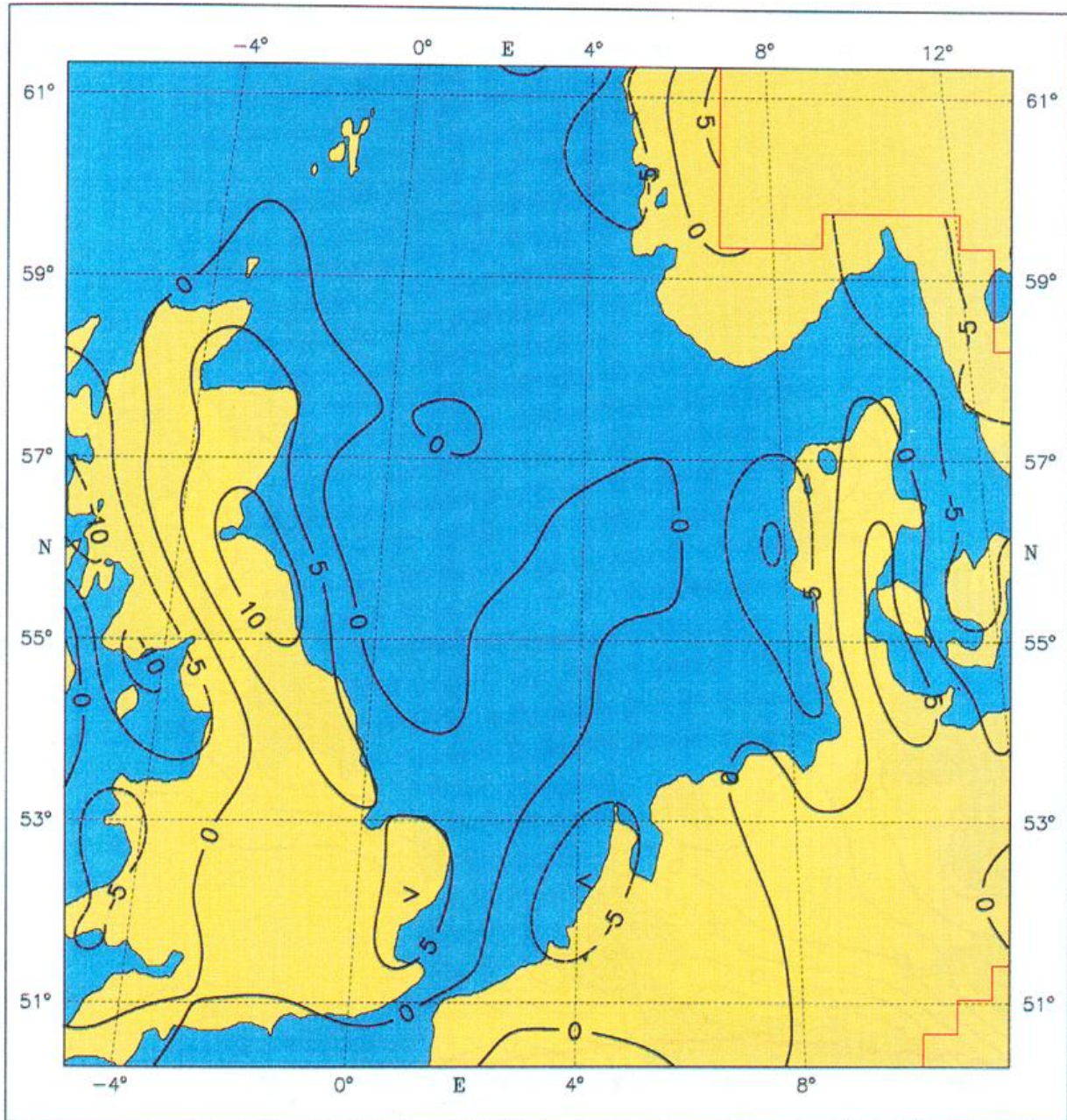


Fig. 7.17.5: Mean divergence of wind field [10^{-6} s^{-1}], Year

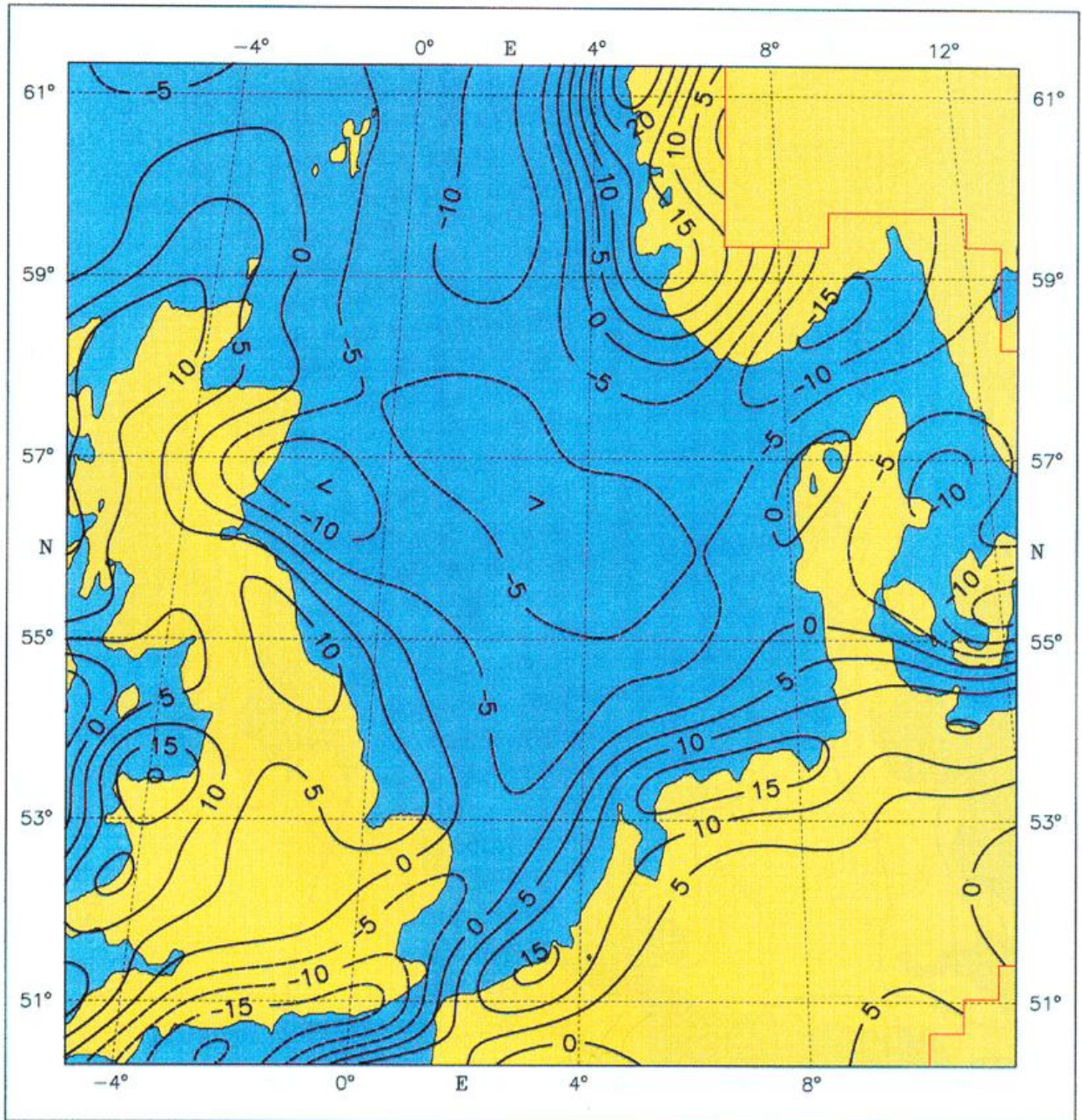


Fig. 7.18.1: Mean vorticity [10^{-6} s^{-1}], January

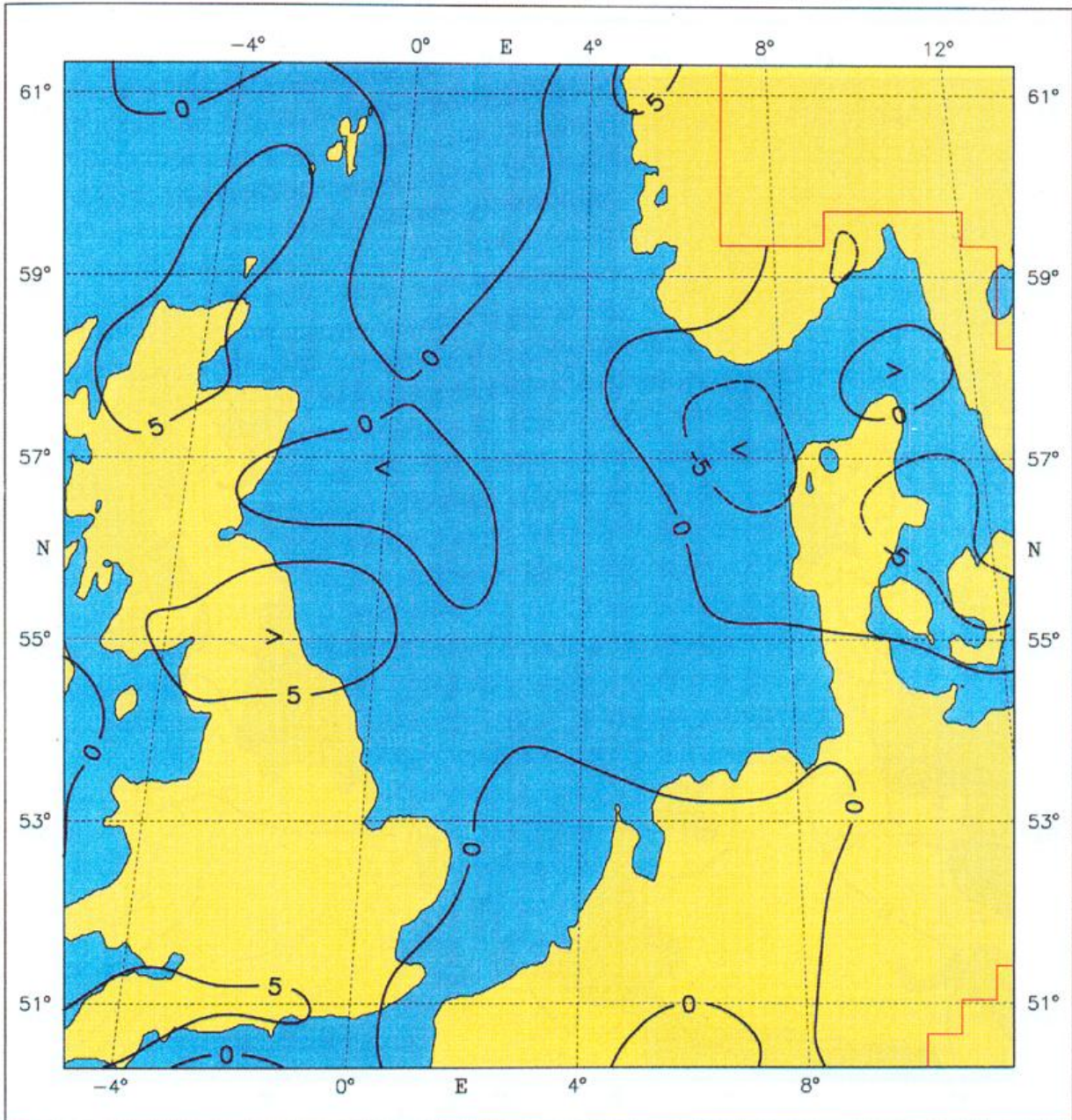


Fig. 7.18.2: Mean vorticity [10^{-6} s^{-1}], April

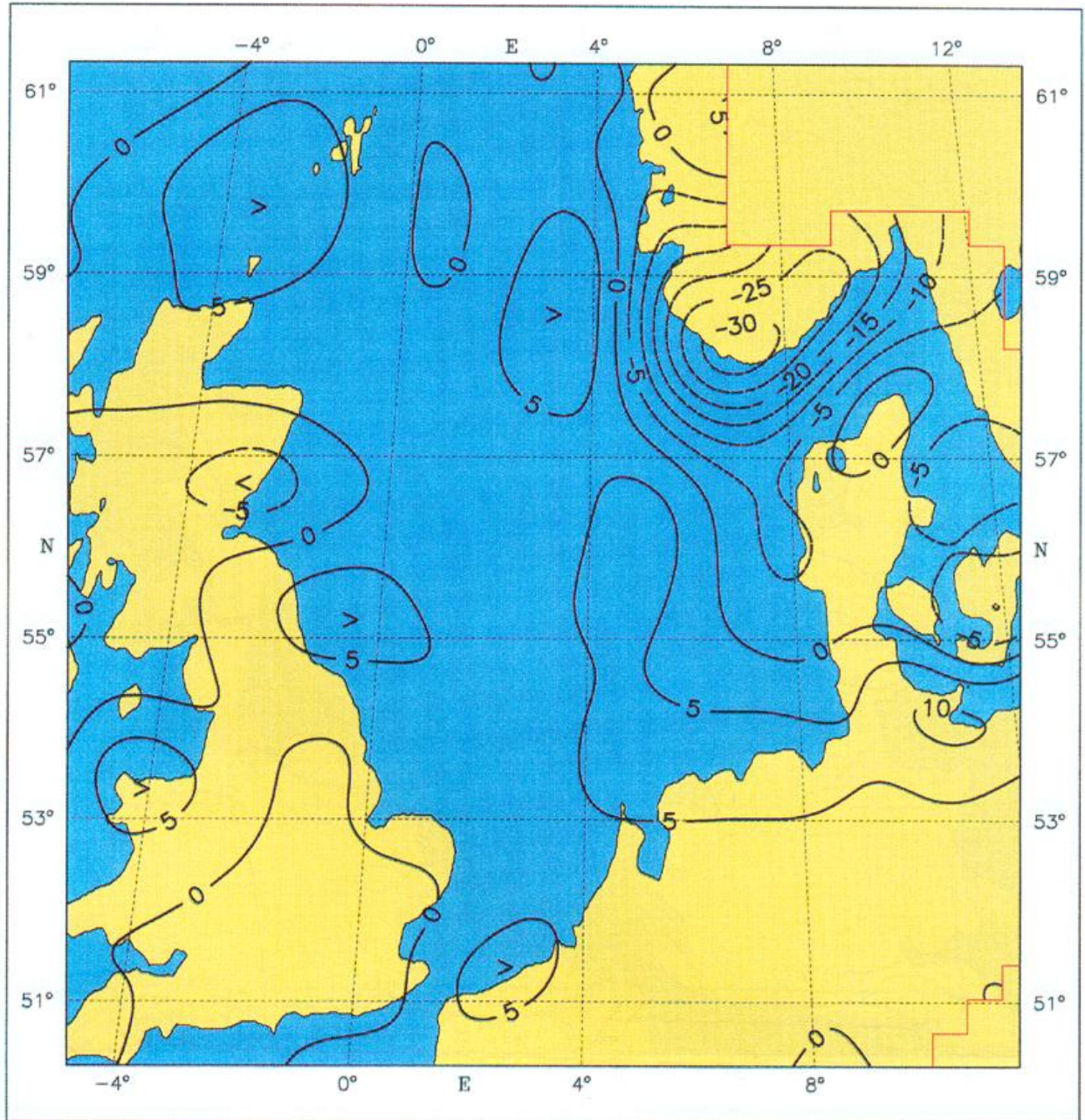


Fig. 7.18.3: Mean vorticity [10^{-6} s^{-1}], July

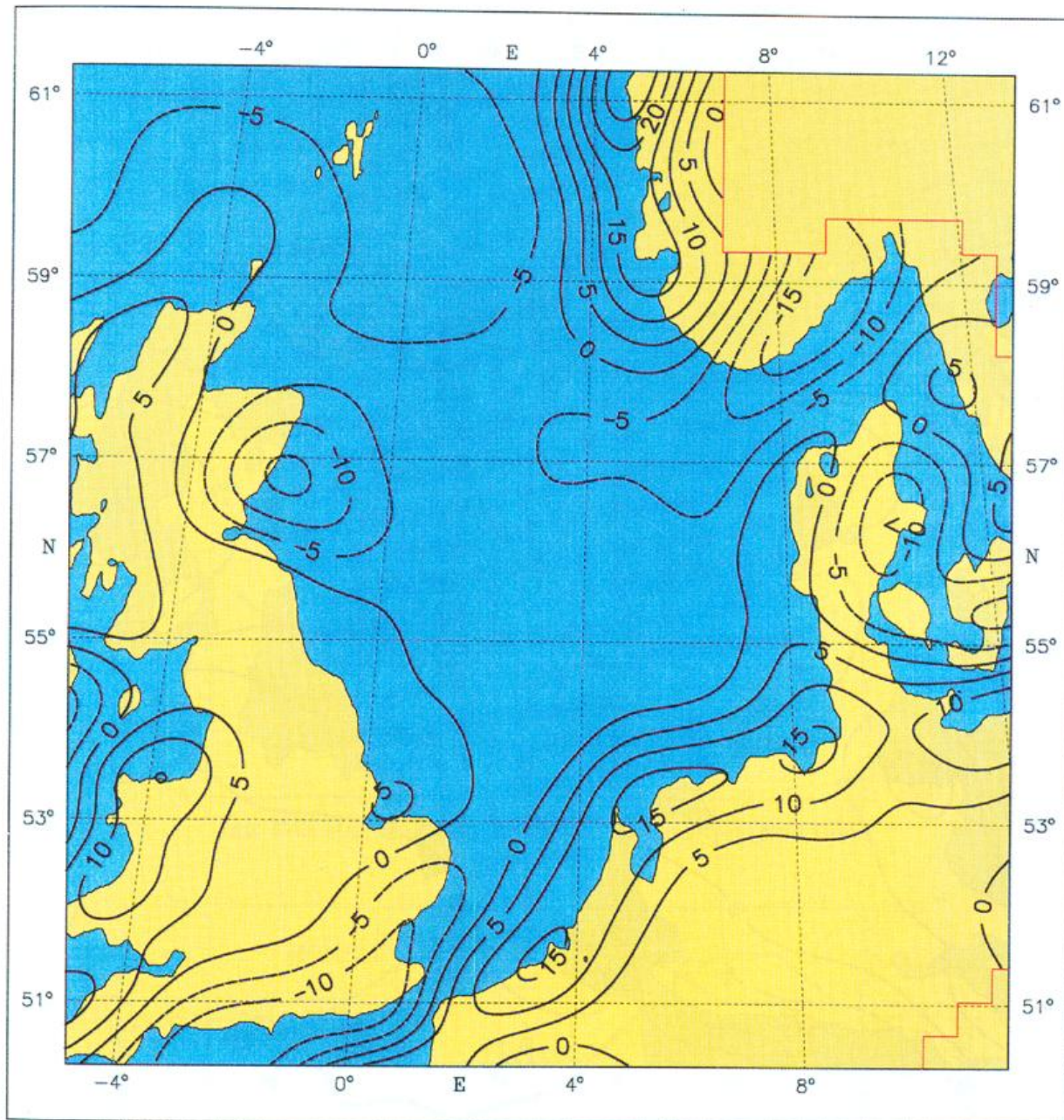


Fig. 7.18.4: Mean vorticity [10^{-6}s^{-1}], October

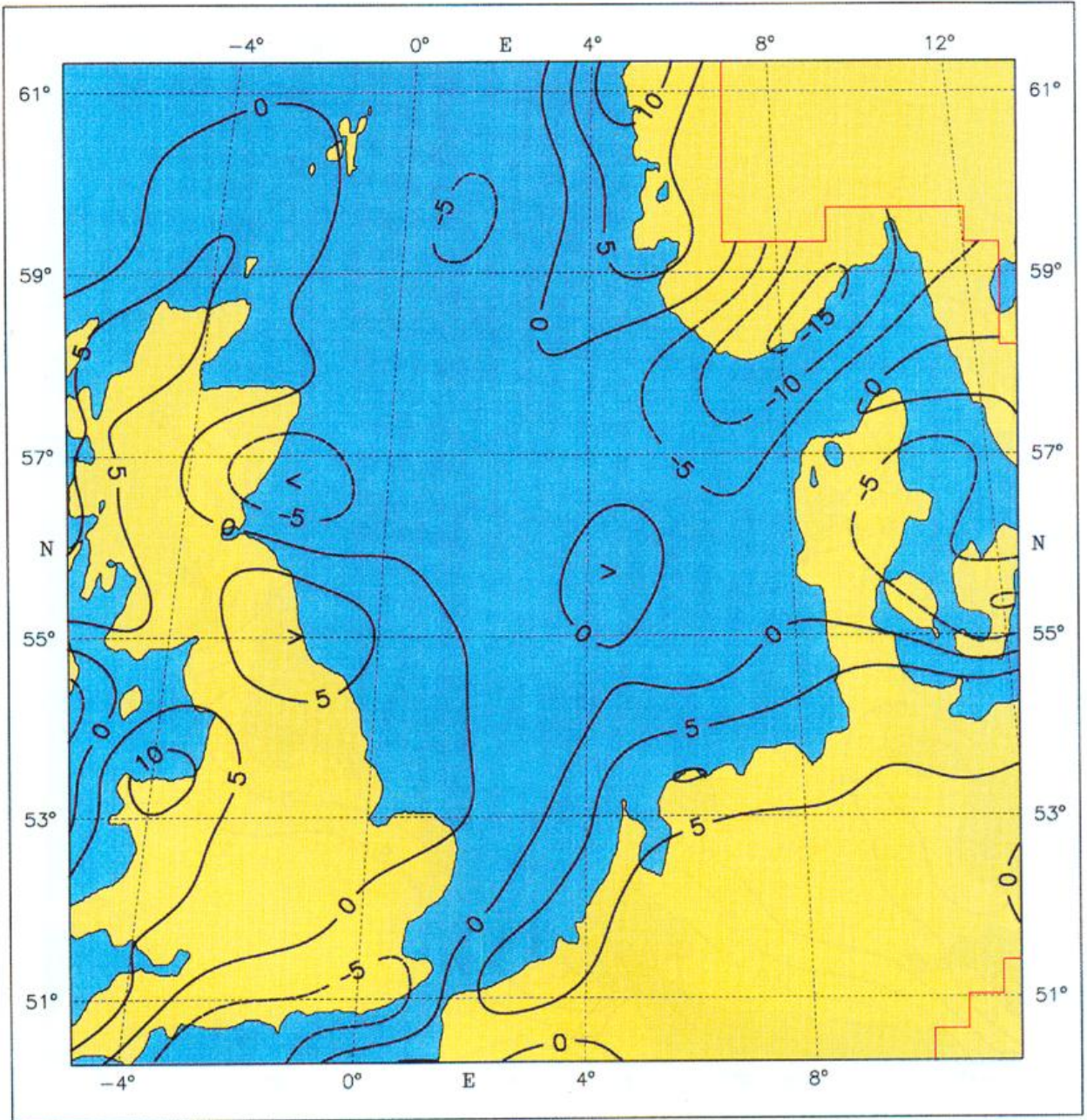


Fig. 7.18.5: Mean vorticity [10^{-6}s^{-1}], Year

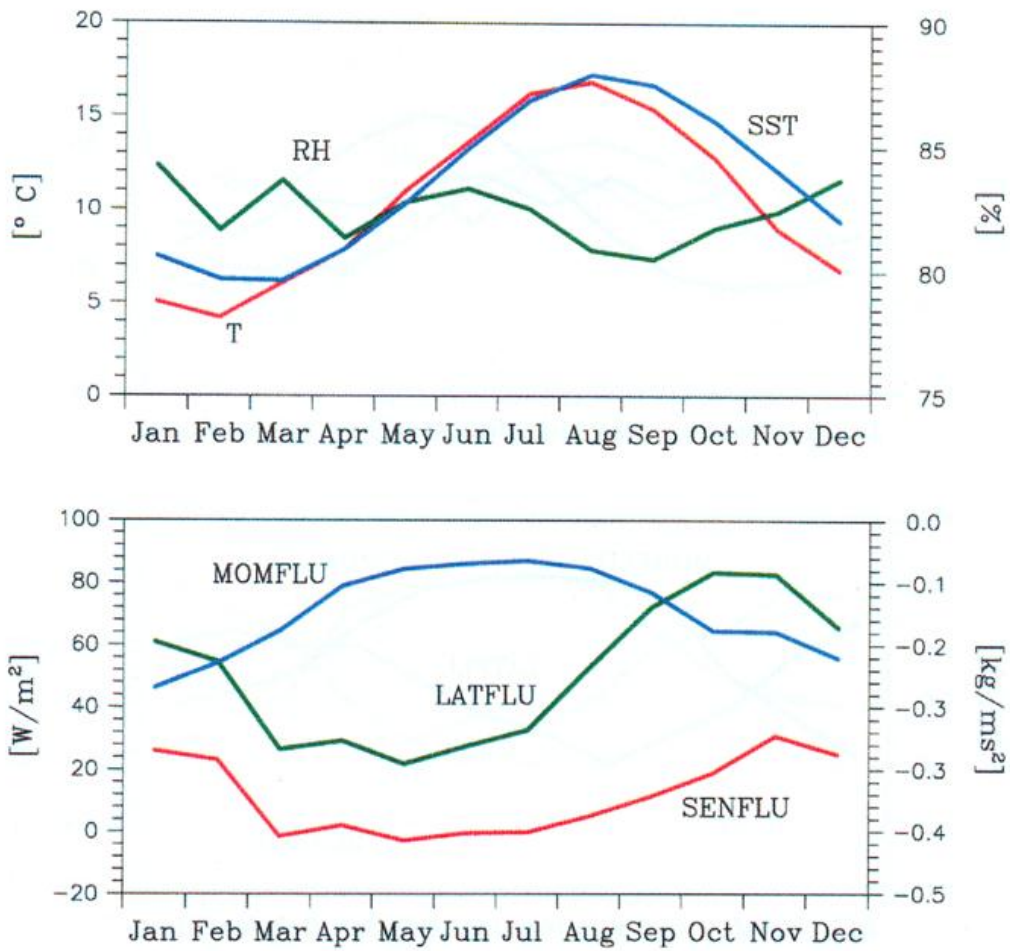
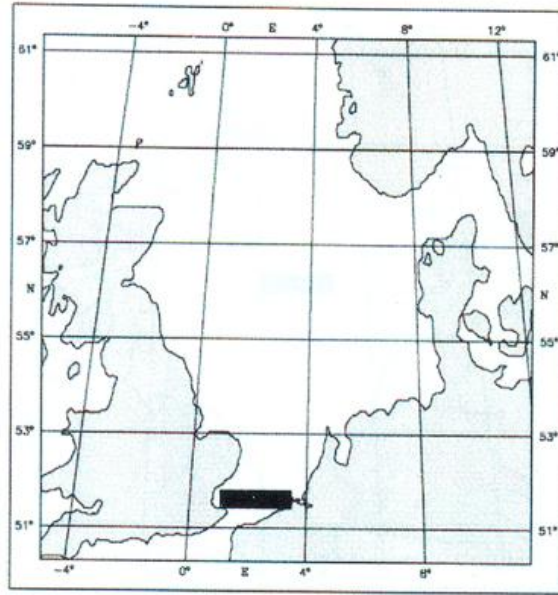


Fig. 7.19.1: Annual cycle, English Channel

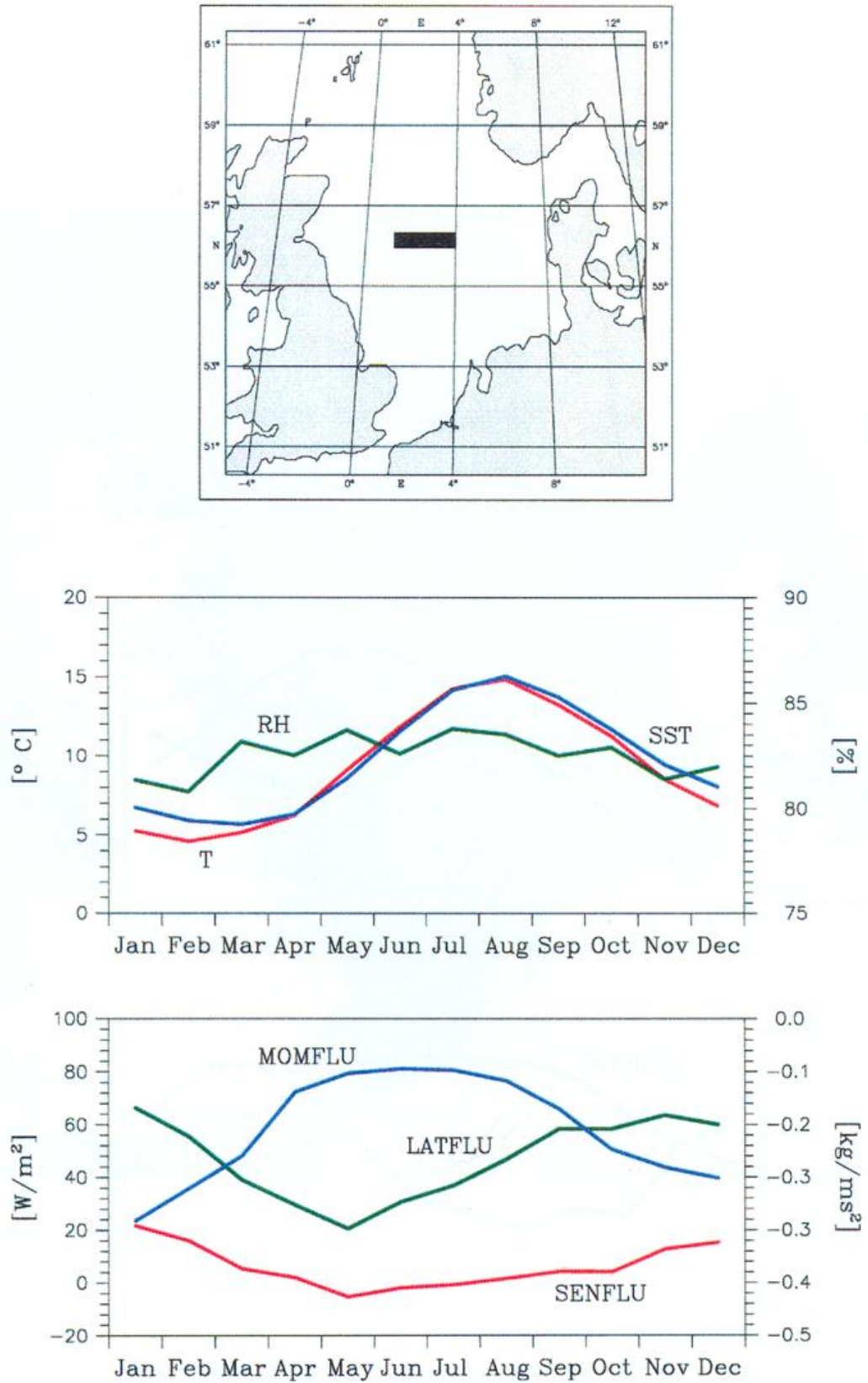


Fig. 7.19.2: Annual cycle, Central North Sea

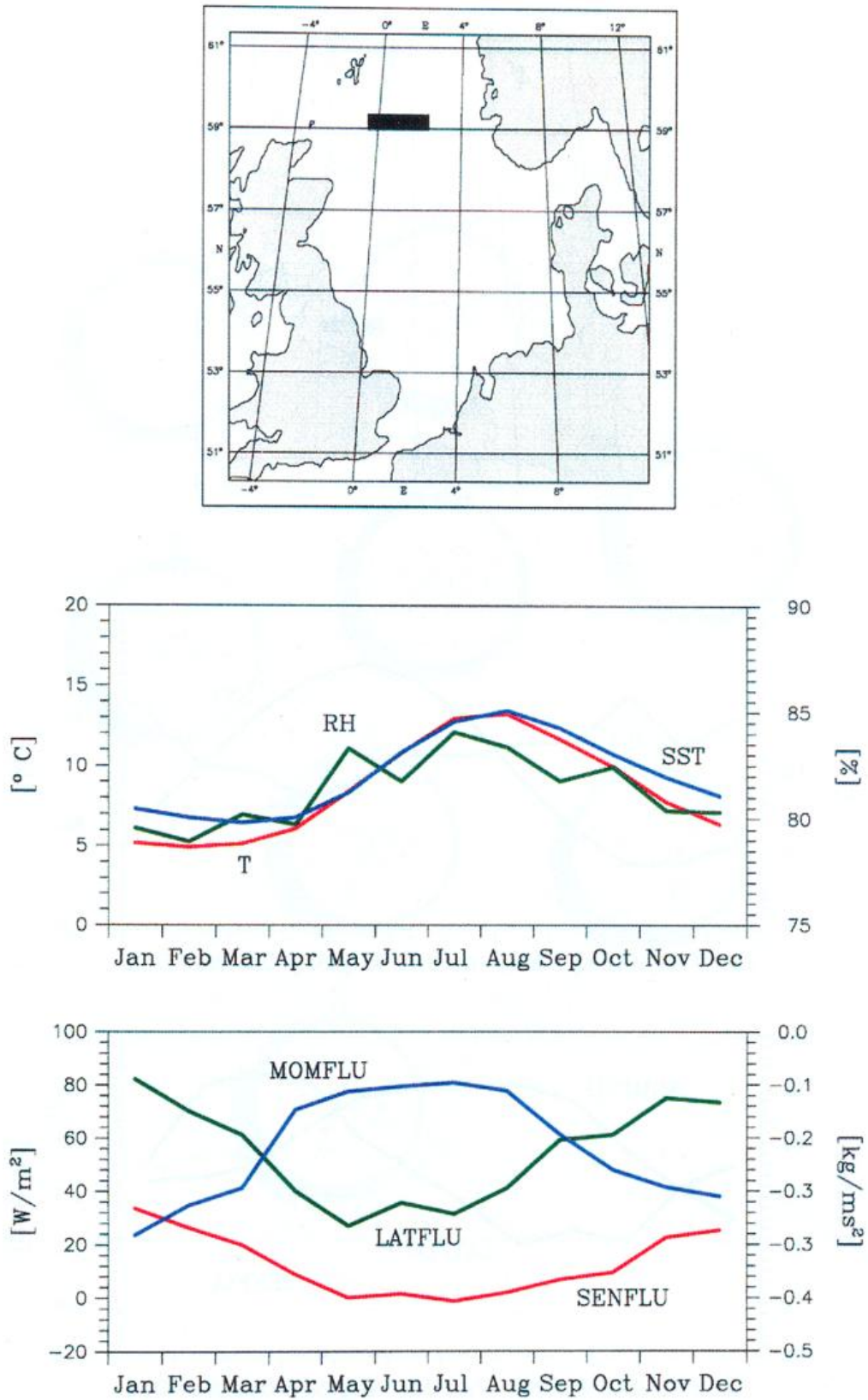


Fig. 7.19.3: Annual cycle, Northern North Sea

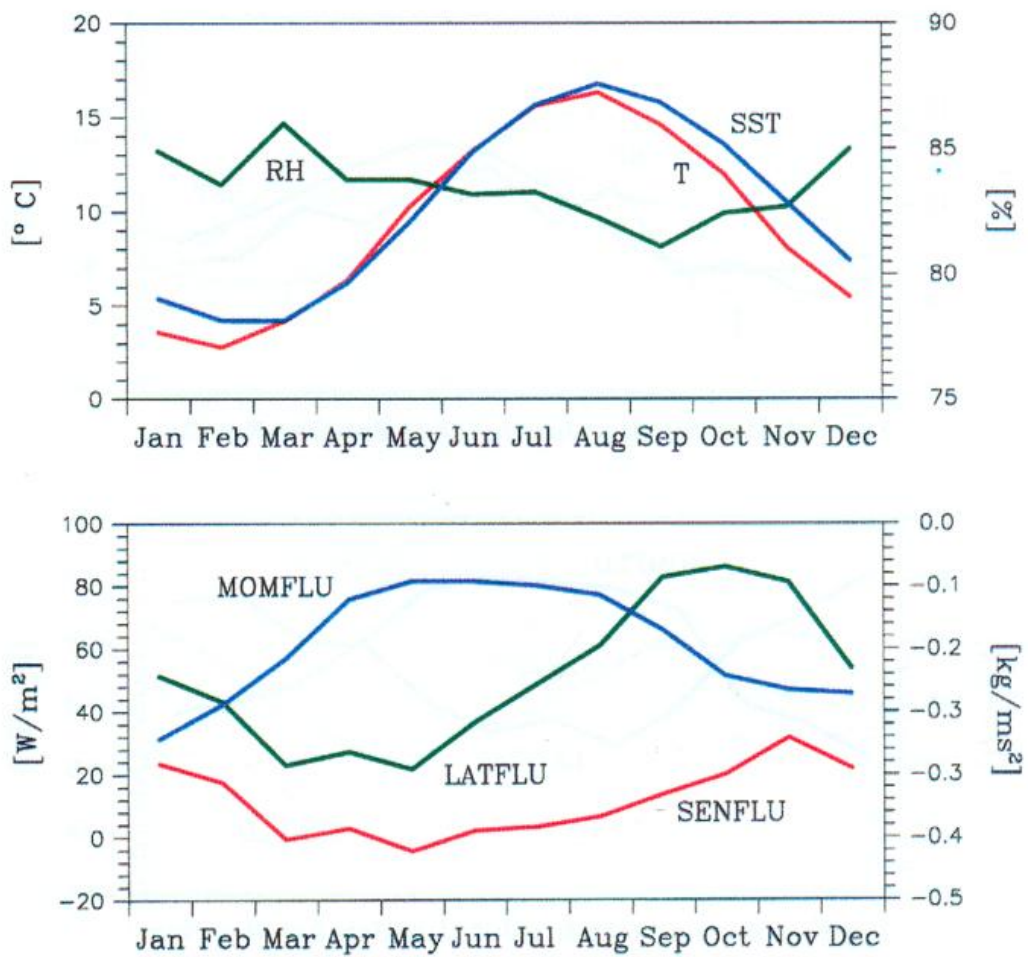
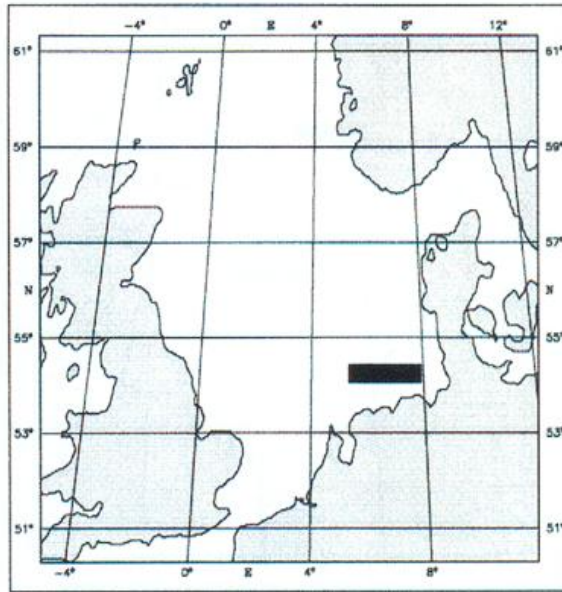


Fig. 7.19.4: Annual cycle, German Bight

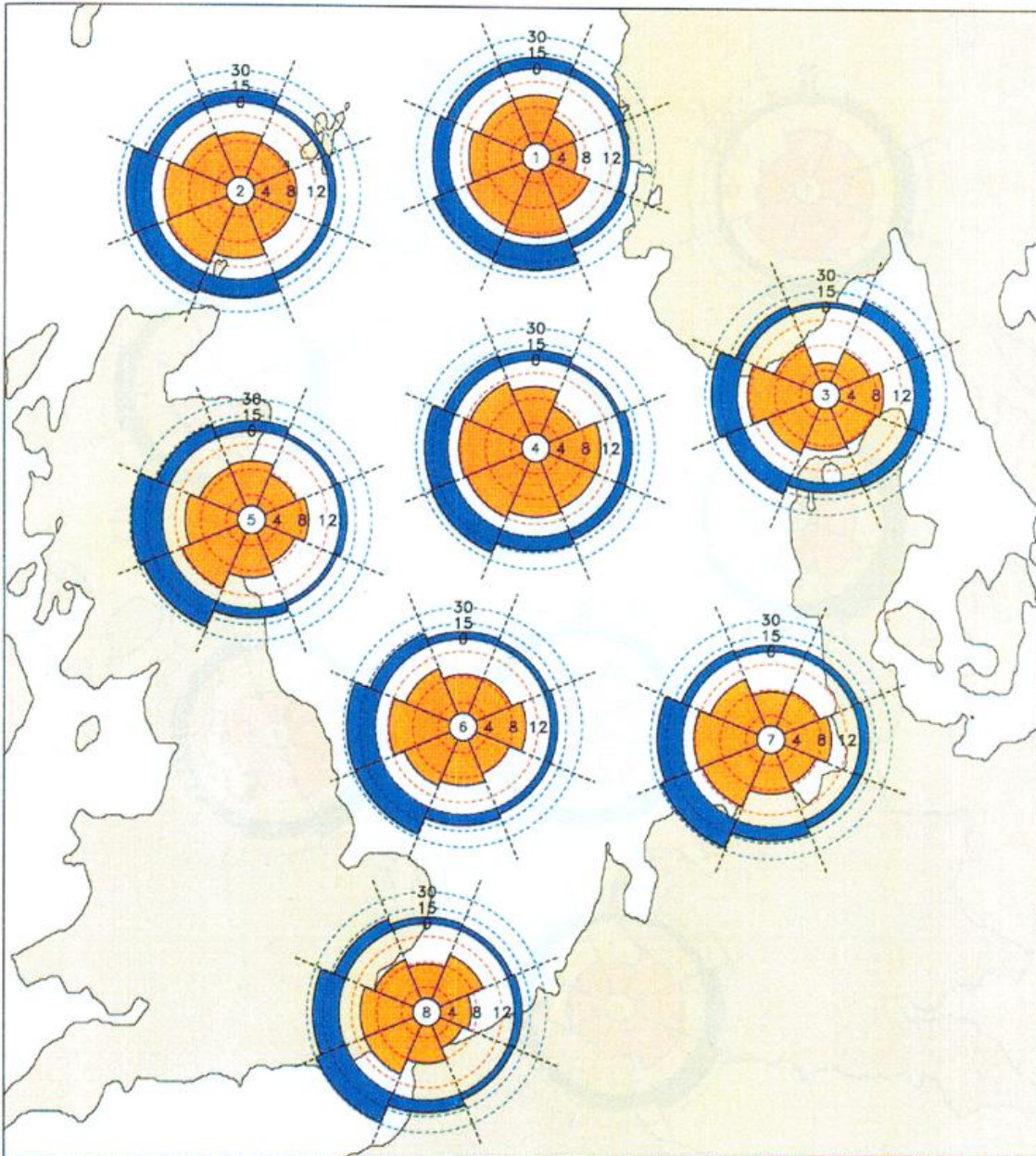


Fig. 7.20.1: Windroses, January

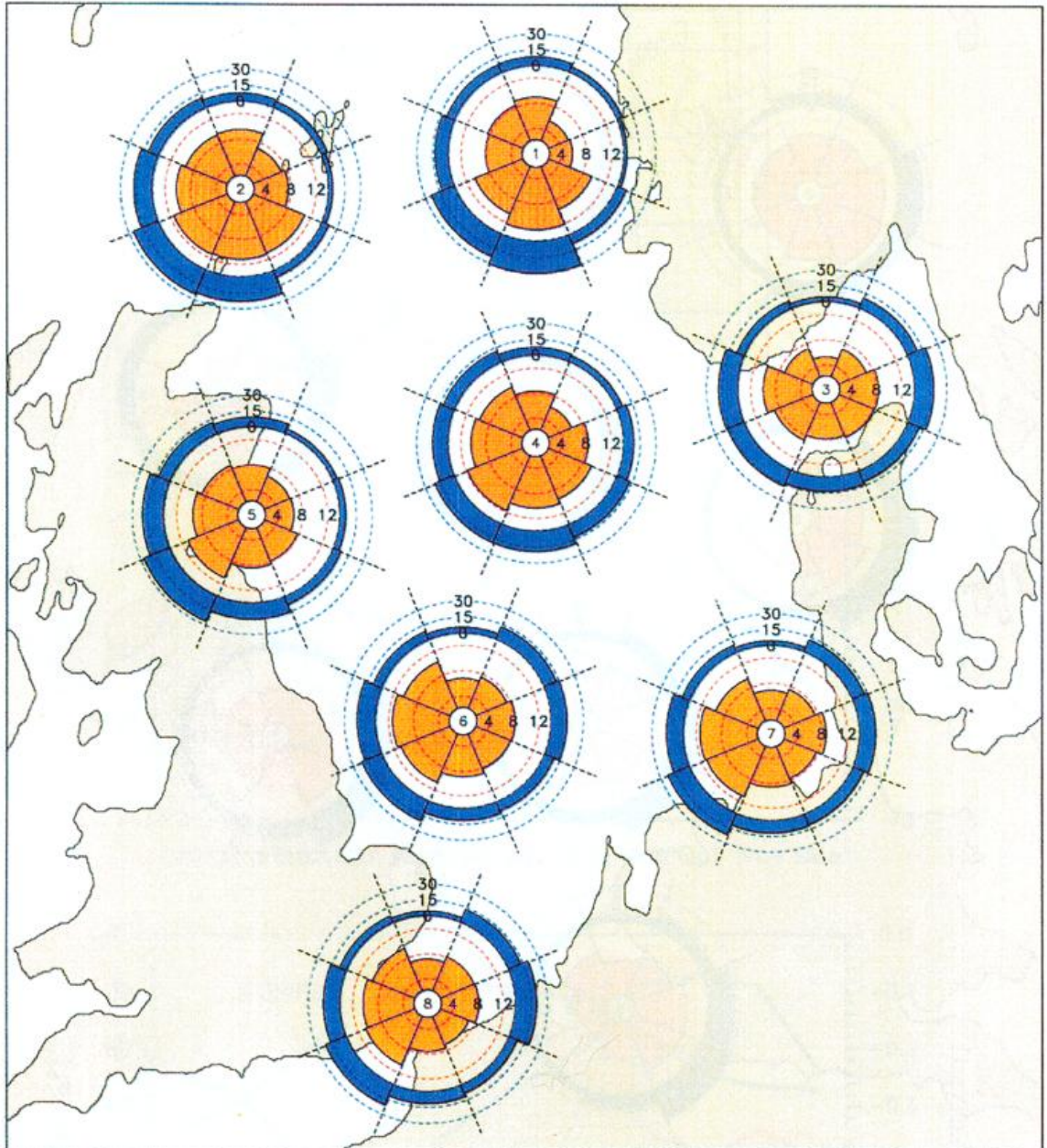


Fig. 7.20.2: Windroses, February

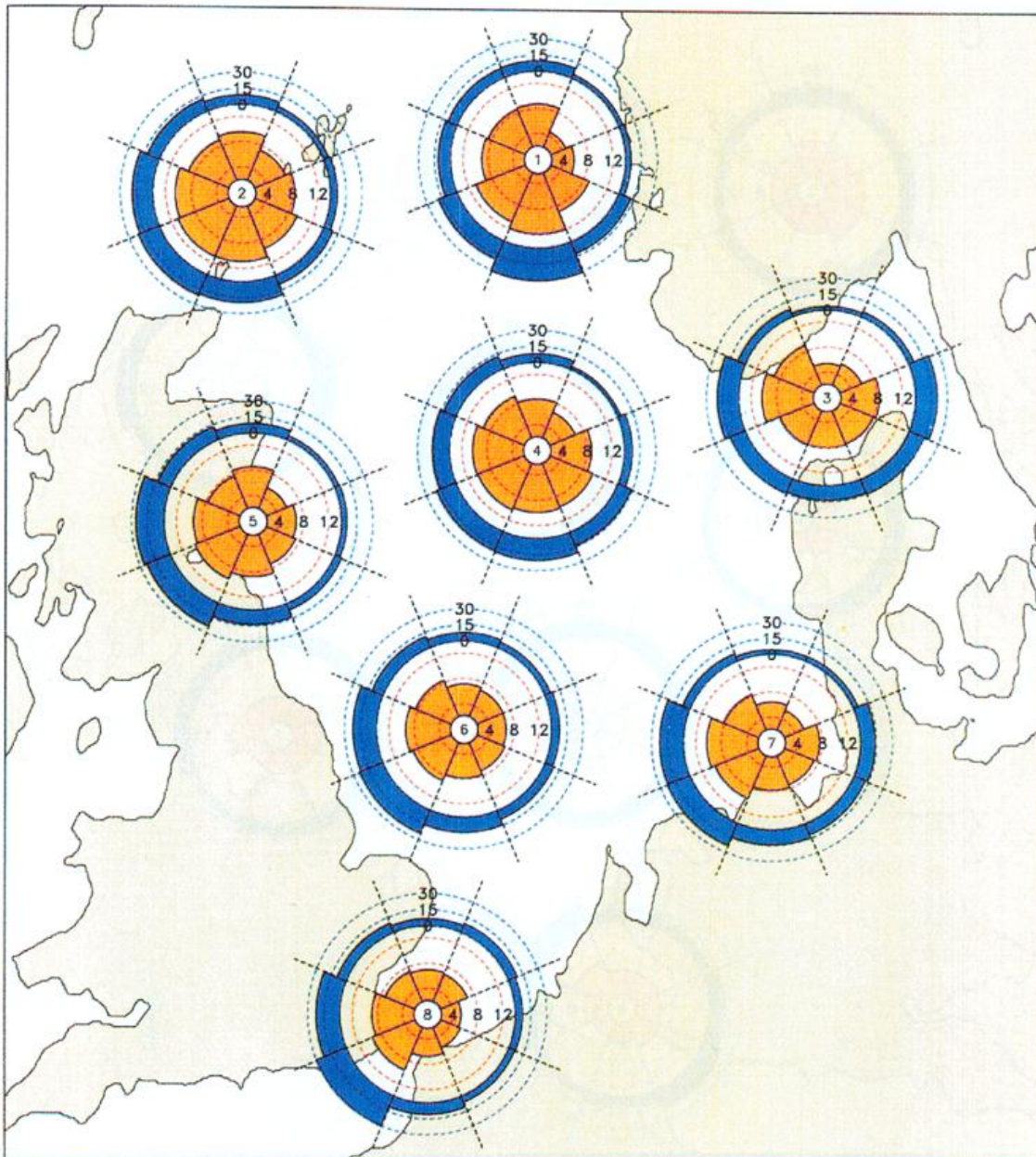


Fig. 7.20.3: Windroses, March

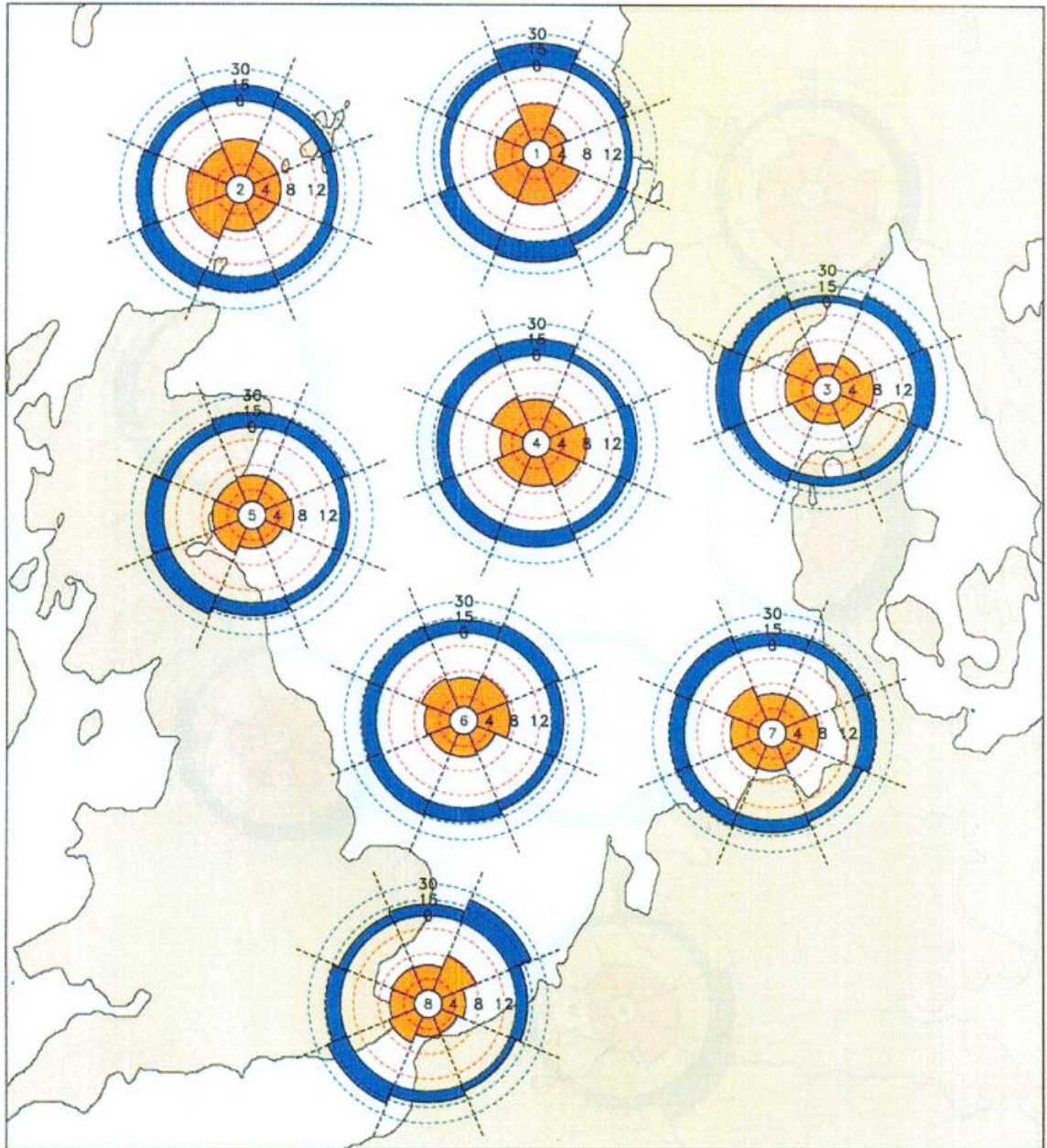


Fig. 7.20.4: Windroses, April

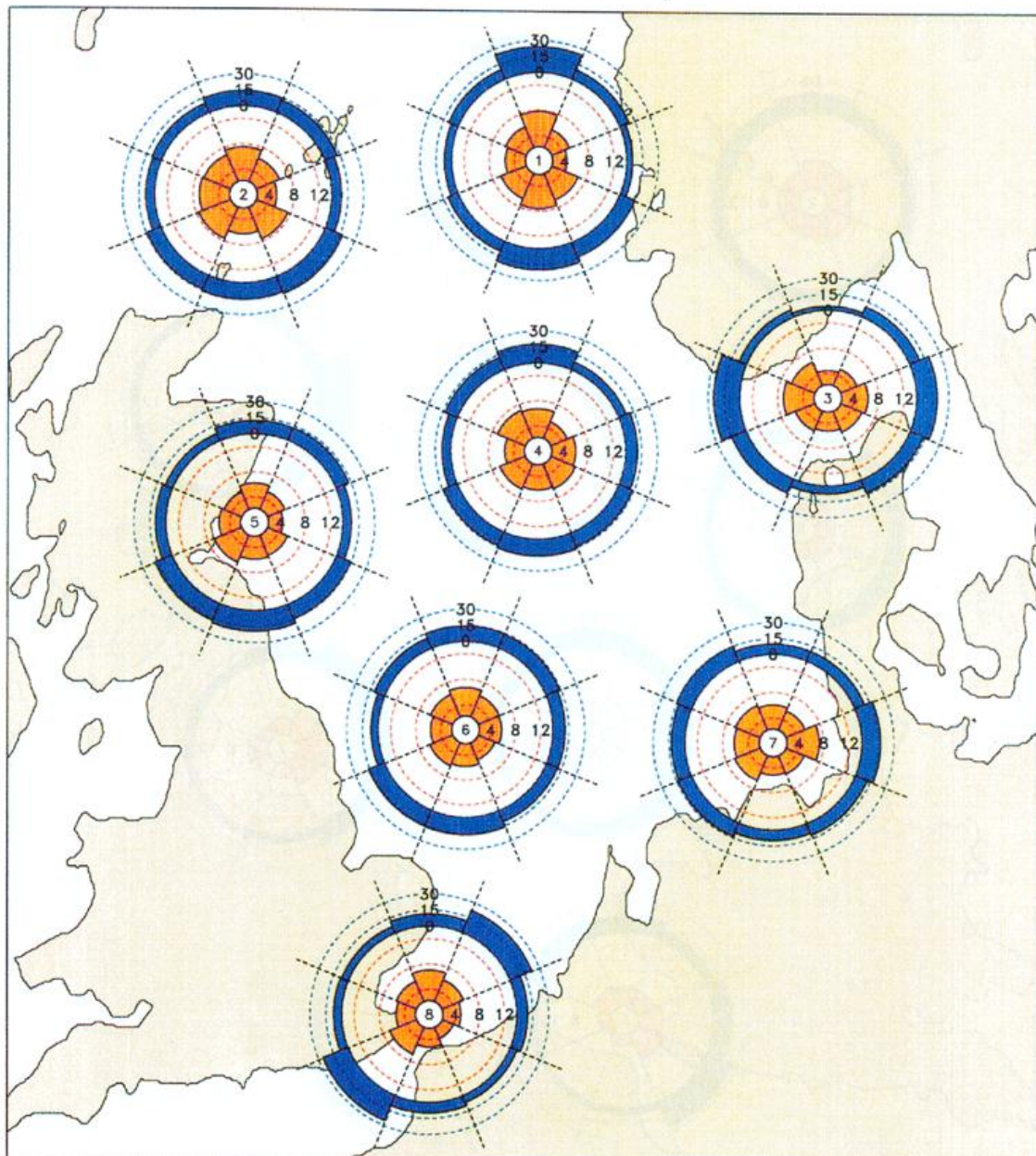


Fig. 7.20.5: Windroses, May

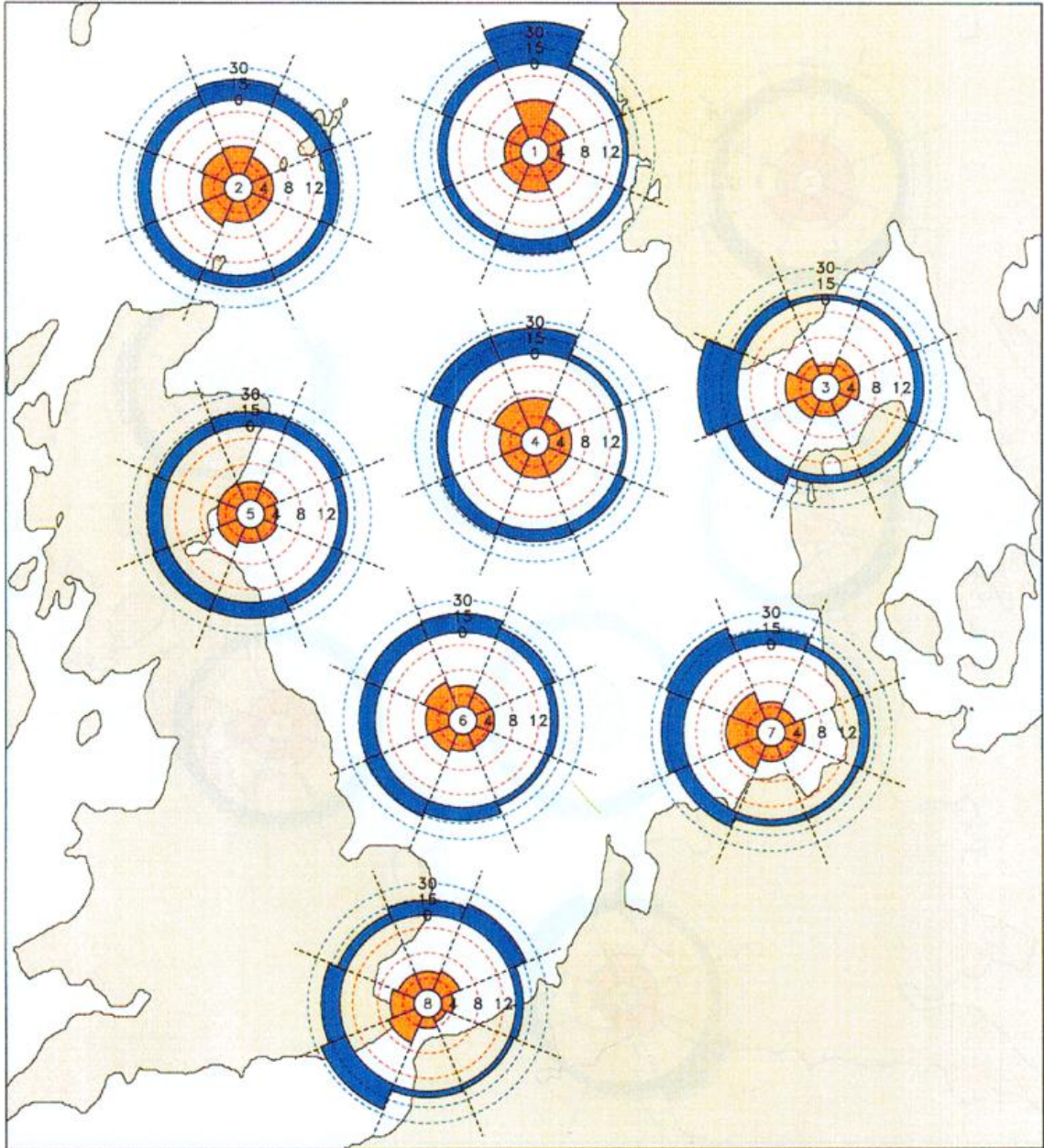


Fig. 7.20.6: Windroses, June

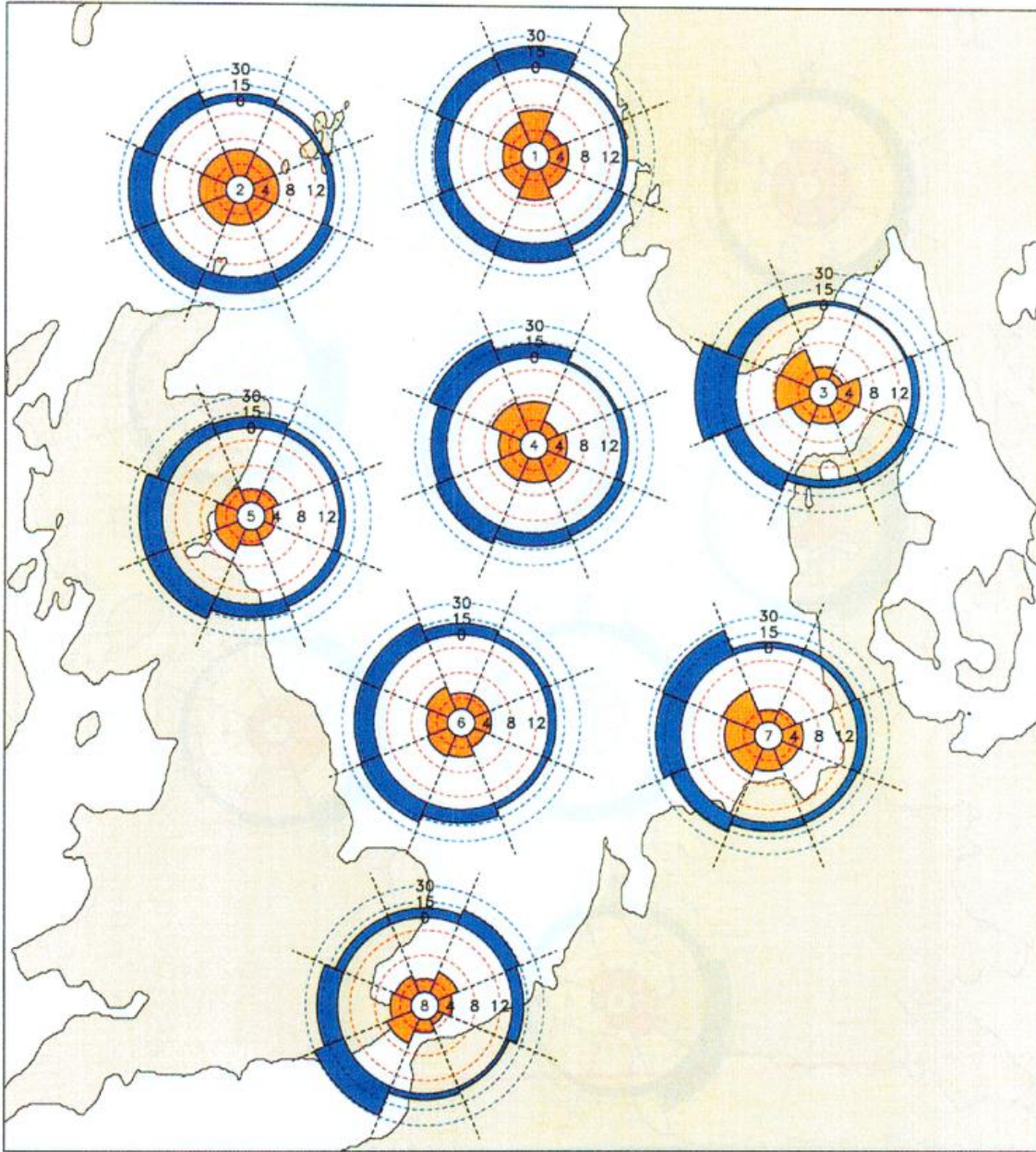


Fig. 7.20.7: Windroses, July

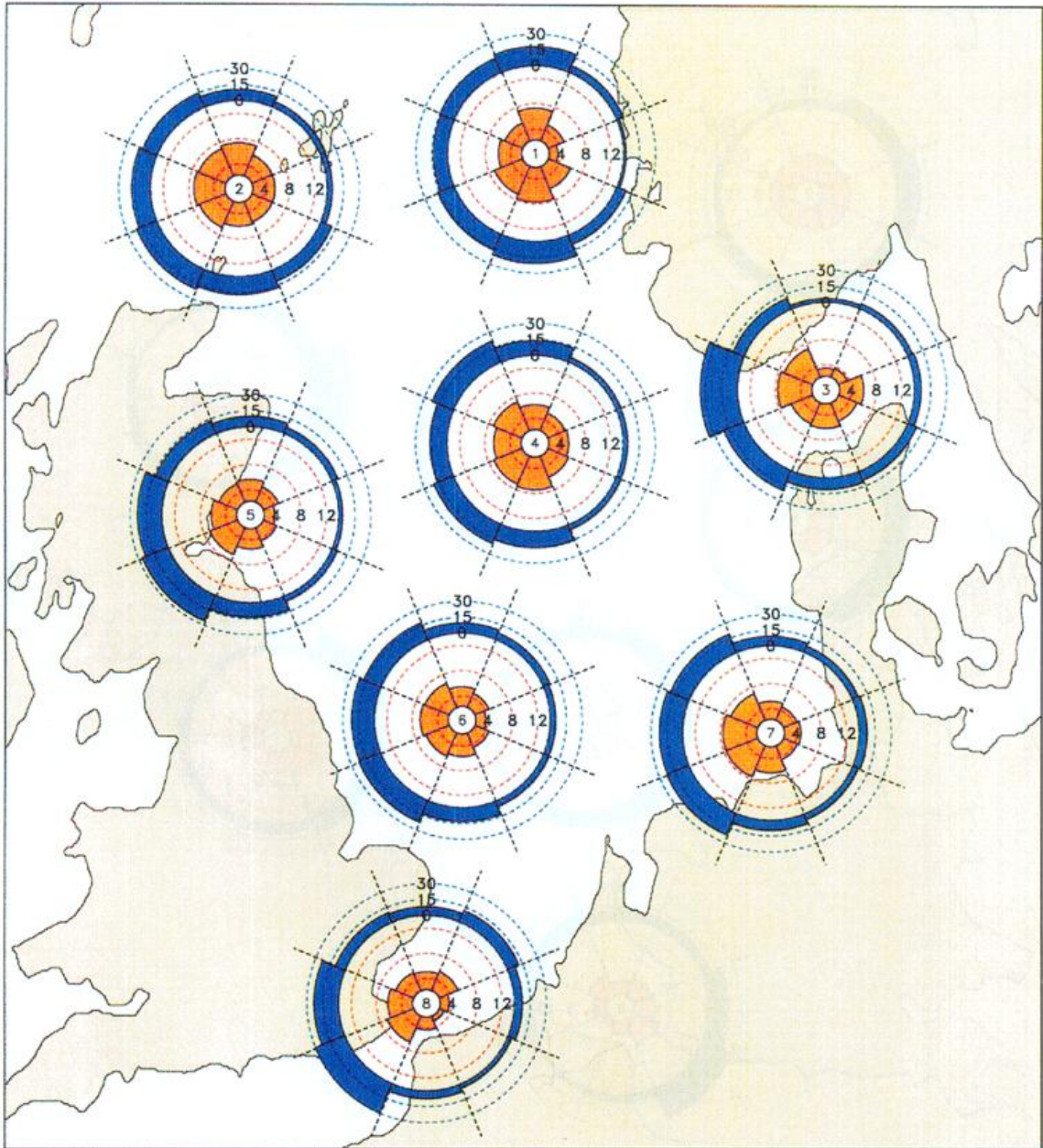


Fig. 7.20.8: Windroses, August

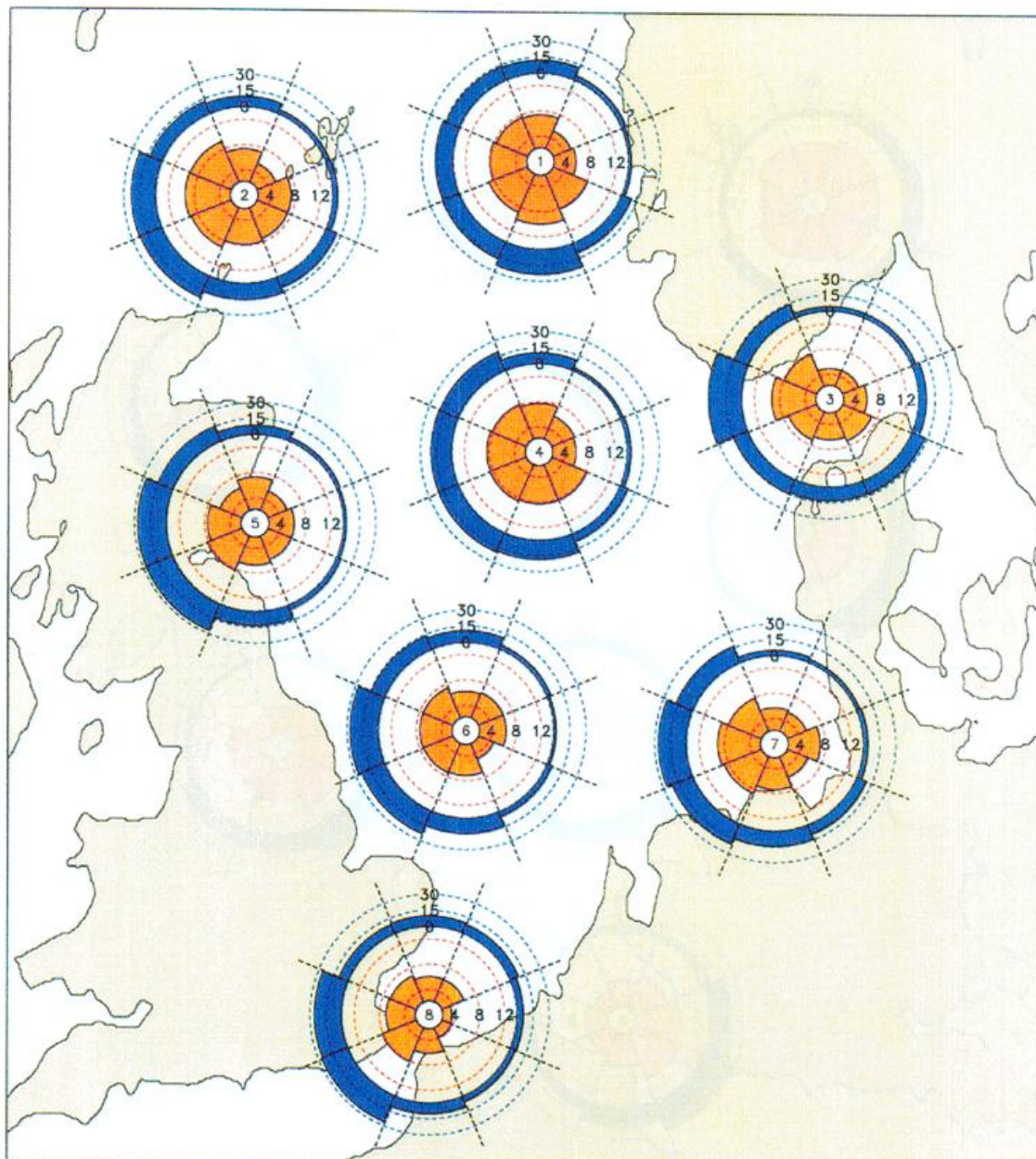


Fig. 7.20.9: Windroses, September

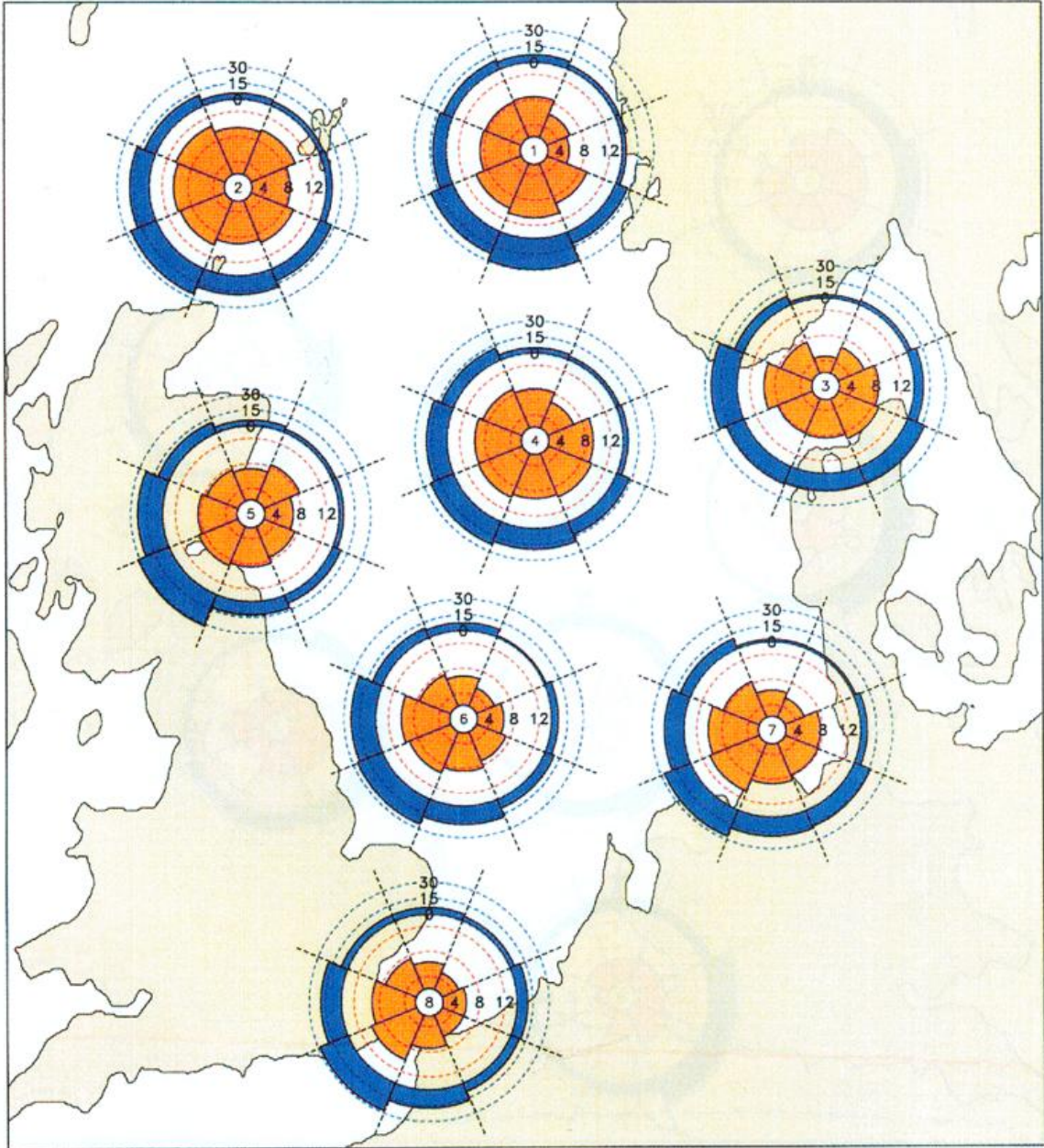


Fig. 7.20.10: Windroses, October

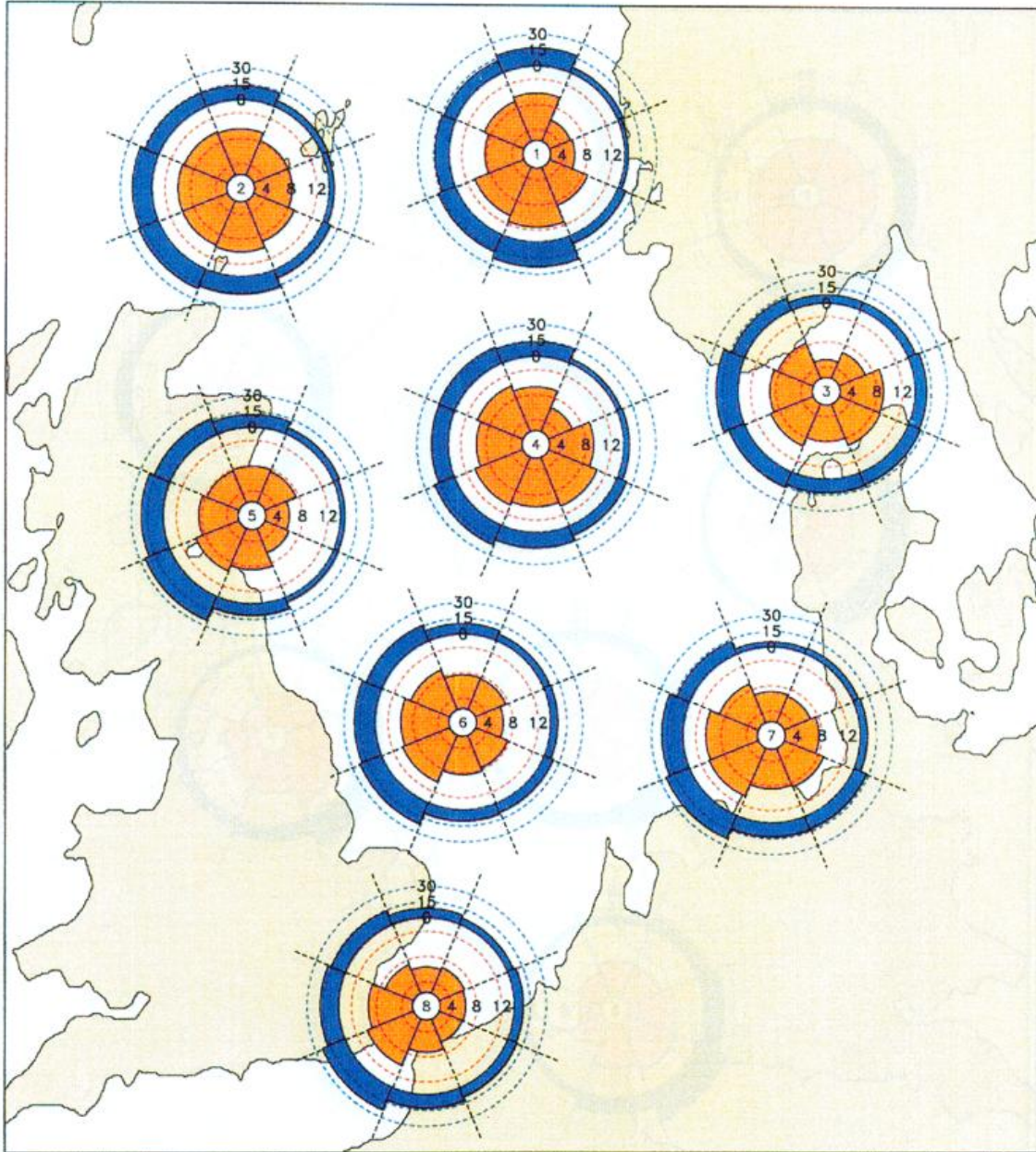


Fig. 7.20.11: Windroses, November

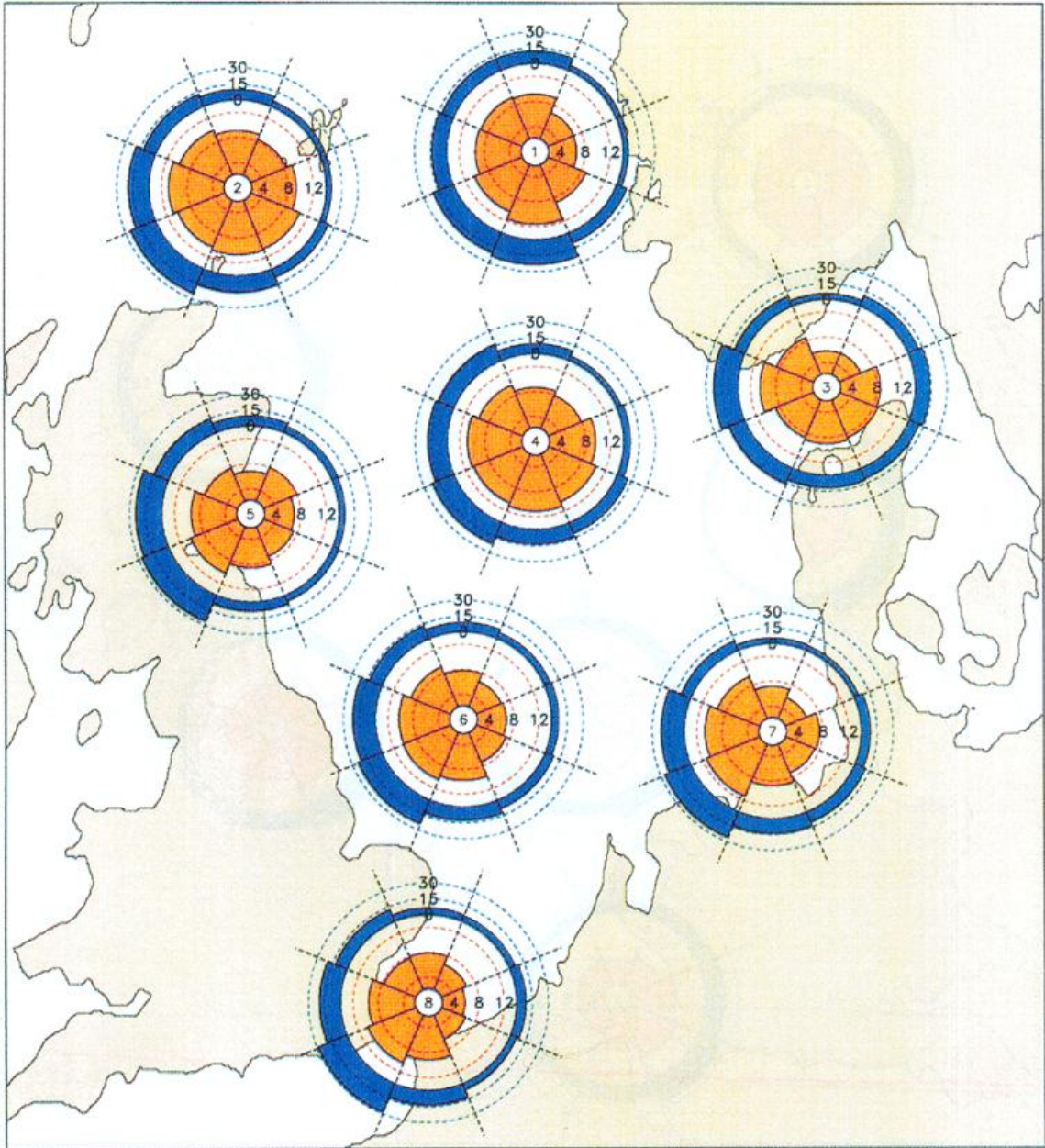


Fig. 7.20.12: Windroses, December

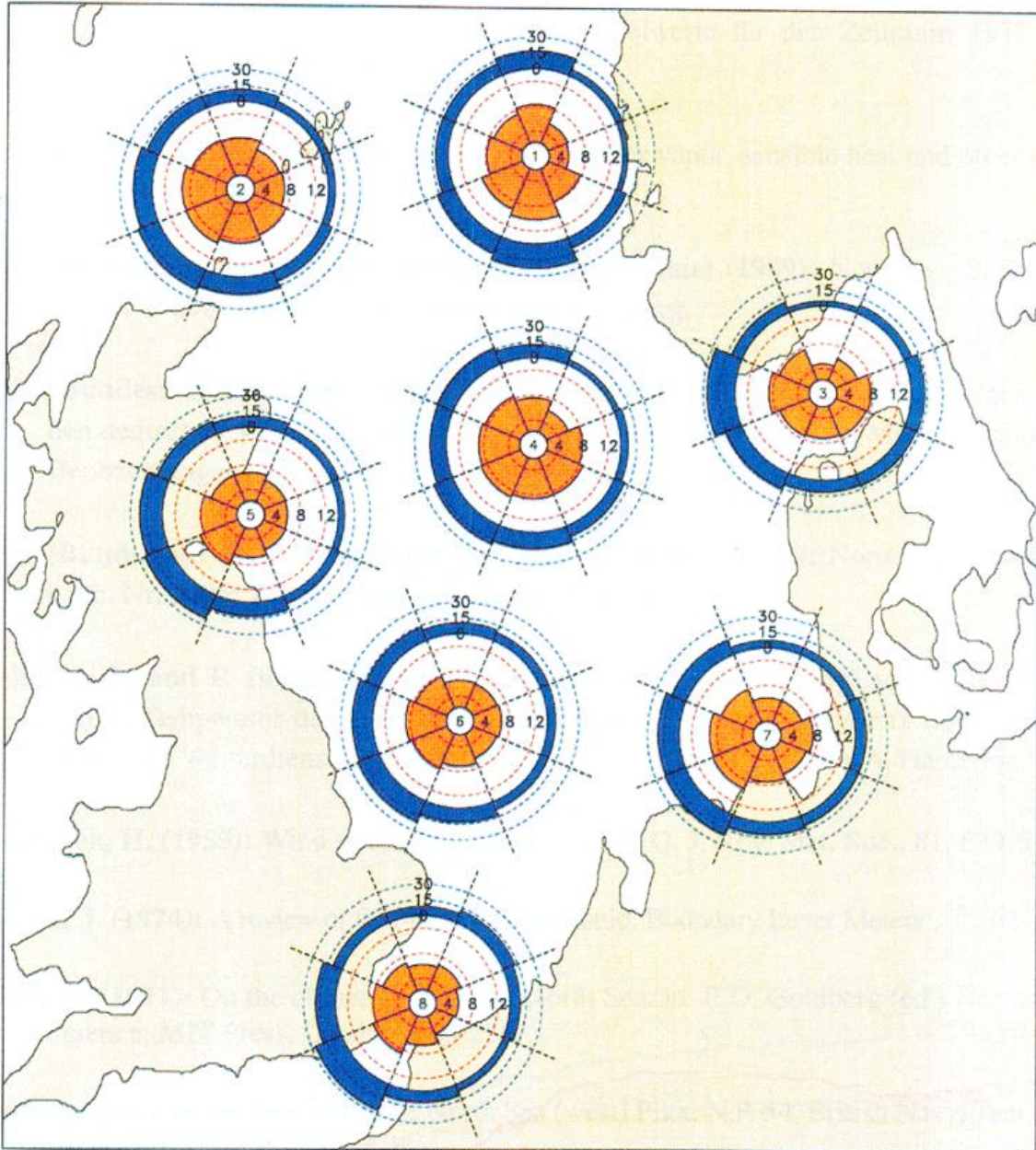
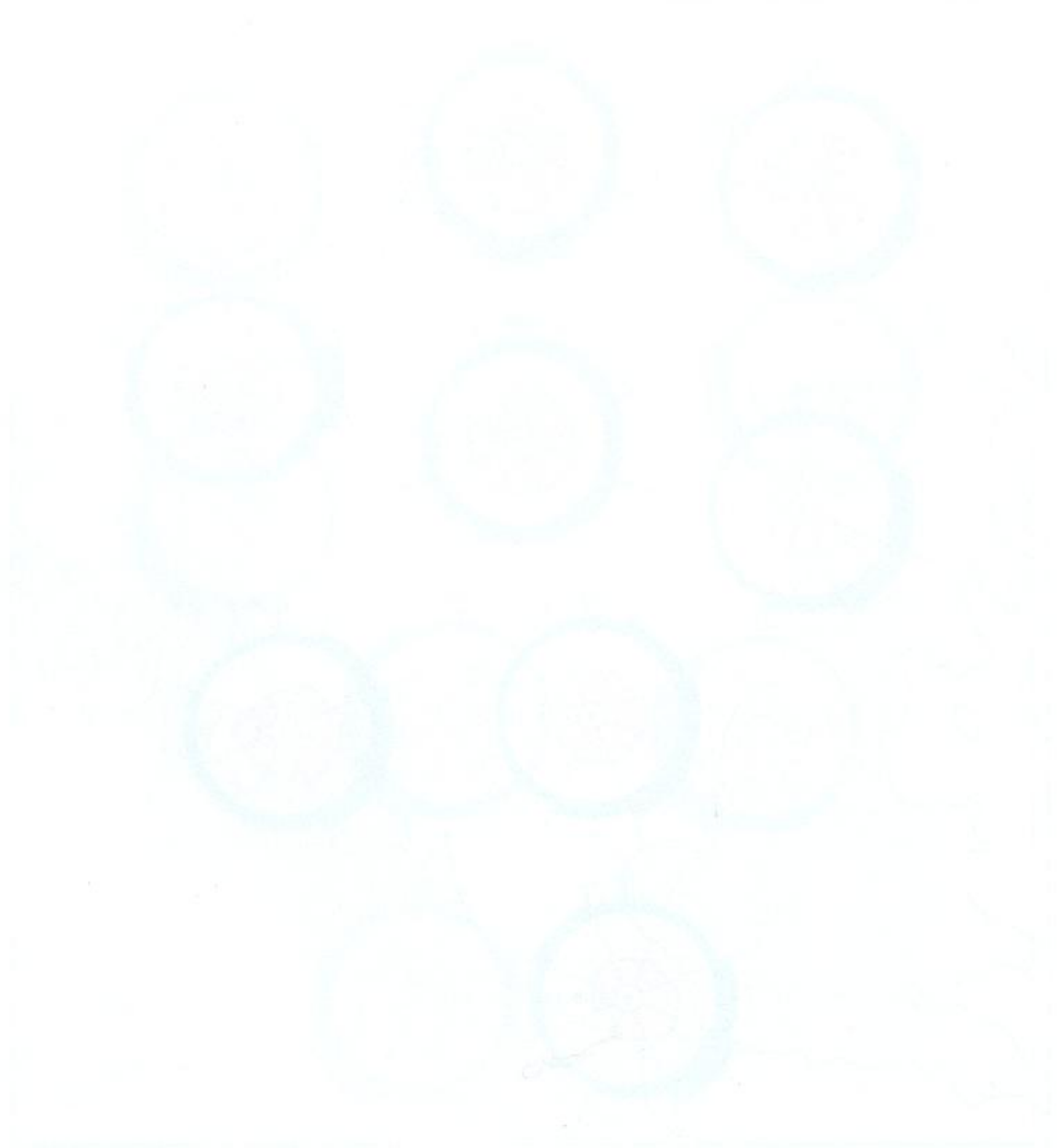


Fig. 7.20.13: Windroses, Year



8 Literature

- Becker, G.A., and G. Wegner (1993):** North Sea surface temperature means 1981 to 1990, ICES, CM 1993/C:47, Copenhagen.
- Becker, G.A., H. Frey, G. Wegner (1986):** Atlas der Temperatur an der Oberfläche der Nordsee: Wöchentliche und monatliche Mittelwerte für den Zeitraum 1971 bis 1980. BSH-Report Serie B, Nr.17, Hamburg.
- Brutsaert, W. (1976):** The roughness length for water vapor, sensible heat and other scalars. J.Atmos. Sci., Vol. 32, 2028-2031.
- BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) (1989):** Nordsee - Seehandbuch. Nr. 2006, Teil B. Naturverhältnisse, Hamburg.
- BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) (1990):** Beobachtungen auf den deutschen Meßstationen der Nord- und Ostsee im Jahre 1989. Meereskundliche Beobachtungen und Ergebnisse, Nr. 69, Hamburg.
- BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) (1994):** Nordsee - Seehandbuch. Nr. 2006, Teil B. Naturverhältnisse, Hamburg.
- Bullig, H.J., and P. Bintig (1954):** Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer. Teil 1: Temperatur des Oberflächenwassers und Temperaturdifferenz Luft-Wasser. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 4, Hamburg.
- Charnock, H. (1955):** Wind stress on a water surface. Q. J. Roy. Met. Soc., 81, 639-640.
- Dyer, A.J. (1974):** A review of flux-profile relationship. Boundary Layer Meteor., 7, 362-372.
- Höhn, R. (1971):** On the climatology of the North Sea. in: E.D. Goldberg (ed.) North Sea Science, MIT Press, London, 183-236.
- Hydrographer of the Navy (1991):** North Sea (west) Pilot. N.P. 54, British Navy, Taunton.
- Hydrographer of the Royal Netherlands Navy (1993):** The Netherlands coast pilot. pp 69-81.
- Isemer, H.-J., and L. Hasse (1985):** The Bunker Climate Atlas of the North Atlantic Ocean. Vol. 1, Springer-Verlag, Berlin.
- Korevaar, C.G. (1990):** North Sea Climate based on observations from ships and light-vessels. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

- Luthardt, H. (1985):** Estimation of mesoscale surface fields of meteorological parameters in the North Sea area from routine observations. *Beitr. Phys. Atmos.*, 58, 2, 255-272.
- Luthardt, H. (1987):** Analyse der wassernahen Druck- und Windfelder über der Nordsee aus Routinebeobachtungen. Dissertation im Fachbereich Geowissenschaften, Universität Hamburg.
- Markgraf, H., and P. Bintig (1954):** Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer. Teil 2: Windverhältnisse. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 4, Hamburg.
- Martin, B.R. (1971):** Estimation II: Least-squares method. *Statistics for Physicists*, 85-97.
- Markgraf, H., and P. Bintig (1956):** Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer, Teil 3: Lufttemperatur, Bewölkung, Niederschlag, Nebel, Tabellen-Anhang zu den Teilen 1 und 3. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 10, Hamburg.
- Merserve, J.M. (1974):** U.S. Navy Marine climate atlas of the world. Vol. 1, North Atlantic Ocean, NAVIAR 50-1C-528, U.S. Dept. of Commerce, Washington.
- Oilfield Publications Ltd. (1985):** North Sea environmental guide. Herefordshire.
- Olbrück, G., H. Günther, W. Rabe, B. Brandt, U. Christiansen, H. Hofmann und K. Mews (1984):** Untersuchung zur Verbrennung chemischer Abfälle auf See. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 107, Hamburg.
- Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine (1993):** Instructions nautiques. B2 and B3, Mer du Nord, Paris.
- von Salzen, K. (1994):** Internal paper, part of "METRAS"-model-documentation. Universität Hamburg, Meteorologisches Institut.
- Wu, J. (1986):** Wind-stress coefficients over sea surface near neutral conditions - A revisit. *Journal of Phys. Oceanography*. Vol. 10, 727-740.

9 Appendices

9.1 Tables of windroses

Table	Month	Page
9.1.1.1	January	194
9.1.2.1	February	198
9.1.3.1	March	202
9.1.4.1	April	206
9.1.5.1	May	210
9.1.6.1	June	214
9.1.7.1	July	218
9.1.9.1	August	222
9.1.9.1	September	226
9.1.10.1	October	230
9.1.11.1	November	234
9.1.12.1	December	238
9.1.13.1	Year	242

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	1.9	3.1	2.4	2.7	2.3	2.7	2.6	2.2	
5.7-11.3	4.6	3.9	1.8	3.2	7.1	7.7	5.7	3.8	
11.3-17.5	3.3	0.5	0.7	2.2	10.1	7.2	4.7	2.3	
>17.5	0.5	0.0	0.0	0.4	3.6	3.7	2.1	0.8	
total	10.3	7.5	4.9	8.5	23.1	21.3	15.1	9.1	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.7	4.0	3.1	3.8	3.8	3.8	3.4	3.6	
5.7-11.3	8.4	8.2	8.4	8.6	9.1	8.6	8.4	8.7	
11.3-17.5	13.9	13.7	13.3	14.2	14.3	14.2	13.8	13.8	
>17.5	18.9	0.0	0.0	21.9	20.7	20.5	19.5	20.7	
total	9.8	6.8	6.5	9.1	12.7	11.9	10.8	9.8	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	2.6	1.1	2.0	1.8	3.2	3.2	2.9	2.4	
5.7-11.3	4.9	2.5	2.2	3.5	6.3	5.6	8.4	3.9	
11.3-17.5	2.9	0.8	2.0	1.3	6.1	7.9	8.0	2.5	
>17.5	0.7	0.2	0.1	0.4	1.5	4.0	3.9	1.1	
total	11.1	4.6	6.3	7.0	17.1	20.7	23.2	9.9	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.4	3.4	3.5	3.9	3.8	3.7	3.9	
5.7-11.3	8.2	7.8	8.8	8.4	8.7	8.6	8.7	8.1	
11.3-17.5	13.7	13.7	13.5	13.8	13.9	14.2	14.1	14.3	
>17.5	19.1	23.1	21.1	20.2	20.3	21.5	20.1	20.0	
total	9.3	8.4	8.9	8.8	10.6	12.5	11.9	9.9	

Table 9.1.1: windroses, January

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	2.6	4.1	3.1	4.0	2.6	2.4	2.1	2.4
5.7-11.3	1.5	6.0	6.4	3.6	4.0	9.4	8.5	3.7
11.3-17.5	0.1	2.2	3.6	1.6	2.0	5.6	9.9	1.6
>17.5	0.0	0.0	0.5	1.1	0.4	0.8	3.7	0.5
total	4.2	12.3	13.6	10.3	9.0	18.2	24.2	8.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.2	3.7	3.8	3.7	3.8	3.9	3.4	3.5
5.7-11.3	8.0	8.2	8.3	7.8	8.7	8.9	8.9	8.5
11.3-17.5	12.1	12.7	13.8	13.9	13.6	13.6	14.2	13.6
>17.5	0.0	0.0	19.7	20.2	19.7	20.0	20.5	20.0
total	5.1	7.5	9.1	8.4	8.9	10.1	12.4	8.7

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	1.6	1.1	1.4	1.7	1.3	1.8	1.9	1.3
5.7-11.3	4.4	2.1	3.1	4.1	6.6	8.9	7.2	4.3
11.3-17.5	2.1	0.4	3.6	3.2	4.5	9.8	10.0	3.8
>17.5	0.7	0.0	0.3	0.6	1.0	2.9	2.9	1.4
total	8.8	3.6	8.4	9.6	13.4	23.4	22.0	10.8
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.8	3.6	3.7	3.9	4.3	3.8	3.9	3.7
5.7-11.3	8.5	8.1	8.6	8.8	8.6	8.6	9.0	8.4
11.3-17.5	14.4	12.6	13.9	13.9	14.4	14.0	13.9	14.0
>17.5	18.8	0.0	19.0	19.9	19.0	19.8	19.9	20.4
total	9.8	7.2	10.4	10.3	10.9	11.9	12.3	11.4

Table 9.1.1: windroses, January

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	2.3	1.5	1.4	1.3	2.1	2.9	4.6	4.3
5.7-11.3	4.1	1.6	3.0	2.1	4.5	9.3	12.8	4.5
11.3-17.5	2.5	0.7	1.9	0.4	1.9	11.0	9.3	3.3
>17.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.6	2.6	2.1	0.8
total	9.3	3.9	6.3	3.8	9.1	25.8	28.8	12.9
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.3	3.6	3.4	3.5	3.8	3.7	3.8	3.9
5.7-11.3	8.4	8.4	8.6	8.2	8.5	8.9	8.6	7.9
11.3-17.5	14.3	13.3	13.4	14.3	13.6	14.1	14.0	13.8
>17.5	20.1	21.1	0.0	0.0	19.2	20.8	20.7	20.6
total	9.3	7.7	9.0	7.4	9.1	11.8	10.5	8.9

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	1.5	1.3	1.2	2.1	1.8	3.6	3.9	2.7
5.7-11.3	3.7	2.3	2.6	2.5	5.0	13.2	7.8	4.8
11.3-17.5	1.2	1.0	2.5	1.6	3.1	9.2	12.1	3.4
>17.5	0.1	0.2	0.2	0.0	0.2	0.9	3.2	1.1
total	6.5	4.8	6.5	6.2	10.1	26.9	27.0	12.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	4.1	3.0	3.7	3.8	3.8	4.3	4.0	3.9
5.7-11.3	8.0	8.7	8.7	7.8	8.1	8.7	8.8	8.2
11.3-17.5	14.3	12.9	13.7	13.8	14.0	13.6	14.1	14.7
>17.5	17.6	19.0	18.0	0.0	18.3	20.1	20.4	18.9
total	8.3	8.4	10.0	8.0	9.3	10.2	11.9	10.0

Table 9.1.1: windroses, January

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	1.7	1.4	1.5	3.2	2.8	2.6	2.6	1.5
5.7-11.3	3.4	3.3	4.1	2.9	6.7	11.1	7.5	3.4
11.3-17.5	0.7	1.1	2.1	1.6	2.9	11.6	10.6	2.5
>17.5	0.0	0.1	0.4	0.0	0.2	2.8	3.1	0.6
total	5.8	5.9	8.1	7.7	12.6	28.1	23.8	8.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	4.2	3.5	4.1	4.0	3.9	4.0	3.9	3.6
5.7-11.3	8.2	8.6	8.5	8.4	8.6	9.0	8.8	8.9
11.3-17.5	13.1	12.5	13.7	13.4	13.2	13.9	14.2	14.0
>17.5	0.0	19.2	18.3	0.0	18.7	20.3	20.2	20.1
total	7.6	8.3	9.5	7.6	8.8	11.7	12.2	10.4

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	2.1	1.0	2.4	3.2	3.8	4.6	4.1	3.6
5.7-11.3	2.9	1.8	3.9	1.9	5.0	12.4	9.4	3.7
11.3-17.5	0.8	1.6	0.6	0.7	2.7	9.5	9.3	4.0
>17.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	2.8	1.6	0.2
total	6.0	4.5	6.9	5.8	11.5	29.3	24.4	11.5
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	4.0	3.6	3.2	3.8	3.9	3.8	3.5
5.7-11.3	8.1	8.2	8.1	8.2	8.3	8.6	8.9	8.4
11.3-17.5	13.7	14.4	13.2	12.6	13.7	13.9	13.8	14.0
>17.5	21.8	18.5	18.3	19.3	19.9	20.8	19.8	19.3
total	7.6	9.7	7.1	6.1	8.1	10.7	10.6	9.0

Table 9.1.1: windroses, January

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	2.6	3.2	1.8	2.2	3.2	4.5	3.8	1.8	
5.7-11.3	3.5	2.2	1.0	3.5	10.6	9.0	6.0	4.7	
11.3-17.5	1.6	0.1	0.3	3.1	11.4	7.4	1.9	1.3	
>17.5	0.6	0.0	0.0	0.3	5.3	2.5	0.4	0.2	
total	8.3	5.5	3.1	9.1	30.5	23.4	12.1	8.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.8	3.4	2.9	3.5	3.8	4.0	3.6	3.3	
5.7-11.3	8.7	8.2	8.5	8.5	8.5	8.3	8.2	7.9	
11.3-17.5	13.8	14.4	13.5	14.4	14.3	14.0	13.8	14.1	
>17.5	20.0	17.7	0.0	19.4	20.1	19.8	19.1	21.3	
total	9.0	5.6	5.8	9.6	12.2	10.5	8.0	8.3	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	2.1	2.4	1.5	1.2	2.5	4.0	3.7	2.8	
5.7-11.3	3.1	3.3	1.6	2.8	9.3	8.5	6.7	4.1	
11.3-17.5	1.5	0.4	0.9	2.2	9.6	9.3	5.1	2.4	
>17.5	0.8	0.2	0.0	0.9	1.8	3.2	1.4	0.6	
total	7.5	6.3	4.0	7.1	23.2	25.0	16.9	9.9	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.8	4.0	3.5	3.6	4.2	4.3	3.5	4.0	
5.7-11.3	8.0	7.5	7.6	9.0	8.6	8.3	8.6	8.2	
11.3-17.5	14.9	14.2	13.6	14.0	14.1	14.4	14.2	14.6	
>17.5	20.1	22.5	28.0	19.4	19.3	20.0	19.6	21.1	
total	9.5	7.1	7.6	11.0	11.2	11.4	10.1	9.3	

Table 9.1.2: windroses, February

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.3
0.3- 5.7	2.9	4.3	5.1	3.5	4.8	5.5	5.3	3.9
5.7-11.3	1.3	4.6	8.4	5.2	5.5	5.6	6.4	2.1
11.3-17.5	0.3	1.2	4.3	2.4	3.0	5.1	3.8	1.1
>17.5	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	0.5	2.3	0.3
total	4.5	10.1	18.1	11.4	13.7	16.7	17.8	7.4
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.1	3.6	3.6	3.2	3.0	3.5	3.8	3.7
5.7-11.3	8.1	8.4	8.2	8.2	8.3	8.7	8.7	8.1
11.3-17.5	12.6	13.4	13.5	13.9	13.5	13.8	14.4	13.2
>17.5	0.0	0.0	18.7	19.5	18.3	18.9	19.7	21.1
total	5.2	6.9	8.4	8.2	7.9	8.8	9.9	7.1

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	3.0	3.0	3.1	3.3	3.5	2.7	3.1	3.3
5.7-11.3	2.8	2.6	3.6	5.2	7.7	6.4	5.2	3.9
11.3-17.5	1.0	0.5	2.9	3.4	6.3	7.7	4.4	2.9
>17.5	0.6	0.0	0.1	1.0	1.8	2.7	1.4	0.9
total	7.4	6.1	9.7	12.9	19.3	19.5	14.1	11.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.5	3.6	3.5	3.7	4.0	3.8	4.0
5.7-11.3	8.0	8.1	7.8	8.5	8.8	8.6	8.4	8.5
11.3-17.5	14.2	13.1	14.1	14.2	13.6	14.2	14.1	14.5
>17.5	22.6	0.0	17.7	20.1	19.0	19.8	19.6	20.4
total	8.3	6.2	8.4	9.6	10.4	11.7	10.3	9.6

Table 9.1.2: windroses, February

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	4.4	2.1	2.7	2.7	4.8	4.6	5.0	3.7
5.7-11.3	2.4	1.7	2.6	3.4	7.0	10.3	7.9	4.8
11.3-17.5	1.3	0.7	0.5	1.8	3.0	7.6	6.0	2.3
>17.5	1.0	0.0	0.0	0.1	0.6	3.6	0.7	0.7
total	9.1	4.5	5.8	8.0	15.4	26.1	19.6	11.5
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.3	3.6	3.6	3.2	3.4	3.8	3.9	3.4
5.7-11.3	7.5	7.9	8.9	8.5	8.7	8.5	8.5	8.4
11.3-17.5	14.5	12.2	11.9	13.7	13.4	13.9	13.6	13.6
>17.5	20.6	0.0	0.0	17.7	19.5	20.4	20.4	20.0
total	7.9	6.6	6.7	7.9	8.4	10.9	9.3	8.5

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	2.1	4.1	4.1	2.3	2.6	3.2	3.1	2.1
5.7-11.3	2.7	7.1	6.8	5.7	6.1	7.6	5.3	3.0
11.3-17.5	0.3	1.1	3.9	1.1	2.5	8.3	6.5	2.4
>17.5	0.4	0.4	0.1	0.4	0.4	1.1	2.1	0.9
total	5.5	12.7	14.9	9.5	11.6	20.2	17.0	8.4
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	2.5	3.5	3.4	3.7	3.7	3.8	3.8	3.5
5.7-11.3	7.8	8.4	8.0	8.5	8.4	8.8	8.8	8.8
11.3-17.5	12.9	12.7	13.7	13.1	13.5	13.9	13.8	13.9
>17.5	20.3	18.7	18.0	18.4	19.3	19.5	20.3	21.8
total	6.8	7.6	8.3	8.2	8.9	10.7	11.2	10.2

Table 9.1.2: windroses, February

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	1.8	3.5	4.0	2.5	3.1	3.2	1.8	1.6
5.7-11.3	1.8	7.2	7.0	7.0	5.8	8.7	6.5	3.2
11.3-17.5	0.8	1.7	4.0	1.1	2.7	8.1	5.6	2.1
>17.5	0.1	0.0	0.3	0.3	0.3	2.0	1.7	0.4
total	4.5	12.4	15.3	10.9	11.9	22.0	15.6	7.3
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.1	3.6	4.1	3.5	3.3	3.7	3.4	3.3
5.7-11.3	7.3	8.4	8.3	8.1	8.6	8.8	8.4	8.1
11.3-17.5	13.5	12.5	13.5	12.8	13.6	14.0	13.9	13.7
>17.5	21.1	0.0	18.4	18.0	18.8	20.7	21.9	21.4
total	6.9	7.6	8.8	7.7	8.6	11.1	11.3	9.5

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	1.5	2.9	5.5	2.5	4.1	3.7	2.9	1.6
5.7-11.3	2.3	8.4	10.6	5.0	5.1	8.2	6.8	3.0
11.3-17.5	0.6	1.5	4.0	0.8	1.9	7.1	4.1	1.4
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	1.6	0.6
total	4.4	12.8	20.1	8.3	11.4	20.9	15.4	6.6
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.1	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.3	3.8
5.7-11.3	8.3	8.6	8.4	7.8	8.1	8.5	8.8	8.5
11.3-17.5	12.5	13.3	13.5	13.5	13.0	14.0	14.0	14.3
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	20.8	20.5	19.0
total	7.1	8.0	8.2	7.1	7.6	10.6	10.3	9.5

Table 9.1.2: windroses, February

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	3.1	2.8	3.1	3.5	4.0	2.6	3.2	2.6	
5.7-11.3	3.9	0.9	1.2	4.8	10.3	8.0	4.7	4.2	
11.3-17.5	2.1	0.1	0.6	3.1	11.9	6.5	2.9	2.0	
>17.5	0.6	0.0	0.0	0.3	4.3	1.5	0.6	0.5	
total	9.7	3.8	4.9	11.7	30.5	18.6	11.4	9.3	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.6	3.5	4.0	4.1	3.8	3.7	3.6	
5.7-11.3	8.4	7.5	8.0	8.7	8.6	8.7	8.3	8.3	
11.3-17.5	14.3	12.7	12.5	13.5	14.2	13.9	14.0	13.5	
>17.5	18.9	0.0	0.0	20.1	19.7	19.5	19.0	18.8	
total	8.8	4.8	5.8	8.8	11.7	10.7	9.0	8.6	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	2.0	1.9	2.1	2.0	2.5	2.8	2.5	2.5	
5.7-11.3	4.0	2.1	2.7	3.9	7.9	8.6	9.4	5.9	
11.3-17.5	2.4	0.7	0.9	2.6	7.5	7.9	5.5	3.5	
>17.5	0.6	0.2	0.5	0.4	1.3	1.4	1.7	0.1	
total	9.0	4.9	6.2	8.9	19.2	20.7	19.1	12.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.7	3.8	4.0	3.5	3.7	4.2	3.6	3.6	
5.7-11.3	8.5	7.6	8.2	8.6	8.6	8.8	8.5	8.5	
11.3-17.5	13.9	12.8	13.5	13.5	13.9	13.8	14.1	13.7	
>17.5	20.0	20.5	19.8	19.5	19.1	19.9	20.2	19.0	
total	9.7	7.4	8.4	9.4	10.8	10.8	10.5	9.1	

Table 9.1.3: windroses, March

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	1.9	2.6	5.7	5.1	4.3	4.4	4.3	2.3
5.7-11.3	1.6	2.1	10.1	7.0	6.4	7.8	7.5	2.8
11.3-17.5	0.1	0.4	3.4	2.6	2.6	2.6	6.2	2.0
>17.5	0.0	0.0	0.6	0.4	0.3	0.2	2.0	0.6
total	3.6	5.1	19.8	15.1	13.6	15.0	20.0	7.7
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.3	3.6	3.9	3.5	3.7	3.6	3.8	3.6
5.7-11.3	7.8	7.1	8.4	8.2	8.2	8.4	8.5	8.1
11.3-17.5	12.0	13.4	13.5	13.9	13.3	13.8	14.1	13.4
>17.5	0.0	0.0	19.3	18.9	19.5	19.8	19.6	20.8
total	5.5	5.9	8.3	7.8	8.0	8.1	10.3	9.1

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	2.7	1.5	1.8	2.7	3.3	3.5	2.8	3.4
5.7-11.3	3.7	1.0	3.7	6.3	9.8	8.9	7.2	5.4
11.3-17.5	1.3	0.3	1.5	3.7	6.3	5.7	4.8	2.7
>17.5	0.3	0.1	0.1	0.7	0.8	1.5	1.4	1.1
total	8.0	2.9	7.1	13.4	20.2	19.6	16.2	12.6
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.4	3.7	3.8	4.0	3.7	4.2	3.9
5.7-11.3	8.6	8.2	8.5	8.6	8.8	8.6	8.6	8.5
11.3-17.5	14.5	14.6	14.3	13.5	13.5	14.0	14.2	14.0
>17.5	20.1	19.2	18.0	20.3	18.9	20.4	19.1	18.8
total	8.2	6.6	8.7	9.6	9.9	10.2	10.3	9.3

Table 9.1.3: windroses, March

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	2.7	2.2	2.4	2.1	3.4	4.4	6.1	5.2
5.7-11.3	3.6	1.4	1.7	3.6	6.1	10.3	12.3	5.0
11.3-17.5	2.0	0.3	0.9	0.7	3.7	7.6	6.4	2.5
>17.5	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	1.0	1.3	0.3
total	8.7	3.9	5.0	6.5	13.3	23.3	26.1	13.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.7	3.4	3.3	3.0	3.6	3.5	3.8	3.7
5.7-11.3	8.3	7.6	8.1	8.0	8.6	8.7	8.5	8.3
11.3-17.5	13.9	14.0	14.0	13.9	13.4	13.7	14.0	13.5
>17.5	19.2	0.0	0.0	19.6	20.5	19.7	20.6	20.3
total	8.6	5.7	6.8	7.2	8.7	9.8	9.4	7.7

<u>No.6 at 2.41oE 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	3.3	2.4	3.1	3.6	4.4	5.3	5.3	3.4
5.7-11.3	3.3	2.7	3.7	4.0	7.3	12.6	9.2	4.8
11.3-17.5	1.0	0.5	0.5	0.8	2.0	4.7	6.4	3.0
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.9	1.1	0.1
total	7.7	5.6	7.3	8.5	14.0	23.5	22.0	11.3
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.6	3.7	4.0	3.8	4.1	4.1	4.0	3.6
5.7-11.3	8.3	8.0	8.2	8.3	8.0	8.2	8.3	8.3
11.3-17.5	13.6	13.5	13.2	13.6	13.1	13.9	13.7	13.5
>17.5	19.3	0.0	0.0	20.5	20.0	18.9	18.7	18.9
total	7.2	6.7	6.7	7.0	7.7	8.8	9.3	8.4

Table 9.1.3: windroses, March

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	2.0	2.4	3.7	3.6	4.9	3.8	4.2	2.5
5.7-11.3	2.1	2.1	8.8	6.2	6.7	11.7	8.4	3.2
11.3-17.5	0.3	0.0	0.8	1.1	2.1	6.3	8.1	1.8
>17.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	1.0	1.5	0.1
total	4.4	4.5	13.4	11.1	13.8	22.8	22.2	7.6
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.3	3.7	3.7	3.5	4.2	3.6	4.1	3.5
5.7-11.3	8.6	7.5	8.6	7.8	8.1	8.6	8.4	8.6
11.3-17.5	11.7	11.4	12.5	13.2	13.4	13.7	13.9	13.9
>17.5	0.0	0.0	20.6	20.3	18.3	20.3	19.0	17.8
total	6.5	5.6	7.6	7.2	7.6	9.7	10.3	8.3

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.3
0.3- 5.7	2.6	3.3	3.9	3.2	4.8	6.7	5.5	3.7
5.7-11.3	3.3	4.6	2.6	2.5	4.9	13.5	10.1	4.3
11.3-17.5	0.6	0.8	0.1	0.2	0.8	7.8	6.2	0.8
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	0.4	0.5
total	6.6	8.7	6.6	5.9	10.6	29.8	22.2	9.3
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.7	3.3	3.5	4.0	3.7	3.7	3.5
5.7-11.3	8.4	8.1	7.8	8.0	7.9	8.4	8.4	7.9
11.3-17.5	13.3	12.3	13.4	11.9	13.3	13.9	13.6	13.6
>17.5	19.7	0.0	0.0	0.0	18.9	20.1	19.0	20.6
total	7.1	6.8	5.3	5.6	6.6	9.5	8.9	7.3

Table 9.1.3: windroses, March

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.3
0.3- 5.7	8.3	5.6	5.2	3.8	5.7	4.8	3.0	5.6	
5.7-11.3	7.9	3.7	1.5	4.3	9.6	8.8	3.8	3.5	
11.3-17.5	3.9	0.1	0.0	1.2	3.6	2.6	0.6	0.9	
>17.5	0.9	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	
total	21.0	9.4	6.7	9.5	19.2	16.5	7.4	10.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.5	3.4	3.4	3.2	3.5	3.7	3.3	3.3	
5.7-11.3	8.3	7.6	7.0	8.7	8.4	8.3	8.2	8.1	
11.3-17.5	14.1	12.5	0.0	13.3	13.4	13.1	13.5	14.7	
>17.5	19.5	0.0	0.0	18.1	19.3	18.7	0.0	0.0	
total	8.0	5.1	4.3	7.3	8.1	7.9	6.7	6.0	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	4.9	5.0	4.0	5.6	5.8	4.6	3.8	4.6	
5.7-11.3	7.0	4.7	3.8	4.3	6.7	8.9	5.6	3.5	
11.3-17.5	2.7	0.5	0.6	0.8	1.6	4.6	3.8	1.5	
>17.5	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	
total	14.9	10.3	8.4	10.8	14.1	18.3	13.2	9.8	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.7	3.6	3.5	3.5	3.5	3.2	3.6	
5.7-11.3	7.9	8.2	8.5	8.0	8.1	8.5	8.6	8.2	
11.3-17.5	14.2	13.6	13.0	13.0	13.0	13.6	13.4	13.4	
>17.5	19.5	18.9	0.0	18.0	0.0	19.8	19.8	21.2	
total	7.9	6.4	6.4	6.1	6.7	8.6	8.4	7.1	

Table 9.1.4: windroses, April

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.0
0.3- 5.7	4.5	6.6	6.4	3.9	4.0	6.5	8.9	5.5
5.7-11.3	1.7	5.8	8.8	3.2	3.9	4.8	10.6	5.2
11.3-17.5	0.0	0.6	2.6	1.4	0.1	0.8	1.4	2.4
>17.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
total	6.2	13.0	18.0	8.5	8.0	12.1	21.1	13.1
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.0	3.6	3.4	3.3	3.2	3.6	3.7	3.3
5.7-11.3	7.3	7.9	8.3	8.1	7.6	7.7	7.9	8.5
11.3-17.5	0.0	12.6	13.5	13.4	13.2	12.8	13.0	13.5
>17.5	0.0	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	18.8	19.2
total	4.2	5.9	7.4	6.7	5.5	5.8	6.6	7.3

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	6.4	3.2	4.0	3.3	6.0	6.5	5.8	5.9
5.7-11.3	6.9	4.3	4.8	4.1	7.4	7.8	4.3	5.4
11.3-17.5	1.6	0.3	2.7	1.7	1.2	1.7	0.5	2.9
>17.5	0.3	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5
total	15.2	7.8	11.6	9.1	14.8	16.0	10.6	14.7
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.7	3.5	3.6	3.5	3.8	3.9	3.5	3.5
5.7-11.3	7.9	8.1	8.2	8.1	7.9	7.9	7.9	8.1
11.3-17.5	13.1	12.8	13.8	13.2	12.6	13.1	14.0	13.9
>17.5	19.9	17.5	18.0	19.2	21.3	0.0	0.0	19.8
total	6.9	6.4	8.0	7.4	6.8	6.8	5.8	7.8

Table 9.1.4: windroses, April

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	6.9	6.2	4.5	5.3	7.4	8.1	7.7	5.2	
5.7-11.3	4.7	5.0	2.3	2.4	4.0	8.6	7.4	4.1	
11.3-17.5	1.8	1.4	1.6	0.5	0.6	2.0	0.9	0.7	
>17.5	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	
total	13.5	12.8	8.4	8.2	12.0	18.7	16.1	10.1	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.0	3.1	3.4	3.4	3.4	3.7	3.5	
5.7-11.3	7.8	8.0	8.1	7.8	7.7	8.0	8.0	7.9	
11.3-17.5	13.9	13.4	13.6	12.4	12.0	12.9	12.3	11.9	
>17.5	18.6	18.6	17.7	0.0	0.0	0.0	18.1	18.5	
total	6.4	6.3	6.6	5.3	5.3	6.5	6.2	6.0	

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	4.2	4.6	4.1	5.3	7.4	7.4	5.9	4.9	
5.7-11.3	6.4	7.7	5.1	3.6	5.0	6.7	5.8	5.8	
11.3-17.5	1.2	2.3	1.5	0.3	0.5	0.5	1.0	1.9	
>17.5	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	
total	11.8	14.8	10.9	9.2	13.0	14.6	12.7	12.8	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.7	3.8	3.8	3.5	3.7	3.7	3.6	3.5	
5.7-11.3	7.7	7.8	7.8	7.6	7.8	7.8	7.8	7.9	
11.3-17.5	13.3	13.8	13.6	12.3	12.8	12.7	12.8	13.3	
>17.5	0.0	17.9	18.1	0.0	19.4	0.0	0.0	19.6	
total	6.8	7.6	7.4	5.4	5.8	5.9	6.2	7.3	

Table 9.1.4: windroses, April

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	5.5	5.1	5.9	4.4	5.5	6.3	6.6	5.6
5.7-11.3	5.5	6.0	5.9	3.4	5.5	5.3	5.2	7.0
11.3-17.5	0.7	0.8	2.1	0.3	0.6	1.4	1.6	3.0
>17.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
total	11.7	11.9	14.2	8.1	11.6	13.0	13.5	15.9
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.7	3.6	3.8	3.2	3.6	3.6	3.8	3.8
5.7-11.3	8.1	7.9	8.3	7.5	7.8	7.6	8.1	8.4
11.3-17.5	12.3	12.4	13.5	12.3	12.0	13.1	13.0	13.6
>17.5	0.0	0.0	18.8	0.0	0.0	18.6	17.8	19.5
total	6.3	6.3	7.4	5.3	6.0	6.3	6.6	7.9

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.3
0.3- 5.7	5.0	5.0	5.3	3.8	6.2	8.2	6.6	4.0
5.7-11.3	5.1	12.6	4.8	2.3	3.4	8.2	5.6	3.1
11.3-17.5	0.3	5.0	0.6	0.0	0.4	2.2	0.8	0.8
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1
total	10.5	22.6	10.7	6.1	10.1	18.7	13.0	8.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.7	3.7	3.2	3.5	3.3	3.5	3.6	3.6
5.7-11.3	7.9	8.2	8.2	7.6	7.6	7.9	8.0	7.4
11.3-17.5	13.1	13.2	12.5	0.0	13.2	13.6	12.5	13.6
>17.5	18.3	0.0	0.0	0.0	18.3	17.9	19.9	20.8
total	6.1	8.3	6.0	5.0	5.3	6.7	6.1	6.2

Table 9.1.4: windroses, April

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.3
0.3- 5.7	7.0	5.7	4.1	6.7	6.0	4.1	3.9	5.3
5.7-11.3	12.7	3.3	1.6	6.6	11.1	5.3	2.7	3.5
11.3-17.5	4.3	0.3	0.0	1.4	2.7	0.6	0.1	0.5
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
total	24.0	9.3	5.7	14.8	19.8	10.0	6.7	9.4
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.6	3.6	3.4	3.8	3.9	3.7	3.5	3.3
5.7-11.3	8.4	7.5	7.3	8.2	8.3	8.1	7.7	8.2
11.3-17.5	12.8	12.7	0.0	13.0	13.1	12.8	13.0	12.7
>17.5	18.0	0.0	0.0	18.7	18.5	0.0	20.5	21.0
total	7.8	5.3	4.5	6.7	7.6	6.6	5.4	5.8

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	4.6	6.0	5.6	5.3	6.3	4.4	2.8	3.8
5.7-11.3	7.7	5.5	3.3	10.2	8.7	7.2	4.3	4.4
11.3-17.5	2.0	0.8	0.3	2.0	0.5	2.0	1.0	1.0
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
total	14.3	12.3	9.2	17.5	15.5	13.7	8.1	9.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.6	3.7	3.5	3.6	3.5	3.5	3.7	3.6
5.7-11.3	8.4	7.9	7.7	8.6	7.9	8.3	7.8	8.1
11.3-17.5	13.4	12.4	13.0	12.9	11.9	13.5	12.4	12.9
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0
total	7.5	6.2	5.3	7.6	6.3	7.6	7.0	6.8

Table 9.1.5: windroses, May

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	2.8	6.3	7.8	7.2	4.8	8.1	9.2	3.3
5.7-11.3	1.0	3.6	10.4	5.5	2.3	5.6	12.5	3.3
11.3-17.5	0.1	0.1	1.0	0.6	0.3	0.7	2.4	0.6
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0
total	3.9	10.0	19.2	13.3	7.5	14.4	24.3	7.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.0	3.1	3.5	3.6	3.2	3.4	3.8	2.8
5.7-11.3	7.8	8.0	8.0	8.0	7.8	7.8	8.1	8.6
11.3-17.5	12.5	12.1	12.1	12.1	13.5	13.1	13.3	12.9
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	0.0	18.2	0.0
total	4.4	5.0	6.3	5.8	5.2	5.6	7.1	6.2

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	7.1	4.6	5.2	5.7	7.9	6.5	5.0	4.9
5.7-11.3	8.7	2.8	5.5	7.1	6.4	5.3	2.9	5.6
11.3-17.5	1.8	0.1	0.5	0.8	1.4	1.9	0.3	1.7
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
total	17.6	7.5	11.2	13.6	15.8	13.7	8.2	12.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.4	3.3	3.4	3.5	3.3	3.2	3.4	3.6
5.7-11.3	8.0	7.6	7.9	8.1	8.0	8.3	7.8	8.2
11.3-17.5	13.9	11.7	12.9	12.9	13.3	13.6	14.2	13.1
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	0.0	0.0	17.5
total	6.7	5.1	6.1	6.5	6.2	6.6	5.3	7.0

Table 9.1.5: windroses, May

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								0.5
calm									
0.3- 5.7	5.8	7.7	5.4	8.2	9.7	7.6	5.6	4.5	
5.7-11.3	5.8	4.4	2.5	5.4	8.4	6.6	3.0	2.2	
11.3-17.5	0.7	0.6	0.0	0.7	0.8	2.5	0.8	0.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	
total	12.3	12.7	7.9	14.3	18.9	16.8	9.5	7.1	

	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.4	3.3	3.1	3.3	3.5	3.3	3.1	3.2	
5.7-11.3	8.0	7.7	7.4	8.1	7.9	8.2	7.8	7.6	
11.3-17.5	13.6	12.6	0.0	12.9	13.1	13.6	13.1	13.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	19.1	0.0	
total	6.2	5.2	4.5	5.6	5.8	6.9	5.6	5.2	

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								0.3
calm									
0.3- 5.7	5.7	7.1	5.9	6.9	8.5	7.9	3.5	5.4	
5.7-11.3	7.4	6.2	5.2	4.1	7.3	7.3	2.7	3.9	
11.3-17.5	1.3	0.4	0.3	0.1	0.5	0.7	0.3	0.9	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	
total	14.4	13.7	11.4	11.1	16.3	16.1	6.5	10.2	

	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.5	3.3	3.5	3.7	3.5	3.3	3.5	
5.7-11.3	8.1	8.0	8.2	7.5	7.8	7.9	7.9	8.1	
11.3-17.5	12.8	12.4	12.1	11.4	12.7	13.6	12.3	13.0	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0	
total	6.7	5.8	5.8	5.1	5.8	6.2	5.6	6.1	

Table 9.1.5: windroses, May

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	4.9	5.7	5.9	6.8	6.6	5.9	5.7	7.5	
5.7-11.3	4.4	3.9	9.2	4.9	3.1	6.4	6.4	5.9	
11.3-17.5	0.5	0.2	2.3	0.1	0.2	1.2	0.5	1.6	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	9.8	9.8	17.4	11.8	9.9	13.5	12.6	15.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.4	3.7	3.6	3.5	3.8	3.7	3.5	3.6	
5.7-11.3	8.3	7.7	8.4	7.7	7.3	8.0	8.1	8.2	
11.3-17.5	11.8	12.0	12.3	13.0	13.5	13.2	12.9	13.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	6.0	5.5	7.3	5.3	5.1	6.5	6.2	6.4	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.4
0.3- 5.7	3.9	11.2	6.1	5.1	5.8	9.5	4.3	3.4	
5.7-11.3	6.5	9.6	4.1	1.6	3.9	13.1	3.2	3.2	
11.3-17.5	0.9	1.5	0.1	0.0	0.1	2.5	0.0	0.0	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	11.3	22.3	10.3	6.7	9.8	25.1	7.5	6.6	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.5	3.5	3.2	3.4	3.3	3.4	3.6	
5.7-11.3	8.2	7.7	7.2	7.1	7.7	8.1	7.9	7.8	
11.3-17.5	13.6	12.3	11.8	0.0	12.0	12.9	0.0	12.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	0.0	
total	7.0	5.9	5.0	4.1	5.2	6.8	5.3	5.7	

Table 9.1.5: windroses, May

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	9.5	2.9	3.6	4.9	5.7	4.4	5.2	8.1
5.7-11.3	22.3	2.6	1.5	3.1	6.7	3.8	2.6	2.9
11.3-17.5	7.3	0.2	0.0	0.2	1.0	0.5	0.2	0.3
>17.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
total	39.3	5.7	5.1	8.2	13.5	8.7	8.0	11.3
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.9	3.6	3.0	3.2	3.6	3.3	3.0	3.5
5.7-11.3	8.5	7.5	7.5	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7
11.3-17.5	13.0	12.0	0.0	12.2	12.7	12.3	12.8	12.2
>17.5	17.9	0.0	0.0	0.0	19.5	0.0	0.0	0.0
total	8.3	5.7	4.3	5.3	6.4	5.8	4.8	4.9

<u>No.2 at 3:29°W 59.91°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	7.5	8.5	6.7	5.2	5.8	5.8	5.9	6.1
5.7-11.3	10.7	4.0	5.0	4.0	4.5	5.9	5.1	4.6
11.3-17.5	0.8	0.7	0.3	0.0	0.4	1.1	0.3	0.9
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	19.0	13.2	12.0	9.2	10.7	12.8	11.3	11.6
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.8	3.5	3.5	3.6	3.3	3.7	3.5	3.7
5.7-11.3	8.2	8.0	7.8	7.9	7.7	8.1	8.2	8.1
11.3-17.5	12.3	12.8	12.5	11.8	13.0	13.1	12.1	13.1
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7
total	6.6	5.3	5.5	5.5	5.5	6.5	5.8	6.2

Table 9.1.6: windroses, June

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.6
0.3- 5.7	3.7	3.6	5.1	6.6	4.9	10.2	17.4	6.4
5.7-11.3	0.6	2.4	3.3	1.8	2.4	6.2	16.8	3.1
11.3-17.5	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.7	2.5	0.5
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	4.4	6.3	8.8	8.6	7.5	17.1	36.7	10.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	2.8	3.1	2.9	3.0	2.7	3.3	3.7	3.0
5.7-11.3	6.9	7.5	8.3	7.5	7.9	7.7	8.1	7.8
11.3-17.5	12.2	13.3	12.2	12.7	13.3	13.1	12.8	14.1
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	3.6	5.2	5.3	4.3	4.6	5.3	6.3	5.1

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	8.7	3.9	1.6	4.8	5.8	6.9	5.3	8.7
5.7-11.3	12.9	2.0	1.8	4.5	4.7	5.3	3.3	11.9
11.3-17.5	2.2	0.0	0.2	0.2	0.5	0.3	0.7	3.5
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
total	23.8	5.9	3.6	9.5	11.1	12.5	9.3	24.1
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.7	3.2	2.5	3.7	3.3	3.7	3.4	3.7
5.7-11.3	8.2	7.1	8.2	7.6	7.8	7.8	7.5	7.9
11.3-17.5	12.6	11.8	12.0	12.5	13.3	11.9	13.6	13.0
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0
total	7.0	4.6	5.8	5.7	5.8	5.6	5.6	7.1

Table 9.1.6: windroses, June

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.4
0.3- 5.7	7.9	7.9	6.1	7.6	10.3	9.3	8.3	6.6
5.7-11.3	5.4	4.0	1.5	2.5	4.0	5.6	5.3	4.6
11.3-17.5	0.2	0.0	0.2	0.4	0.3	1.0	0.3	0.3
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	13.5	11.9	7.8	10.5	14.6	15.9	13.9	11.5
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.3	3.1	2.9	3.3	3.1	3.3	3.3	3.3
5.7-11.3	7.6	7.8	7.8	7.4	7.4	8.0	7.7	7.6
11.3-17.5	12.4	13.4	14.5	11.9	12.9	13.5	13.1	13.4
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	5.2	4.7	4.1	4.6	4.5	5.6	5.2	5.3

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.6
0.3- 5.7	9.4	6.9	4.2	3.5	7.6	8.7	7.3	6.9
5.7-11.3	7.6	4.0	2.5	1.7	4.4	6.7	7.1	7.6
11.3-17.5	0.3	0.0	0.2	0.1	0.3	0.8	0.3	1.3
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	17.3	10.9	6.9	5.3	12.3	16.2	14.7	15.8
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.8	3.5	3.1	3.0	3.3	3.4	3.5	3.7
5.7-11.3	7.5	7.2	7.4	7.5	7.4	7.6	8.0	8.2
11.3-17.5	12.4	0.0	12.5	11.7	12.1	12.3	13.0	13.6
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	5.6	4.8	5.0	4.6	4.9	5.6	5.9	6.6

Table 9.1.6: windroses, June

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	8.9	5.8	5.1	3.9	4.4	6.3	8.0	10.4	
5.7-11.3	3.7	1.6	3.7	2.1	1.6	7.8	10.0	10.8	
11.3-17.5	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.5	2.2	2.2	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	
total	12.8	7.5	9.1	6.0	6.0	14.6	20.2	23.6	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.7	3.3	3.4	3.1	3.5	3.7	3.8	3.9	
5.7-11.3	7.2	7.0	7.4	7.4	7.6	8.1	8.4	8.1	
11.3-17.5	14.6	11.9	11.9	0.0	12.1	13.2	13.6	13.3	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.3	20.2	
total	4.9	4.2	5.3	4.6	4.6	6.4	7.2	6.9	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.3
0.3- 5.7	8.8	9.6	4.8	3.8	4.5	9.2	7.7	5.5	
5.7-11.3	4.6	7.7	2.1	0.6	1.2	14.4	8.9	2.6	
11.3-17.5	0.4	0.6	0.1	0.0	0.1	1.6	0.4	0.5	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	13.8	17.9	7.0	4.4	5.8	25.2	17.0	8.6	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.3	2.6	2.6	2.7	3.7	3.7	3.3	
5.7-11.3	7.3	7.8	7.1	6.8	7.5	8.0	7.6	7.7	
11.3-17.5	12.6	11.9	11.7	0.0	14.6	13.5	12.2	12.8	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	5.1	5.6	4.1	3.2	4.0	6.8	6.0	5.2	

Table 9.1.6: windroses, June

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	6.0	2.7	2.3	4.5	6.4	8.0	7.8	8.9
5.7-11.3	12.1	1.1	1.9	3.3	9.0	7.6	3.9	8.5
11.3-17.5	1.8	0.0	0.0	0.3	2.2	0.5	0.4	0.4
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
total	19.9	3.8	4.2	8.1	17.8	16.1	12.1	17.8
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.4	3.4	3.2	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8
5.7-11.3	8.4	7.2	7.9	7.7	7.8	7.6	7.5	7.8
11.3-17.5	12.7	0.0	11.7	13.1	12.9	12.9	12.8	12.3
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	0.0	0.0
total	7.3	4.5	5.3	5.5	7.0	5.8	5.2	5.9

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	2.7	2.1	2.8	5.7	7.9	8.2	8.6	6.3
5.7-11.3	4.0	1.4	2.9	4.9	6.7	10.9	11.0	9.0
11.3-17.5	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.8	1.4	0.8
>17.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	6.9	4.0	6.0	11.0	14.9	19.9	21.0	16.1
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.0	3.3	3.5	3.6	3.5	3.7	3.8
5.7-11.3	8.0	8.1	8.2	7.6	7.8	7.9	7.8	7.6
11.3-17.5	13.5	13.1	12.3	12.8	12.0	12.5	13.4	12.4
>17.5	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	6.4	6.0	6.1	5.6	5.7	6.3	6.5	6.3

Table 9.1.7: windroses, July

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	2.7	1.7	3.9	5.5	4.6	9.6	11.2	5.2	
5.7-11.3	0.7	0.3	2.2	3.7	2.1	7.8	21.5	7.7	
11.3-17.5	0.1	0.0	0.5	0.4	0.4	0.2	5.5	1.9	
>17.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	
total	3.5	2.0	6.7	9.6	7.1	17.7	38.2	15.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	2.9	2.5	3.2	3.1	3.2	3.5	4.0	3.6	
5.7-11.3	7.8	7.6	8.0	8.0	7.5	7.5	8.2	8.3	
11.3-17.5	14.3	0.0	14.8	12.6	12.5	15.8	13.0	13.3	
>17.5	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	18.0	0.0	18.0	
total	4.2	3.3	5.9	5.4	5.0	5.5	7.7	7.4	

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	4.3	2.0	4.0	3.5	5.8	7.8	8.2	7.1	
5.7-11.3	7.9	0.7	1.4	5.3	5.8	9.3	6.1	14.8	
11.3-17.5	0.7	0.0	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	2.4	
>17.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
total	12.9	2.7	6.0	9.3	12.1	17.7	14.8	24.3	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.2	3.2	3.4	3.5	3.8	3.7	3.7	
5.7-11.3	8.3	6.9	7.0	7.8	7.5	7.7	7.7	8.2	
11.3-17.5	13.2	0.0	15.4	13.0	12.9	13.4	13.6	13.2	
>17.5	0.0	0.0	18.9	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	
total	6.9	4.2	5.3	6.4	5.9	6.2	5.7	7.4	

Table 9.1.7: windroses, July

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.7
0.3- 5.7	7.9	4.6	4.6	6.9	8.9	10.5	11.9	7.8
5.7-11.3	2.1	1.5	0.8	1.9	3.5	10.0	9.0	3.9
11.3-17.5	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	1.5	0.7	0.3
>17.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
total	10.4	6.4	5.5	8.8	12.5	22.1	21.6	12.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	2.9	2.7	2.4	3.0	3.3	3.4	3.7	3.3
5.7-11.3	8.1	8.0	7.7	7.8	7.6	7.7	7.6	7.8
11.3-17.5	13.6	12.3	15.5	0.0	11.3	13.4	12.5	12.6
>17.5	0.0	18.6	19.0	0.0	20.1	24.6	0.0	0.0
total	4.3	4.6	3.5	4.1	4.6	6.2	5.6	5.0

<u>No.6 at 2.41oE 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	6.9	4.9	4.3	4.4	7.6	9.7	10.9	8.7
5.7-11.3	3.5	2.3	2.9	1.5	4.6	9.5	7.0	8.6
11.3-17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	0.6	1.2
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	10.4	7.2	7.2	5.9	12.6	19.7	18.5	18.5
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.7	3.0	3.3	3.6	3.8	3.8	3.6
5.7-11.3	7.3	7.2	7.4	6.9	7.7	7.6	7.5	7.8
11.3-17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	12.3	13.0	13.2
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
total	4.8	4.8	4.8	4.2	5.5	5.8	5.5	6.2

Table 9.1.7: windroses, July

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	4.0	4.1	5.0	4.0	4.5	5.6	8.5	6.1	
5.7-11.3	1.4	2.1	3.9	3.1	3.4	9.9	12.6	15.0	
11.3-17.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.9	1.9	3.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	
total	5.4	6.2	9.0	7.1	8.1	16.4	23.2	24.5	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.2	3.6	3.9	3.5	3.8	4.0	3.8	3.9	
5.7-11.3	6.9	6.9	7.3	7.2	7.7	7.6	8.1	8.4	
11.3-17.5	0.0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.9	12.8	12.5	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.0	
total	4.2	4.7	5.5	5.1	5.6	6.7	7.0	7.8	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.3
0.3- 5.7	6.7	7.0	7.6	3.0	3.8	11.8	10.9	5.2	
5.7-11.3	2.3	7.0	3.3	0.4	1.6	15.8	7.5	3.1	
11.3-17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	0.8	0.2	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	9.0	14.0	10.9	3.4	5.6	29.1	19.2	8.5	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.6	3.3	2.7	2.5	3.7	3.5	3.2	
5.7-11.3	7.1	7.9	7.2	6.8	7.7	8.0	7.7	7.9	
11.3-17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	13.2	12.6	11.7	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	4.3	5.8	4.4	3.2	4.3	6.5	5.5	5.2	

Table 9.1.7: windroses, July

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	5.9	4.2	1.8	4.6	6.6	6.8	6.8	8.2	
5.7-11.3	9.4	2.2	0.6	3.8	10.4	7.1	6.0	5.7	
11.3-17.5	2.4	0.1	0.0	0.8	3.6	2.2	0.3	0.2	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	
total	17.7	6.5	2.4	9.2	20.7	16.2	13.1	14.1	

	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.4	2.4	3.2	3.5	3.7	3.8	3.5	
5.7-11.3	8.2	7.4	7.4	8.2	8.5	8.0	8.0	7.7	
11.3-17.5	12.9	12.1	0.0	12.6	13.0	13.6	12.2	12.7	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	18.0	0.0	0.0	
total	7.2	4.9	3.6	6.0	7.7	7.0	5.9	5.3	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	3.1	3.1	2.5	6.2	8.5	9.2	6.3	5.3	
5.7-11.3	5.6	2.0	2.2	4.4	7.7	8.3	9.0	7.5	
11.3-17.5	1.5	0.3	0.1	0.5	0.8	2.4	1.8	1.3	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	
total	10.2	5.4	4.8	11.1	17.0	20.0	17.3	14.1	

	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.4	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.8	
5.7-11.3	8.1	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2	8.2	8.1	
11.3-17.5	12.7	12.9	13.3	12.8	12.5	13.3	13.1	12.9	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	19.3	0.0	
total	7.3	5.7	5.7	5.7	6.0	6.7	7.1	6.9	

Table 9.1.8: windroses, August

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	3.2	3.9	3.8	5.3	4.9	10.5	9.7	4.2	
5.7-11.3	0.3	0.9	1.7	3.2	5.2	8.4	20.8	5.0	
11.3-17.5	0.0	0.1	0.7	0.4	0.8	1.0	4.2	1.6	
>17.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	3.5	4.9	6.3	8.9	10.9	19.9	34.7	10.8	

	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.1	2.7	3.1	3.1	3.1	3.6	3.7	3.5	
5.7-11.3	7.1	7.2	8.2	7.7	7.9	7.9	8.4	8.1	
11.3-17.5	0.0	12.5	13.9	13.9	13.2	12.8	12.8	13.4	
>17.5	0.0	0.0	20.1	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	3.5	3.7	6.0	5.3	6.1	5.9	7.6	7.1	

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	6.5	3.3	3.0	2.7	5.1	7.7	7.3	7.9	
5.7-11.3	6.5	1.0	1.1	1.9	8.4	10.0	6.5	10.6	
11.3-17.5	0.9	0.4	0.2	0.2	1.9	2.0	2.0	2.8	
>17.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	13.9	4.7	4.4	4.8	15.4	19.7	15.8	21.3	

	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.1	3.7	3.8	3.8	3.8	3.6	3.8	
5.7-11.3	7.9	8.1	7.4	7.9	8.3	8.3	7.8	8.0	
11.3-17.5	13.1	14.2	14.1	12.3	12.6	13.3	13.3	13.4	
>17.5	0.0	0.0	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
total	6.2	5.2	5.4	5.8	7.4	7.1	6.6	7.2	

Table 9.1.8: windroses, August

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.3
0.3- 5.7	5.5	4.4	3.2	3.8	8.0	10.5	10.4	7.6	
5.7-11.3	3.3	1.3	0.5	1.2	4.9	12.4	10.8	4.5	
11.3-17.5	1.0	0.2	0.1	0.2	0.7	3.0	1.3	0.6	
>17.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	
total	9.8	6.1	3.8	5.2	13.6	26.0	22.5	12.7	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	2.9	3.0	2.9	2.8	3.3	3.7	3.7	3.3	
5.7-11.3	8.1	7.5	8.4	8.2	7.8	8.1	7.8	7.9	
11.3-17.5	13.1	15.4	14.6	13.3	12.8	13.1	12.7	13.1	
>17.5	0.0	18.8	0.0	0.0	0.0	17.9	0.0	0.0	
total	5.7	4.8	3.9	4.4	5.4	6.9	6.2	5.4	

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	5.1	4.8	4.2	4.3	7.0	9.7	8.9	8.0	
5.7-11.3	3.9	1.9	1.1	1.0	5.6	11.0	10.0	7.3	
11.3-17.5	0.2	0.0	0.0	0.1	0.6	1.2	2.1	1.6	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	
total	9.2	6.7	5.3	5.5	13.2	21.9	21.0	17.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.4	3.4	3.1	3.4	3.4	3.4	3.7	3.3	
5.7-11.3	7.7	7.7	6.5	7.5	8.1	8.0	8.1	8.1	
11.3-17.5	11.9	0.0	0.0	13.9	12.1	12.4	12.8	13.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0	0.0	19.2	
total	5.4	4.6	3.8	4.6	5.8	6.2	6.7	6.4	

Table 9.1.8: windroses, August

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	6.3	4.4	4.7	4.2	3.8	7.3	6.6	8.1
5.7-11.3	2.3	1.6	2.7	1.2	5.2	11.9	12.7	8.1
11.3-17.5	0.3	0.0	0.0	0.2	0.4	2.8	1.9	2.3
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1
total	9.0	6.0	7.4	5.6	9.4	22.3	21.5	18.6
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.6	3.4	3.5	3.6	3.7	3.9	3.7
5.7-11.3	7.5	7.0	7.3	7.1	7.8	8.4	8.3	8.1
11.3-17.5	13.8	0.0	0.0	14.2	13.9	12.7	13.3	13.1
>17.5	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	22.2	18.0
total	5.1	4.5	4.8	4.6	6.4	7.6	7.6	6.8

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	5.4	6.4	6.1	3.6	5.2	12.2	11.0	5.2
5.7-11.3	2.3	5.1	1.4	0.1	1.7	13.7	10.8	4.2
11.3-17.5	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	3.4	0.9	0.1
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0
total	8.1	11.5	7.5	3.8	7.1	29.5	22.8	9.5
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	3.5	2.9	2.6	2.9	3.4	3.6	3.2
5.7-11.3	7.3	8.0	6.9	7.4	7.3	8.0	8.1	7.8
11.3-17.5	12.2	0.0	0.0	14.4	13.5	13.0	12.6	12.2
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	18.2	18.0	0.0
total	5.1	5.5	3.6	3.0	4.2	6.7	6.1	5.3

Table 9.1.8: windroses, August

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	3.7	2.9	2.0	2.9	3.2	4.9	4.3	3.6	
5.7-11.3	7.1	1.5	0.6	4.5	12.0	6.8	8.9	8.0	
11.3-17.5	1.4	0.2	0.3	2.2	7.2	5.0	3.0	1.6	
>17.5	0.1	0.0	0.1	0.2	1.0	0.5	0.1	0.1	
total	12.3	4.6	3.0	9.8	23.4	17.2	16.3	13.3	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.5	3.3	3.4	3.3	3.7	3.8	3.9	3.6	
5.7-11.3	8.2	7.6	7.8	8.3	8.7	8.6	8.4	8.2	
11.3-17.5	13.6	14.4	13.6	13.3	13.6	13.2	12.8	12.6	
>17.5	18.1	0.0	22.0	22.0	20.0	20.2	19.2	21.2	
total	7.4	5.3	5.7	8.2	10.0	8.9	8.1	7.6	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	3.3	2.5	1.8	3.7	4.0	4.5	4.6	2.4	
5.7-11.3	5.1	1.3	2.1	5.6	9.2	10.9	10.7	6.4	
11.3-17.5	1.3	0.2	0.5	1.1	2.1	5.5	6.5	2.7	
>17.5	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6	0.4	0.5	
total	9.7	4.0	4.6	10.6	15.3	21.5	22.2	12.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.5	3.6	3.2	3.5	3.9	3.9	3.9	4.0	
5.7-11.3	8.3	8.1	8.4	8.3	8.3	8.2	8.7	8.3	
11.3-17.5	13.3	13.1	13.3	13.7	13.2	13.5	13.5	13.5	
>17.5	0.0	0.0	18.3	18.3	18.4	19.2	20.2	22.8	
total	7.3	5.4	7.4	7.4	7.9	9.0	9.3	9.2	

Table 9.1.9: windroses, September

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	3.3	3.1	3.7	5.0	5.3	5.4	5.5	4.3	
5.7-11.3	0.9	0.7	3.1	6.1	6.4	6.7	16.1	7.2	
11.3-17.5	0.1	0.4	0.4	1.5	0.9	2.0	8.8	1.9	
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.4	
total	4.4	4.2	7.2	12.8	12.6	14.1	30.8	13.8	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.2	3.3	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.5	
5.7-11.3	8.0	7.7	7.7	8.3	8.1	8.2	8.5	8.3	
11.3-17.5	11.5	13.7	13.8	13.2	12.1	12.6	13.4	12.9	
>17.5	20.7	0.0	0.0	21.3	0.0	0.0	18.7	21.5	
total	4.9	4.9	5.9	7.2	6.5	7.1	9.2	7.8	

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	2.9	1.4	1.8	1.8	4.3	5.2	4.6	5.2	
5.7-11.3	5.9	1.4	2.0	4.4	10.4	9.8	11.0	10.0	
11.3-17.5	1.4	0.1	0.1	1.3	3.1	4.0	3.4	3.3	
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	
total	10.3	2.9	3.9	7.6	18.0	19.4	19.2	18.7	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.8	3.5	3.4	3.9	3.8	3.8	3.7	3.5	
5.7-11.3	8.2	8.3	7.7	8.1	8.3	8.5	8.5	8.4	
11.3-17.5	13.4	12.4	12.9	13.7	13.2	13.5	13.4	13.7	
>17.5	17.6	0.0	0.0	22.3	18.6	19.1	21.8	19.5	
total	7.7	6.1	5.9	8.2	8.2	8.4	8.4	8.1	

Table 9.1.9: windroses, September

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	3.3	2.4	1.4	2.2	5.8	8.7	9.1	7.8	
5.7-11.3	4.1	1.1	1.0	1.7	5.6	11.9	13.4	6.0	
11.3-17.5	0.9	0.3	0.4	0.4	1.5	5.1	3.6	1.0	
>17.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.1	
total	8.5	3.8	2.8	4.3	12.9	26.2	26.4	14.9	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.5	2.6	2.8	3.4	3.7	3.7	3.8	
5.7-11.3	8.3	8.0	8.5	8.3	8.1	8.4	8.3	7.6	
11.3-17.5	13.2	12.5	13.3	14.4	13.4	13.7	13.2	13.2	
>17.5	18.5	0.0	0.0	17.9	17.8	19.8	20.6	18.7	
total	7.3	5.5	6.2	6.2	6.7	8.1	7.5	6.0	

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	4.9	2.3	1.1	3.4	5.6	8.4	9.9	5.3	
5.7-11.3	5.2	1.1	1.2	1.4	7.3	11.2	12.6	6.0	
11.3-17.5	0.9	0.7	0.1	0.1	1.5	3.2	3.5	2.1	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.1	
total	11.0	4.1	2.4	4.9	14.6	23.0	26.3	13.5	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.5	3.6	3.2	3.3	3.8	3.8	3.7	3.8	
5.7-11.3	7.8	8.4	8.8	7.6	8.0	7.9	8.2	8.0	
11.3-17.5	12.8	12.8	12.0	15.5	13.4	13.3	13.4	13.6	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9	22.6	19.0	18.5	
total	6.3	6.5	6.4	4.8	7.1	7.3	7.3	7.3	

Table 9.1.9: windroses, September

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	2.6	2.0	1.6	4.9	4.5	4.8	5.2	5.1	
5.7-11.3	2.5	1.3	2.3	4.6	7.9	10.5	14.3	8.7	
11.3-17.5	0.2	0.1	0.6	0.1	1.8	4.8	5.4	2.5	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	0.3	
total	5.3	3.4	4.5	9.6	14.3	20.5	25.7	16.6	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.3	3.2	3.6	3.8	3.7	4.0	4.0	
5.7-11.3	7.5	8.4	9.0	7.7	7.9	8.3	8.5	8.3	
11.3-17.5	11.9	12.2	11.9	12.2	12.8	13.5	13.2	13.4	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	18.7	21.3	19.1	
total	5.8	5.5	7.2	5.7	7.3	8.6	9.0	7.9	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	5.1	4.4	5.0	4.0	5.4	8.5	10.3	4.3	
5.7-11.3	4.2	3.9	1.0	1.1	3.5	11.6	11.9	3.7	
11.3-17.5	0.5	0.4	0.0	0.1	1.0	5.5	2.9	1.0	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	
total	9.8	8.7	6.0	5.2	9.9	26.0	25.2	9.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.9	3.7	2.9	2.8	3.3	3.9	3.7	3.5	
5.7-11.3	7.9	8.0	7.2	6.7	8.3	8.1	8.0	8.3	
11.3-17.5	13.2	13.1	0.0	14.6	13.3	13.5	13.2	13.8	
>17.5	0.0	0.0	0.0	17.8	21.8	20.9	18.8	17.8	
total	6.0	6.0	3.6	3.9	6.1	8.1	6.9	6.7	

Table 9.1.9: windroses, September

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	1.7	2.0	2.3	3.5	3.8	3.8	3.2	2.8	
5.7-11.3	3.8	1.9	1.5	4.6	12.5	10.8	5.9	4.1	
11.3-17.5	1.6	0.3	0.2	3.1	10.9	6.1	3.2	1.8	
>17.5	0.2	0.0	0.0	0.7	1.7	1.4	0.1	0.5	
total	7.3	4.2	4.0	11.9	28.9	22.1	12.4	9.2	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.5	3.2	3.2	3.8	3.8	4.2	3.7	3.4	
5.7-11.3	8.1	8.7	8.4	8.3	8.7	8.5	8.4	8.4	
11.3-17.5	13.9	11.9	12.2	13.9	14.0	13.7	13.6	13.1	
>17.5	19.1	0.0	0.0	18.9	19.7	20.9	20.1	20.6	
total	8.6	6.2	5.6	9.1	10.7	10.0	8.6	8.4	

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	1.4	1.0	1.6	2.5	3.8	4.8	2.5	1.7	
5.7-11.3	2.5	1.7	2.7	5.5	9.5	11.5	9.0	4.6	
11.3-17.5	1.6	1.6	1.2	3.3	4.1	7.6	6.2	3.8	
>17.5	0.4	0.1	0.1	0.5	0.3	1.3	0.6	1.0	
total	5.9	4.4	5.6	11.8	17.7	25.2	18.3	11.1	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.7	3.9	3.8	3.8	4.2	3.7	3.7	
5.7-11.3	8.6	8.5	7.8	8.2	8.7	8.6	8.6	8.4	
11.3-17.5	13.5	14.3	13.9	14.1	13.4	13.7	14.1	13.6	
>17.5	21.4	20.4	20.1	20.8	19.0	19.9	20.2	21.4	
total	9.5	9.9	8.3	9.4	8.9	9.9	10.2	10.6	

Table 9.1.10: windroses, October

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	2.1	1.8	2.5	4.3	5.2	5.4	5.1	3.4	
5.7-11.3	0.7	1.4	3.9	8.0	7.5	8.4	10.7	4.3	
11.3-17.5	0.1	0.7	2.3	4.0	3.4	3.2	6.8	1.1	
>17.5	0.0	0.0	0.1	0.6	0.4	0.5	1.6	0.4	
total	2.9	3.9	8.8	16.9	16.5	17.5	24.2	9.2	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.1	3.0	3.4	3.9	4.1	3.8	3.9	3.5	
5.7-11.3	8.1	7.6	8.2	8.5	8.3	8.4	8.6	8.1	
11.3-17.5	13.0	14.0	13.7	14.0	13.7	13.5	13.4	13.6	
>17.5	0.0	0.0	19.2	20.4	20.0	18.7	20.6	20.3	
total	4.8	6.6	8.4	9.1	8.3	8.2	9.7	7.6	

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	1.5	1.2	1.2	2.2	3.8	4.1	3.6	2.8	
5.7-11.3	2.4	2.1	1.7	6.2	9.8	11.5	9.5	5.9	
11.3-17.5	0.9	0.1	1.5	3.9	5.4	6.2	5.1	3.3	
>17.5	0.2	0.0	0.2	0.4	0.5	1.3	1.1	0.3	
total	5.0	3.4	4.6	12.7	19.5	23.1	19.3	12.3	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.4	3.1	3.1	3.5	4.0	3.7	3.6	3.5	
5.7-11.3	8.3	8.6	8.8	8.9	8.5	8.6	8.6	8.6	
11.3-17.5	13.3	11.8	13.9	13.4	13.4	13.7	13.6	13.5	
>17.5	19.3	0.0	18.4	18.6	19.1	20.2	19.3	18.9	
total	8.3	6.7	9.3	9.7	9.2	9.8	9.6	8.9	

Table 9.1.10: windroses, October

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	2.1	1.2	1.6	3.1	3.9	7.2	6.4	4.4
5.7-11.3	2.6	1.3	2.4	3.9	5.4	16.0	12.5	4.2
11.3-17.5	0.9	0.8	0.4	1.1	2.8	7.4	3.5	1.8
>17.5	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4	0.7	0.9	0.5
total	5.7	3.5	4.4	8.2	12.5	31.3	23.3	10.9
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.5	3.0	3.5	4.1	3.9	3.7	3.6	3.7
5.7-11.3	7.7	8.4	7.8	8.3	8.4	8.5	8.4	7.8
11.3-17.5	12.8	13.9	12.8	13.6	13.6	13.7	13.9	13.5
>17.5	18.6	20.2	0.0	20.5	19.1	20.7	19.7	18.9
total	7.2	8.4	6.7	7.5	8.5	8.9	8.4	7.6

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	3.5	1.2	3.0	2.9	5.0	5.0	4.6	3.7
5.7-11.3	2.7	0.2	2.5	4.9	8.4	13.0	9.5	4.3
11.3-17.5	1.3	0.2	0.8	1.1	3.7	6.6	7.4	1.6
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.5	0.1
total	7.5	1.6	6.3	8.9	17.4	25.4	23.0	9.7
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.7	3.6	3.3	3.6	3.8	3.8	3.7
5.7-11.3	7.9	8.3	7.7	8.2	8.3	8.5	8.6	8.2
11.3-17.5	13.0	12.7	13.3	13.1	13.6	13.8	13.7	13.7
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	20.1	19.4	20.5
total	6.8	5.3	6.4	7.2	8.4	9.3	9.9	7.6

Table 9.1.10: windroses, October

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	1.0	1.2	1.8	3.8	4.5	3.4	3.1	2.2	
5.7-11.3	1.4	1.0	3.4	10.2	9.3	11.8	8.1	6.2	
11.3-17.5	0.1	0.1	0.9	2.2	3.8	9.1	6.1	1.8	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.1	1.1	0.0	
total	2.5	2.3	6.1	16.2	17.9	26.4	18.4	10.2	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	4.1	3.1	3.9	4.3	4.0	4.1	3.6	3.8	
5.7-11.3	7.5	8.1	8.2	8.0	8.4	8.6	8.8	8.4	
11.3-17.5	14.7	12.6	12.8	12.5	13.9	13.7	13.5	13.8	
>17.5	0.0	0.0	0.0	17.7	18.5	19.9	19.7	18.4	
total	6.4	5.5	7.6	7.8	8.6	10.7	10.1	8.4	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.2
0.3- 5.7	3.2	3.1	4.9	4.0	7.0	5.2	4.1	2.3	
5.7-11.3	2.7	1.2	4.4	4.3	7.6	12.9	9.5	3.1	
11.3-17.5	0.5	0.2	0.5	0.2	2.4	8.0	4.9	1.0	
>17.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	0.5	0.1	
total	6.5	4.5	9.8	8.5	17.2	27.8	19.0	6.5	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.8	3.7	3.5	3.7	3.8	4.1	4.0	3.7	
5.7-11.3	7.9	7.5	7.8	7.7	8.4	8.5	8.4	8.2	
11.3-17.5	13.9	11.9	12.3	11.7	13.4	13.9	13.8	13.6	
>17.5	17.7	0.0	0.0	0.0	20.8	20.0	18.8	19.1	
total	6.4	5.1	5.9	5.9	7.3	9.9	9.1	7.5	

Table 9.1.10: windroses, October

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	4.1	3.2	1.7	2.4	3.2	3.1	4.5	3.7
5.7-11.3	7.3	1.9	1.6	3.2	7.9	6.6	5.8	5.0
11.3-17.5	4.6	0.3	0.3	2.1	9.4	6.3	2.5	2.2
>17.5	0.9	0.0	0.0	0.3	2.9	1.6	0.3	0.9
total	16.9	5.4	3.6	8.0	23.4	17.6	13.1	11.8
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	4.2	3.7	3.7	3.8	3.7	3.8	3.8	3.9
5.7-11.3	8.8	8.4	7.5	8.3	8.6	8.6	8.7	8.3
11.3-17.5	13.7	13.6	13.4	13.9	14.4	14.0	14.1	13.6
>17.5	21.5	0.0	0.0	19.4	19.6	19.4	19.5	23.0
total	9.7	5.8	6.1	8.8	11.6	10.6	8.3	9.1

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	3.4	1.9	1.1	2.0	2.5	4.4	3.3	3.3
5.7-11.3	5.9	2.8	2.9	3.2	7.7	7.5	8.6	6.1
11.3-17.5	3.0	1.2	0.7	2.8	5.9	6.6	5.0	3.0
>17.5	0.9	0.1	0.1	0.1	0.6	1.2	1.1	1.0
total	13.2	6.0	4.8	8.1	16.7	19.7	18.0	13.4
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.8	3.5	3.1	2.8	3.6	3.6	3.6	3.5
5.7-11.3	8.9	8.5	8.4	8.8	8.4	8.6	8.7	8.7
11.3-17.5	13.5	13.0	13.4	13.7	14.2	14.0	14.0	13.7
>17.5	20.5	28.0	21.2	18.2	19.6	19.1	19.3	23.0
total	9.4	8.1	8.1	9.1	10.2	9.9	9.9	9.6

Table 9.1.11: windroses, November

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
relative frequencies of wind direction [%]									
calm									0.1
0.3- 5.7	5.0	3.0	2.5	3.6	3.8	3.1	5.8	4.7	
5.7-11.3	2.5	4.0	5.6	3.6	6.4	7.9	8.6	4.8	
11.3-17.5	0.3	0.7	1.9	4.8	2.5	3.7	4.8	2.3	
>17.5	0.0	0.0	0.9	0.2	0.1	0.9	1.2	0.7	
total	7.8	7.7	10.9	12.2	12.8	15.6	20.4	12.5	
mean wind velocity [m/s]									
0.3- 5.7	3.2	3.4	3.4	3.2	3.4	3.6	3.4	3.5	
5.7-11.3	7.7	8.0	8.0	8.7	8.4	8.4	8.4	8.4	
11.3-17.5	13.0	13.4	14.1	13.7	13.5	14.2	13.6	13.7	
>17.5	0.0	0.0	19.8	19.3	18.4	19.8	19.7	23.4	
total	5.0	6.7	9.0	9.2	8.0	9.5	8.9	8.3	

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
relative frequencies of wind direction [%]									
calm									0.2
0.3- 5.7	2.8	1.8	1.5	1.7	2.5	2.5	4.2	4.2	
5.7-11.3	6.8	2.6	2.0	3.5	6.4	10.2	6.0	6.1	
11.3-17.5	4.0	0.1	1.7	4.3	5.2	5.6	4.7	4.0	
>17.5	0.1	0.0	0.2	0.3	0.5	1.6	0.8	1.9	
total	13.7	4.5	5.4	9.8	14.6	19.9	15.7	16.2	
mean wind velocity [m/s]									
0.3- 5.7	3.6	3.7	3.4	3.8	3.8	4.0	3.6	3.4	
5.7-11.3	8.6	7.8	8.8	8.7	8.4	8.8	8.6	8.9	
11.3-17.5	13.6	12.9	14.0	14.1	13.8	13.9	14.0	13.7	
>17.5	18.8	0.0	19.0	18.0	18.9	19.5	20.3	21.5	
total	9.1	6.3	9.3	10.6	9.9	10.5	9.5	10.1	

Table 9.1.11: windroses, November

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	3.9	2.7	2.5	2.7	3.2	5.1	5.3	5.2
5.7-11.3	6.0	2.2	1.7	2.0	4.7	11.0	10.4	7.8
11.3-17.5	2.3	1.0	0.3	0.3	3.2	7.4	4.0	2.4
>17.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	1.0	0.7	0.4
total	12.2	6.2	4.5	5.0	11.2	24.5	20.4	15.8
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.9	3.3	3.6	3.8	3.4	3.6	3.4	3.7
5.7-11.3	8.3	8.1	8.3	8.6	8.5	8.5	8.2	7.8
11.3-17.5	13.4	14.0	12.8	12.6	13.5	13.8	13.4	13.6
>17.5	0.0	20.8	0.0	0.0	18.5	20.1	20.5	21.7
total	7.8	7.6	5.9	6.3	8.6	9.6	8.4	7.7

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	3.1	2.5	3.0	3.2	2.8	3.2	4.2	3.8
5.7-11.3	5.2	3.0	3.2	4.6	5.5	9.6	8.2	7.7
11.3-17.5	1.4	0.9	0.7	1.6	2.2	7.9	5.8	3.3
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.3	0.8
total	9.7	6.4	6.9	9.4	10.6	21.7	19.5	15.6
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	4.0	3.5	4.0	4.0	3.6	3.3	3.8
5.7-11.3	8.4	8.6	7.8	8.3	8.4	8.8	8.6	8.3
11.3-17.5	13.0	13.5	13.5	13.6	13.0	13.8	14.0	14.2
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	19.1	20.6	18.7
total	7.5	7.4	6.5	7.7	8.3	10.3	9.9	9.0

Table 9.1.11: windroses, November

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.4
0.3- 5.7	2.1	2.2	2.6	2.6	3.7	3.0	3.8	3.3
5.7-11.3	2.3	3.0	2.9	6.3	6.1	10.8	8.5	5.6
11.3-17.5	0.5	0.4	1.3	3.8	3.6	8.4	5.4	3.3
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	1.3	2.1	0.4
total	4.9	5.6	6.8	12.9	13.5	23.5	19.8	12.6
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	4.0	3.7	3.3	3.1	3.7	3.7	3.8	3.8
5.7-11.3	8.1	7.7	8.4	8.5	8.5	8.8	8.6	8.6
11.3-17.5	12.9	14.4	14.1	13.0	13.5	14.1	13.7	13.3
>17.5	18.8	0.0	0.0	18.5	18.1	18.8	20.9	19.0
total	6.9	6.7	7.5	8.9	8.6	10.6	10.4	8.9

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	4.6	2.7	4.0	4.5	4.1	4.2	3.7	5.2
5.7-11.3	3.9	3.0	3.8	4.2	7.3	9.1	7.7	6.5
11.3-17.5	0.5	0.6	0.8	0.7	1.3	8.3	5.5	2.1
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2	0.3	0.0
total	9.0	6.3	8.6	9.4	12.8	22.8	17.2	13.8
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.8	3.5	3.7	3.3	3.4	3.5	3.8	3.6
5.7-11.3	8.2	7.9	7.5	7.8	8.3	8.6	8.4	8.0
11.3-17.5	13.0	13.1	13.1	14.0	13.3	13.9	13.7	13.0
>17.5	0.0	0.0	0.0	18.0	18.8	19.2	18.6	0.0
total	6.2	6.6	6.3	6.2	7.3	10.2	9.3	7.1

Table 9.1.11: windroses, November

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	3.0	2.0	2.0	3.4	3.4	3.9	3.5	2.7
5.7-11.3	5.2	2.0	2.3	3.7	7.9	8.5	5.0	5.5
11.3-17.5	2.9	0.6	0.4	2.5	8.8	6.6	4.7	2.6
>17.5	0.4	0.0	0.0	0.3	3.3	1.5	0.6	0.7
total	11.5	4.6	4.7	9.9	23.4	20.5	13.8	11.5
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.7	3.4	3.5	4.0	3.6	4.1	3.5	3.5
5.7-11.3	8.8	8.0	8.4	8.4	8.7	8.6	8.5	8.6
11.3-17.5	13.6	13.2	12.6	14.1	13.8	14.0	13.9	14.2
>17.5	20.8	0.0	0.0	19.5	20.9	20.0	19.5	20.2
total	9.1	6.7	6.6	8.7	11.6	10.4	9.5	9.3

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	2.1	1.7	1.4	1.3	2.5	3.9	3.3	2.7
5.7-11.3	5.0	2.1	1.3	3.0	6.6	10.9	6.6	5.0
11.3-17.5	1.8	1.3	1.9	3.7	5.1	8.8	7.6	3.7
>17.5	0.5	0.1	0.2	0.3	1.6	1.3	1.8	0.8
total	9.4	5.2	4.8	8.3	15.8	24.9	19.3	12.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	4.2	3.3	3.2	3.5	4.0	3.8	3.9	3.5
5.7-11.3	8.4	8.1	8.4	9.0	8.6	8.6	8.8	8.7
11.3-17.5	13.3	13.4	13.3	13.4	13.7	13.7	13.7	13.8
>17.5	21.4	25.7	22.4	19.4	19.9	19.8	20.0	22.0
total	9.1	8.3	9.2	10.5	10.7	10.3	10.9	9.9

Table 9.1.12: windroses, December

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.3
0.3- 5.7	3.0	5.6	3.7	2.9	3.2	4.9	4.9	3.5	
5.7-11.3	2.2	3.6	6.5	4.8	4.8	6.5	7.9	3.9	
11.3-17.5	0.2	0.8	2.8	2.3	3.5	4.3	8.1	2.2	
>17.5	0.0	0.0	0.3	0.2	0.4	0.3	2.0	0.4	
total	5.4	10.0	13.3	10.2	11.9	16.0	22.9	10.0	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.5	3.4	3.8	3.2	3.4	3.5	3.8	
5.7-11.3	8.4	7.8	8.6	8.7	8.6	8.9	8.6	8.6	
11.3-17.5	12.4	13.2	13.8	13.9	13.6	13.6	14.3	13.5	
>17.5	0.0	0.0	18.0	18.5	21.3	18.5	20.2	21.3	
total	5.8	5.8	8.5	8.7	9.0	8.7	10.6	8.5	

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	2.3	1.8	1.6	1.9	1.4	3.2	2.4	2.9	
5.7-11.3	4.3	1.3	2.3	4.1	6.2	9.6	8.0	7.6	
11.3-17.5	2.2	0.9	1.9	4.2	4.7	7.3	6.5	4.9	
>17.5	0.2	0.2	0.3	0.5	1.5	1.7	1.3	0.8	
total	9.0	4.2	6.1	10.7	13.8	21.8	18.2	16.2	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.8	3.5	3.4	3.7	3.4	3.8	4.2	4.0	
5.7-11.3	8.1	8.0	8.8	8.9	8.5	8.8	8.9	8.3	
11.3-17.5	13.4	14.4	14.1	13.7	13.9	13.7	14.0	13.6	
>17.5	22.9	18.2	18.4	19.2	20.4	19.7	19.5	20.7	
total	8.6	7.9	9.5	10.4	11.1	10.6	10.8	9.7	

Table 9.1.12: windroses, December

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	4.7	2.1	2.4	1.9	3.0	5.3	4.8	4.4
5.7-11.3	2.9	2.5	2.3	3.7	3.2	11.4	11.3	7.1
11.3-17.5	1.3	0.8	0.7	0.4	1.7	8.1	7.2	2.2
>17.5	0.2	0.5	0.0	0.0	0.6	1.9	1.0	0.3
total	9.1	5.9	5.4	6.0	8.5	26.7	24.3	14.0
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.5	2.9	3.6	3.7	3.5	3.7	3.9	3.9
5.7-11.3	8.0	7.7	8.3	8.3	8.2	8.8	8.5	8.0
11.3-17.5	13.4	13.9	13.3	13.4	14.4	14.0	13.1	13.6
>17.5	20.5	22.1	0.0	0.0	20.6	20.5	19.7	19.3
total	6.8	8.0	6.9	7.3	8.6	10.2	9.4	7.8

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.0
0.3- 5.7	3.4	2.8	2.9	3.4	2.6	2.5	3.1	2.2
5.7-11.3	3.5	2.1	2.8	3.6	5.5	12.5	9.7	7.2
11.3-17.5	1.4	0.6	0.8	1.3	4.1	8.1	7.5	3.3
>17.5	0.3	0.1	0.0	0.1	0.5	1.2	0.9	0.0
total	8.6	5.6	6.5	8.4	12.7	24.3	21.2	12.7
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.8	3.1	3.8	3.8	3.9	3.8	4.0	4.2
5.7-11.3	8.2	8.0	8.2	8.3	8.6	8.9	8.9	8.3
11.3-17.5	13.7	14.6	12.8	13.0	13.9	13.3	13.6	13.7
>17.5	20.7	18.9	0.0	18.4	19.6	19.9	19.5	17.8
total	7.8	6.5	6.8	7.3	9.8	10.4	10.3	9.0

Table 9.1.12: windroses, December

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.1
0.3- 5.7	1.9	2.4	3.4	3.8	2.8	2.4	2.8	2.2	
5.7-11.3	2.4	1.6	3.6	5.2	8.2	10.7	9.7	3.9	
11.3-17.5	0.8	0.4	1.3	1.5	3.1	10.9	7.5	3.2	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	1.6	0.2	
total	5.1	4.4	8.3	10.5	14.3	26.2	21.6	9.5	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.2	3.8	3.7	3.5	3.5	3.7	4.1	
5.7-11.3	8.2	7.5	8.3	8.2	8.6	9.0	8.9	8.3	
11.3-17.5	12.7	13.6	13.9	12.4	13.0	13.7	13.7	13.8	
>17.5	18.0	0.0	17.5	0.0	21.9	19.3	20.1	19.4	
total	7.2	5.8	7.4	7.2	8.8	11.3	10.7	9.4	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	relative frequencies of wind direction [%]								
calm									0.0
0.3- 5.7	2.3	2.8	4.7	2.7	3.0	4.8	4.1	3.5	
5.7-11.3	2.5	2.0	3.4	2.7	6.6	11.5	9.2	6.3	
11.3-17.5	1.1	0.4	0.4	0.6	3.6	10.7	5.8	1.8	
>17.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4	2.0	0.6	0.2	
total	6.1	5.3	8.5	6.0	13.6	29.0	19.7	11.8	
	mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	4.0	3.7	3.8	3.3	4.2	3.7	4.1	4.1	
5.7-11.3	8.3	8.0	7.8	8.1	8.5	8.6	8.6	7.8	
11.3-17.5	13.1	14.6	12.3	12.4	13.3	13.7	13.9	13.2	
>17.5	20.8	18.5	0.0	0.0	21.5	20.3	19.5	19.6	
total	7.9	6.5	5.8	6.3	9.2	10.5	9.6	7.7	

Table 9.1.12: windroses, December

<u>No.1 at 2.71°E 60.29°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	4.7	3.4	2.7	3.8	4.5	4.5	4.3	4.6
5.7-11.3	8.3	2.3	1.4	4.0	9.6	7.5	5.1	4.9
11.3-17.5	3.1	0.2	0.3	1.9	6.8	4.2	2.0	1.4
>17.5	0.4	0.0	0.0	0.2	1.9	1.1	0.4	0.3
total	16.5	5.9	4.4	9.9	22.8	17.3	11.8	11.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.6	3.5	3.3	3.6	3.7	3.8	3.6	3.5
5.7-11.3	8.4	7.8	7.9	8.3	8.5	8.4	8.2	8.1
11.3-17.5	13.5	13.1	13.0	13.7	13.9	13.8	13.6	13.6
>17.5	19.8	17.7	22.0	19.8	20.1	20.0	19.4	21.0
total	8.3	5.6	5.3	7.8	10.1	9.2	7.8	7.2

<u>No.2 at 3.29°W 59.91°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	3.3	3.1	2.8	3.6	4.6	5.0	4.2	3.7
5.7-11.3	5.4	2.8	2.7	4.7	7.6	8.7	7.9	5.4
11.3-17.5	1.8	0.7	0.8	1.7	3.6	5.4	4.3	2.3
>17.5	0.4	0.1	0.1	0.2	0.6	1.1	0.9	0.4
total	10.9	6.7	6.4	10.2	16.4	20.2	17.3	11.8
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.7	3.6	3.5	3.5	3.6	3.7	3.6	3.7
5.7-11.3	8.3	8.0	8.1	8.3	8.3	8.4	8.4	8.2
11.3-17.5	13.6	13.4	13.4	13.6	13.8	13.8	13.8	13.6
>17.5	20.2	22.4	20.5	19.6	19.6	20.3	20.0	21.5
total	8.1	6.8	7.0	7.8	8.6	9.3	9.3	8.4

Table 9.1.13: windroses, Year

<u>No.3 at 8.53°E 57.64°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.2
0.3- 5.7	3.1	3.9	4.4	4.7	4.4	6.3	7.4	4.1
5.7-11.3	1.3	3.0	5.8	4.7	4.7	7.1	12.4	4.4
11.3-17.5	0.1	0.6	2.0	1.8	1.6	2.5	5.4	1.6
>17.5	0.0	0.0	0.3	0.3	0.2	0.3	1.1	0.3
total	4.5	7.5	12.5	11.5	10.9	16.2	26.3	10.4
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.1	3.3	3.4	3.4	3.3	3.5	3.7	3.4
5.7-11.3	7.8	7.9	8.2	8.2	8.2	8.2	8.4	8.3
11.3-17.5	12.6	13.1	13.6	13.7	13.4	13.6	13.7	13.4
>17.5	20.7	0.0	19.3	19.8	19.7	19.4	20.0	21.1
total	4.7	5.9	7.6	7.4	7.2	7.4	8.6	7.5

<u>No.4 at 2.90°E 57.27°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	relative frequencies of wind direction [%]							
calm								0.1
0.3- 5.7	4.1	2.4	2.5	3.0	4.2	4.9	4.5	4.8
5.7-11.3	6.1	2.0	2.8	4.7	7.4	8.6	6.4	7.6
11.3-17.5	1.7	0.3	1.4	2.3	3.4	4.4	3.6	3.2
>17.5	0.2	0.0	0.1	0.3	0.6	1.0	0.8	0.6
total	12.1	4.7	6.8	10.3	15.6	18.9	15.3	16.2
	mean wind velocity [m/s]							
0.3- 5.7	3.6	3.4	3.4	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7
5.7-11.3	8.2	7.9	8.2	8.4	8.3	8.4	8.4	8.3
11.3-17.5	13.6	13.6	13.9	13.7	13.6	13.8	13.9	13.6
>17.5	20.4	18.4	18.5	19.6	19.4	19.8	19.7	20.3
total	7.6	6.0	7.8	8.5	8.6	9.1	8.8	8.4

Table 9.1.13: windroses, Year

<u>No.5 at 1.85°W 56.51°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	4.8	3.7	3.2	4.0	5.9	7.0	7.1	5.6
5.7-11.3	3.9	2.4	1.8	2.8	5.1	10.3	9.7	4.9
11.3-17.5	1.3	0.6	0.6	0.6	1.7	5.3	3.7	1.5
>17.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	1.0	0.6	0.2
total	10.2	6.8	5.6	7.4	12.9	23.6	21.1	12.2
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.3	3.1	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.5
5.7-11.3	8.0	7.9	8.2	8.1	8.2	8.4	8.2	7.9
11.3-17.5	13.7	13.4	13.4	13.4	13.5	13.8	13.6	13.5
>17.5	20.0	20.5	18.3	19.2	19.6	20.4	20.3	20.0
total	6.8	6.0	5.9	6.0	6.9	8.7	7.9	6.8

<u>No.6 at 2.41°E 54.62°N</u>								
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
relative frequencies of wind direction [%]								
calm								0.2
0.3- 5.7	4.4	3.7	3.4	3.8	5.2	6.3	5.9	4.7
5.7-11.3	4.6	3.4	3.3	3.2	6.0	10.1	7.9	5.9
11.3-17.5	0.9	0.6	0.9	0.7	1.8	4.3	4.4	2.2
>17.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.5	0.9	0.3
total	10.0	7.8	7.7	7.7	13.2	21.2	19.1	13.1
mean wind velocity [m/s]								
0.3- 5.7	3.6	3.6	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.6
5.7-11.3	7.9	8.0	8.0	8.0	8.1	8.3	8.3	8.1
11.3-17.5	13.3	13.3	13.5	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8
>17.5	20.1	18.6	18.1	18.7	19.8	19.6	20.0	19.6
total	6.5	6.4	6.7	6.3	7.2	8.3	8.7	7.7

Table 9.1.13: windroses, Year

<u>No.7 at 7.59°E 54.24°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
relative frequencies of wind direction [%]									
calm									0.1
0.3- 5.7	3.6	3.4	3.7	4.0	4.3	4.5	4.9	4.7	
5.7-11.3	2.8	2.8	4.8	4.7	5.8	9.8	9.2	6.7	
11.3-17.5	0.4	0.4	1.3	1.0	1.8	5.5	4.8	2.5	
>17.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	1.0	0.2	
total	6.8	6.6	9.9	9.8	12.0	20.8	19.9	14.1	

mean wind velocity [m/s]									
0.3- 5.7	3.5	3.5	3.7	3.5	3.8	3.7	3.8	3.8	
5.7-11.3	7.9	7.8	8.2	7.9	8.2	8.5	8.4	8.3	
11.3-17.5	12.8	12.7	13.2	12.9	13.3	13.7	13.7	13.4	
>17.5	18.8	19.2	18.6	18.9	19.1	19.9	20.4	19.7	
total	6.0	6.0	7.3	6.7	7.5	9.4	9.2	7.9	

<u>No.8 at 1.96°E 51.60°N</u>									
wind velocity classes [m/s]	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
relative frequencies of wind direction [%]									
calm									0.2
0.3- 5.7	4.3	5.0	5.0	3.6	4.9	7.4	6.3	4.0	
5.7-11.3	3.5	5.6	3.7	2.2	4.3	12.1	8.4	3.9	
11.3-17.5	0.6	1.0	0.6	0.3	1.2	5.7	3.5	1.1	
>17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.4	0.1	
total	8.4	11.6	9.3	6.1	10.5	26.2	18.6	9.1	

mean wind velocity [m/s]									
0.3- 5.7	3.6	3.6	3.3	3.2	3.4	3.6	3.7	3.5	
5.7-11.3	7.9	8.0	7.8	7.7	8.1	8.3	8.3	8.0	
11.3-17.5	13.2	13.2	13.1	13.0	13.3	13.7	13.6	13.6	
>17.5	20.1	18.5	18.3	18.4	20.5	20.3	19.7	19.6	
total	6.2	6.6	5.7	5.3	6.7	8.6	8.0	6.9	

Table 9.1.13: windroses, Year

TABLE 1									
Summary of the results of the analysis of variance for the different factors									
Factor	df	MS	F	P	SS	df	MS	F	P
Block	1	1.2	0.1	0.75	1.2	1	1.2	0.1	0.75
Replication	1	1.2	0.1	0.75	1.2	1	1.2	0.1	0.75
Treatment	3	1.2	0.1	0.75	3.6	3	1.2	0.1	0.75
Error	12	1.2	0.1	0.75	14.4	12	1.2	0.1	0.75
Total	15				15.6	15			

TABLE 1. Summary of the results of the analysis of variance for the different factors.

9.2 Assessment of Literature Concerning the North Sea Climate (german version)

Darstellung des Klimas der Nordsee

Eine Literaturrecherche

von

Ute Krell

erstellt im Rahmen des Teilprojektes M1 des interdisziplinären
Projektes KUSTOS (Küstennahe Stoff- und Energieflüsse -
der Übergang Land-Meer in der südöstlichen Nordsee)

1995

9.2.1 Einführung

Die folgende Untersuchung beschränkt sich auf Studien des Klimas der Nordsee, die auf direkte Beobachtungen oder Messungen zurückgreifen. Das Paläoklima der Nordsee wird nicht berücksichtigt. Unter Klima verstehen wir mittlere Mittelungszeitraum Werte (mindestens 10 Jahre) von meteorologischen Parametern und Oberflächeneigenschaften mit zugehörigen Abweichungen.

Die Literatur zum Thema Klima der Nordsee ist geprägt von der Unterschiedlichkeit der Nutzer von Daten des Klimas der Nordsee. Zu Ihnen zählen von Seiten der Wissenschaft vor allem die Meteorologen und Ozeanographen und von Seiten der Anwender z.B. die Schifffahrt, die Fischerei, die Ölfirmen als Betreiber von Bohrinselfen und die Marine. Die Schifffahrt und die Ölfirmen sind besonders interessiert an den Windverhältnissen z.B. der Häufigkeit von Stürmen und der Sichtweite. Die Wissenschaftler interessieren sich für kontinuierliche und flächendeckende Werte der Lufttemperatur, Wasseroberflächentemperatur, Niederschläge usw.

Trotz dieses breiten Interesses gibt es derzeit keinen Klimaatlas für die Nordsee selbst, wie sie für Landgebiete (12, 15, 44) vorhanden sind. Die Nordsee wird zwar in einigen Klimaatlantanten des Nordatlantischen Ozeans (1, 23, 46) als Randmeer mitbehandelt, spezifische Eigenschaften des Nordsee Klimas können ihnen aufgrund der geringen horizontalen Auflösung aber nicht entnommen werden. Das Klima im Küstenbereich der Nordsee wird zum Teil durch die Klimaatlantanten der jeweiligen Anrainerstaaten der Nordsee erfaßt. Sie beziehen sich ausschließlich auf Verhältnisse an Land. Darüber hinaus gibt es klimatologische Untersuchungen für einzelne Küstenorte, Inseln oder Feuerschiffe (siehe Kap. 9.2.3). Für die offene Nordsee liegt zur Zeit nur ein Atlas (5) vor, der als einzigen Parameter die Wasseroberflächentemperatur zeitlich und räumlich hoch auflöst.

Hauptproblem eines Klimaatlasses für die Nordsee ist, die notwendige Datendichte dafür zu bekommen. Deshalb wird in Kapitel 9.2.2 explizit auf die verfügbaren Daten im Nordseegebiet eingegangen. In Kapitel 9.2.3 wird nach einer Zuordnung der Arbeiten zu bestimmten Gruppen jede Arbeit im einzelnen kurz beschrieben. Danach werden Ergebnisse von ausgewählten Arbeiten in Kapitel 9.2.4 gegenübergestellt und in Kapitel 9.2.5 zusammenfassend beurteilt. Die Literaturrecherche schließt ab mit der Kurzbeschreibung des Klimaatlasses der Nordsee und dessen Gegenüberstellung mit der vorhandenen Literatur (Kap. 9.2.6).

9.2.2 Beobachtungsdaten im Nordseegebiet

Die Studien zum Klima der Nordsee können auf drei verschiedene Gruppen von Daten zurückgreifen. Für Zeiträume vor 1800 gibt es keine Messungen von meteorologischen Parametern auf See. Dennoch können aus Logbüchern der Segelschiffe oder sonstigen historischen Aufzeichnungen einige Informationen über z.B. vorherrschende Windrichtungen, Zeiten der Windstille oder Stürme sowie Nebel und Wellengang entnommen werden (29).

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden Feuerschiffe vor allem in der südlichen Nordsee eingerichtet, auf denen routinemäßig die Lufttemperatur, Windstärke und Windrichtung als auch die Wasseroberflächentemperatur geschätzt bzw. gemessen und aufgezeichnet wurden. Seit wenigen Jahrzehnten werden standortfeste Routinemessungen auf vielen Bohrplattformen in der Nordsee durchgeführt.

Die dritte Gruppe, die regelmäßig meteorologische Beobachtungen auf See freiwillig durchführt, sind die Handelsschiffe. Sie melden meist in 6 Stunden Intervallen die gemessene Lufttemperatur und die früher visuell abgeschätzte und heute meist gemessene Windrichtung und Windgeschwindigkeit (in Beaufort), Wellengang und Sichtweite, oft auch die Wassertemperatur, an das Globale Telekommunikations System (GTS). Alle Meldungen aus dem Nordseegebiet werden in den Niederlanden beim Königlichen Niederländischen Meteorologischen Institut (KNMI) gesammelt, gespeichert und einer ersten Qualitätskontrolle unterzogen. Sie sind größtenteils auch am BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) und am Seewetteramt in Hamburg verfügbar. Diese Daten sind im Gegensatz zu den Feuerschiffs- und Bohrplattformdaten nicht ortsfest.

Die meteorologischen Beobachtungen sind im Nordseegebiet inhomogen verteilt. Die meisten Meldungen kommen aus der südlichen Nordsee; aus der nördlichen sind nur wenige Beobachtungen vorhanden. Demzufolge sind klimatologische Aussagen statistisch gesehen am sichersten für die südliche Nordsee (siehe Kap. 9.2.4). Im Nordseegebiet gibt es neben den oben beschriebenen Beobachtungsdaten keine anderen Datensätze. Die im folgenden Kapitel besprochenen Arbeiten können also nur auf diese zurückgreifen, d.h. werden gleiche Zeiträume im gleichen Gebiet untersucht, so müssen die gleichen Daten benutzt werden. Unterschiede treten auf durch die unterschiedliche Aufbereitung der Daten.

9.2.3 Charakter der Literatur zum Klima der Nordsee

Der Literatur zum Thema Klima der Nordsee wurden die Arbeiten zugeordnet, die mindestens eine klimarelevante meteorologische Größe im Nordseegebiet untersuchen. Ozeanographische Arbeiten sind berücksichtigt, wenn sie Untersuchungen der Wasseroberflächentemperatur T_w (auch SST=sea surface temperature) beinhalten. In die Literaturliste sind auch Arbeiten aufgenommen, die für einen Standort mindestens die Meßreihe einer Größe über 1 Jahr analysieren.

Zur besseren Übersicht wird die Literatur klassifiziert, siehe dazu Tabelle 1. Die Zahlen in der Tabelle repräsentieren die Einzelarbeiten entsprechend der Literaturliste (Kap. 9.2.7) und sie sind nach den Erscheinungsjahren geordnet; sie beginnen mit der frühesten Arbeit. Die Literatur kann nach zwei Gesichtspunkten grundsätzlich unterschieden werden:

1. Das Klima der Nordsee ist dargestellt mit Hilfe statistischer Auswertungen von Beobachtungen.
2. Die Klimabeschreibung ist sehr benutzer-orientiert.

Beide Gruppen werden nochmals nach verschiedenen Kriterien je dreimal unterteilt. Im folgenden werden die Arbeiten im einzelnen knapp vorgestellt, beginnend mit der ersten Gruppe.

Mit statistischer Auswertung von Beobachtungen		Benutzer-orientiert	
Gesamtes Klima	11, 32, 33, 18, 28, 25	Seehandbücher	20, 21, 19, 9, 8, 22, 45
Teilaspekte punktuell	16, 39, 28, 40, 35, 24	Atlanten des gesamten Nordatlantiks	10, 46, 34, 23, 1
Teilaspekte sonstige	27, 42, 43, 2, 13, 17		
nur Wasseroberflächentemperatur	5, 7, 3, 4	Sonstige	41, 38, 37, 36, 47, 25

Tabelle 1: Klassifizierung der Literatur zum Klima der Nordsee

9.2.3.1 Das Klima als statistische Auswertung von Beobachtungen

Die Literatur mit statistischen Auswertungen von Beobachtungen ist wie in Tabelle 1 zu sehen nochmals unterteilt. Das Ziel der ersten Untergruppe ist, das Klima der Nordsee möglichst umfassend anhand der verfügbaren Daten zu beschreiben.

Unter der Leitung von E. Kuhlbrodt wurde am Seewetteramt in Hamburg eine Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer in drei Teilen erstellt. Der erste Teil von H.J. Bullig und P. Bintig (1954/11) zeigt die klimatologischen Mittel der Wasseroberflächentemperatur und Temperaturdifferenz Luft/Wasser ($T_L - T_w$), teilweise als handgezeichnete Isolinien mit Zahlenwerten pro Gitterelement. H. Markgraf und P. Bintig (1954/32) zeigen in Teil 2 die mittleren Windverhältnisse und in Teil 3 (1956/33) die Lufttemperatur, Bewölkung, den Niederschlag und Nebel sowie ein Tabellenwerk mit den Zahlenwerten aller mittleren Größen des Teils 1 -3 für ausgewählte Gebiete. In dieser ältesten und mit den ersten Rechnern erstellten Arbeit ist die Nordsee ein Teilgebiet, aufgelöst durch ein $1^\circ \times 1^\circ$ Gitter. Die Mittelwerte beziehen sich auf den Zeitraum von 1906 bis 1914 und 1920 bis 1939. Die Datengrundlage sind qualitätskontrollierte Schiffsmeldungen und Routinemessungen auf Feuerschiffen, die damals noch nicht automatisch registriert, sondern erst einmal in Schiffstagebücher eingetragen wurden. Die drei Arbeiten sind als Materialveröffentlichung gedacht und schaffen damit die Grundlage für erste statistisch abgesicherte Analysen des Klimas der Nordsee. Sie zeichnen sich gegenüber den nachfolgenden Arbeiten durch die Wiedergabe der Verhältnisse während eines jeden Monats des Jahres aus.

R. Höhn (1971/18) ist einer der ersten, der sich ausführlich und mit Hilfe statistisch aufgearbeiteter Beobachtungsdaten dem Klima der Nordsee im speziellen zuwendet. Er untersucht folgende Größen: den Luftdruck P , die Lufttemperatur T_L (mit Standardabweichung), die Wasseroberflächentemperatur T_w , die Differenz $T_L - T_w$, den Wind, Nebel, Bewölkungsgrad und die Niederschlagswahrscheinlichkeit. Für die ersten vier Größen zeigt er für vier ausgewählte Monate (Jan, Apr, Jul, Okt) die Verteilung der Monatsmittelwerte über dem gesamten Nordseegebiet. Einen mittleren Verlauf übers Jahr

für alle obigen Größen gibt er für drei kleine Gebietsausschnitte der Nordsee. Ein großer Nachteil dieser Arbeit ist, daß keine Angaben über den Mittelungszeitraum oder zur Datenbasis gemacht werden. Aus der Übereinstimmung vieler Abbildungen beziehungsweise Abbildungsausschnitte mit denen in der frühen Klimatologie von Bullig et al. (1954) und Markgraf et al. (1954, 1956) läßt sich folgern, daß R. Höhn diese Arbeit als Basis nahm und sie beschränkt auf das Nordseegebiet weiter aufbereitet hat. R. Höhn fügte den Luftdruck und die Standardabweichung der Lufttemperatur hinzu.

H.H. Lamb und I. Weiss (1979/29) konzentrieren sich auf den Wind und Wellengang. Sie benutzen dafür Beobachtungen von allen Feuerschiffen in der Nordsee von 1953 bis 1977. Die Arbeit ist sehr beschreibend und geht im ersten Teil auch auf Wetterverhältnisse vor 1800 ein, indem historisches Material (s. Kap. 9.2.2) ausgewertet wurde.

C.G. Korevaar (1990/26) geht sehr ähnlich vor wie R. Höhn, jedoch sind seine Abbildungen viel feiner aufgelöst. Ihnen liegen die Auswertungen von allen Beobachtungsmeldungen an das GTS von 1961 bis 1980 zugrunde. Für den mittleren Jahresgang hat er 8 Gebietsausschnitte ausgewählt. Er untersucht die Lufttemperatur, Wasseroberflächentemperatur, Temperaturdifferenz Luft/Wasser, Sichtweite, den Wind und knapp die Bewölkung, den Niederschlag sowie Luftdruck. Sehr ausführlich behandelt er die Lufttemperatur in Form von Trendanalysen, 1859 - 1990, und den Wind bzgl. Beständigkeit und Windstärkenklassen. Bisher gibt es keine umfassendere Darstellung des Klimas der Nordsee.

Die zweite Untergruppe (Tab.1) behandelt nur Teilaspekte des Klimas der Nordsee. Für einzelne Standorte in der offenen Nordsee werden mehrjährige Meßreihen ausgewertet.

K.J. Eidsvik (1985/16) untersuchte die Turbulenz-Messungen des Windes auf der Bohrplattform Statford (61,5°N; 2,5°E) für den Zeitraum 1979 bis 1982.

Olbrück et al. (1986-88/39) haben die synoptischen Meldungen der drei deutschen Feuerschiffe für das Jahr 1985 - 87 tabellarisch und z.T. graphisch jahresweise aufgearbeitet.

Schon 1987 veröffentlichte Korevaar (28) eine Studie, in der er alle Beobachtungen auf den niederländischen Feuerschiffen von 1949 bis 1980 unter klimatologischen Gesichtspunkten zusammenfaßte. Gleiches machte er auch mit allen Meldungen der Handelsschiffe in seiner späteren Arbeit (siehe unten).

Die Phillips Petroleum Company (1988/40) stellt in einem Jahresbericht die mittleren, monatlichen Meßwerte von 1986/87, gemessen auf der Bohrplattform Ekofisk (Mitte der Nordsee), den ebenfalls dort gemessenen 6 Jahresmittelwerten gegenüber. Auf Ekofisk wurden die Größen T_L , T_w , relative Feuchte und Wind gemessen.

A. Moll und G. Radach (1990/35) erfaßten die Beobachtungen am Feuerschiff Elbe 1 für die Jahre 1962 bis 1986 für jedes Jahr graphisch und ermittelten die mittleren Monatswerte für alle gemessenen meteorologischen Parametern. Erstmals werden für

einen Ort in der Nordsee auf der Basis von Messungen die aktuellen Strahlungsgrößen und Wärme Flüße mit Hilfe eines Strahlungsmodells berechnet und monatsweise gemittelt für obigen Zeitraum dargestellt.

E. Kirschning und W. Leistner (1993/24) beschreiben aufgrund ihrer langen Erfahrung bzgl. des Wetters/Klimas der nordfriesischen Inseln in einem Teil ihres Buches das Klima der Nordseeinsel Föhr von 1888 bis 1992 mit Hilfe weniger abgebildeter Zeitreihen der meteorologischen Größen.

Zu den Arbeiten, die Teilaspekte des Nordseeklimas betrachten ohne sich auf bestimmte Orte zu beschränken, gehören die folgenden Studien.

C.G. Korevaar (1989/27) (siehe oben) hat alle Meldungen der Handelsschiffe (1961-1980) zunächst auf ihre Qualität hin kontrolliert und dann klimatologisch zusammengefaßt. Er weist auf die Dichtheit der Meldungen in der südlichen Nordsee hin und darauf, daß für die nord-westliche Nordsee wenig Meldungen vorliegen.

H. Schmidt (1990a/42) versucht die Niederschlagsmenge über der Nordsee abzuschätzen, indem er die Niederschlagsmessungen auf den Feuerschiffen mit Handelsschiffs-Meldungen über Niederschlagsereignisse überhaupt in Beziehung setzt. Diese Arbeit scheint eine verspätete Veröffentlichung zu sein, da die angegebenen Niederschlagswerte für die 12 Nordseegebiete genau mit den vom Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1980) herausgegebenen übereinstimmen(siehe Kap. 9.2.3.2).

H. Schmidt (1990b/43) ermittelt aus dem auf Borkum, Fanö und in Hamburg gemessenen Luftdruck den geostrophischen Wind in Bodennähe. Er erhält so ein Maß für die Windverhältnisse in der Deutschen Bucht über 100 Jahre (1876-1976).

H. Baudner (1991/2) berechnet aus allen Handelsschiffsmeldungen in der Deutschen Bucht jeweils das Jahresmittel der Lufttemperatur für den Zeitraum 1903 bis 1990 - nach 1952 nimmt er nur die Werte von der Insel Helgoland. Bei den Jahresmittelwerten kann er keinen Trend feststellen, sondern erst , wenn er Jahreszeitenmittel bildet.

P. Damm et al. (1994/13) haben alle meteorologischen Beobachtungen von 1986 bis 1989 einer Qualitätsanalyse unterzogen. Danach werden ausgewählte Parameter nach einem Verfahren von H. Luthardt (1985) auf ein $42 \times 42 \text{ km}^2$ Gitter über die gesamte Nordsee interpoliert - analog zu dem geplanten Klimaatlas, siehe Kapitel 9.2.6. Sie erhalten so aus den inhomogen verteilten Beobachtungen ein homogenes Datenfeld. Exemplarisch werden für 6 Teilgebiete Windrosen mit den zugehörigen Temperaturen T_L , T_w , und dem Luftdruck als Monatsmittelwerte von Januar bis Juni abgebildet. Darüber hinaus geben sie die mittlere, monatliche Häufigkeit von bestimmten Temperaturdifferenzen $T_L - T_w$ als Maß für die Stabilität der Luft in den sechs Gebieten an.

H. Graßl (1994/17) stellt viele Trendanalysen zu verschiedenen Parametern im Nordseegebiet vor, um herauszufinden, ob in den letzten 100 Jahren eine klimatisch signifi-

kante Veränderung stattfand.

Zur Wasseroberflächentemperatur gibt es eine Vielzahl von ozeanographischen Studien, von denen hier nur ein kleiner Teil vorgestellt wird.

G.A. Becker et al. (1986/5;1993/4) zeigen in beiden Arbeiten jeweils für ein Jahrzehnt 5: 1971-1980 und 4: 1981-1990 die Monatsmittel und Standardabweichungen der Wasseroberflächentemperatur im gesamten Nordseegebiet für jeden Monat des Jahres. In der jüngsten Arbeit werden mittlere Monatswerte von 1981 bis 1990 mit den über beide Jahrzehnte gemittelten Monatswerten verglichen. Die GTS-Beobachtungsdaten wurden mit Erfahrungswerten ergänzt.

H. Baudner (1990/3) hat alle Wassertemperaturmessungen auf den Handelsschiffen usw. in der Deutschen Bucht benutzt, um daraus die Flächenmittel und Jahresmittel zu einer Zeitreihe von 1902 bis 1987 zusammenzufassen.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat im Bericht von 1990/7 die an den deutschen Feuerschiffen gemessenen Tagesmittelwerte der Wasseroberflächentemperatur und Windgeschwindigkeit in Form von Tabellen für das Jahr 1989 veröffentlicht.

9.2.3.2 Die benutzer-orientierten Klimastudien

Die Gruppe der benutzer-orientierten Klimastudien der Nordsee läßt sich in drei Untergruppen aufteilen (siehe Tab.1): Seehandbücher, Atlanten des Nordatlantischen Ozeans und "sonstige" Arbeiten.

Für die Nordsee gibt es von den Anrainerstaaten in eigener Sprache herausgegeben, sogenannte Seehandbücher, die immer einen Abschnitt zum Wetter über der Nordsee enthalten. Die Abhandlungen zum Wetter sind unterschiedlich ausführlich. Typisch für Seehandbücher ist, daß Kommentare knapp sind und selten Angaben zu den Quellen und Daten, die den gezeigten Karten zugrundeliegen, gemacht werden.

Die britische Marine hat ein Seehandbuch für den Englischen Kanal (1983/20), für die östliche (1983/21) und die westliche Nordsee (1991/19) herausgegeben. Das Seehandbuch der östlichen Nordsee gibt eine grobe Beschreibung der Großwetterlagen mit ihren Fronten. Es zeigt Karten ähnlicher Qualität wie R. Höhn (1971) für den mittleren Luftdruck und die Windrichtung (7 Windrosen) für die Monate Januar, April, Juli und Oktober. Hinzu kommen Karten der Sturmhäufigkeit ($ff > 7$ Bf) und Nebelhäufigkeit in den Zeiten von Dezember bis Februar und Juni bis September sowie der mittleren Wasseroberflächentemperatur in den Monaten Februar, Mai, August und November. Alle Karten beziehen sich auf die gesamte Nordsee. Im Seehandbuch für die westliche Nordsee sind analoge Karten mit leicht geändertem Verlauf der Isolinien.

Die ausführlichste Abhandlung der "Naturverhältnisse" in der Nordsee ist im deutschen Seehandbuch für die östliche Nordsee zu finden, wobei die letzten beiden identischen

Ausgaben von 1989(8) und 1994 sehr viel genauer und umfassender sind als die alte (1986/9) Ausgabe. Die alte Ausgabe ähnelt sehr der Arbeit von R. Höhn (1971). In der Ausgabe von 1994 liegen allen Abbildungen die Meldungen der Handelsschiffe zwischen 1950 und 1986 zugrunde. Monatsmittelwerte des Luftdrucks, der Wasseroberflächentemperatur, die identisch zu denen in G.A. Becker et al. (1986) sind, und des Windes werden für die gesamte Nordsee für unterschiedliche Monate gezeigt. Für Gebietsausschnitte wird der mittlere Jahresgang von T_L , $T_L - T_w$, relative Feuchte und Niederschlagshäufigkeit wiedergegeben.

Das neue niederländische Seehandbuch (1993/22) stimmt in den gezeigten Abbildungen genau mit denen von C.G. Korevaar (1990) überein. Gezeigt werden Karten zu Sturmhäufigkeit, Salzgehalt und T_w .

Die französischen Seehandbücher (1993/45) sind aufgeteilt in die Deutsche Bucht (B2) und westliche Nordsee (B3). Für die Deutsche Bucht werden mittlere Luftdruck- und Lufttemperatur-Karten für Januar und Juli gezeigt. Andere Größen wie Wind, Luftfeuchtigkeit usw. werden in ihrem Verlauf übers Jahr grob beschrieben. Für die westliche Nordsee sind die Luftdruck-Karten mit Windrosen denen im britischen Seehandbuch für den Englischen Kanal sehr ähnlich.

Die Atlanten des Nordatlantiks enthalten anders als die vorhergehenden Arbeiten für jeden Monat des Jahres Karten des Langzeitmittelwertes meteorologischer Größen. Die Nordsee ist ein Randmeer des Nordatlantiks und ist in den Atlanten oft nur durch einen oder maximal 4 Gitterpunkte repräsentiert. Die Monatskarten des BSH (1967/10) und der Klimaatlas der US.Marine (1974/46) sind für die Schifffahrt erstellt und geben die Verteilungen des Luftdrucks, der Lufttemperatur und des Windes (starke und schwache Winde, vorherrschende Winde usw.) über dem Nordatlantik wieder. Die neuen Monatskarten des BSH (1995) werden mehr Größen auf einer neueren Datenbasis enthalten.

Das britische Fischerei-Ministerium gab einen Atlas (1979/34) heraus, der vor allem an die Fischerei gerichtet ist. In ihm wird exemplarisch für den Monat Januar eine Karte mit mittleren Windrosen für die westliche Nordsee gezeigt.

Der Bunker-Atlas von H.J. Isemer und L. Hasse (1985/23) ist der erste Atlas der auf einem $1^\circ \times 1^\circ$ Gitter über dem Nordatlantik die wichtigsten meteorologischen Parameter monatsweise flächendeckend auflöst (Datenbasis 1941-1972). Auch hier ist die Nordsee sehr klein dargestellt. Aber es werden für sie der mittlere Jahresgang eines jeden Parameters als Flächenmittel gezeigt.

Backhaus et.al. (1985/1) haben ebenfalls flächendeckende Datenfelder für ein 150×150 km² Gitter und den Zeitraum 1955 - 1982 erzeugt, d.h. die Nordsee ist hier mit 4×7 Gitterpunkten aufgelöst. Aus dem Bodendruckfeld wurde die Schubspannung des Windes und die Vorticity bestimmt und deren Monatsmittel mit Standardabweichung berechnet. Dieser Atlas ist ausschließlich für Ozeanographen gedacht, die diese Größen für den atmosphärischen Antrieb in ozeanographischen Modellen benötigen.

Unter "Sonstiges" in Tabelle 1 sind alle die Arbeiten aufgezählt, die den anderen Gruppen nicht einfach zuzuordnen waren.

Dazu zählt das Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (RSU) (1980/41). In dem Sondergutachten wird das Klima der Nordsee knapp beschrieben. Die mittlere Windrichtung im Nordseegebiet ist dargestellt für die vier Jahreszeiten, ebenso T_w ; die Lufttemperatur nur für Februar und August. Erstmals wird die Niederschlagsmenge flächendeckend für die Nordsee abgeschätzt (siehe oben: Schmidt; 1990a). Die Mittelwerte wurden vom Deutschen Wetterdienst für dieses Gutachten erstellt (Olbrück et al., 1984).

G. Olbrück et al. (1984/38) beschreiben die klimatologischen Verhältnisse über der Nordsee für den Zeitraum 1950 - 1979 in ähnlicher Weise wie im RSU (41), d.h. quartalsweise gemittelt. Sie kommentieren die beim RSU gezeigten Windfelder und Temperaturfelder ausführlich und ergänzen diese mit gleichartigen Abbildungen für die Temperaturdifferenz $T_L - T_w$, Niederschlagshäufigkeit, Niederschlagsmengen (Isolinien) und Nebelhäufigkeit. Erstmals werden auch mittlere turbulente Flüsse untersucht und für jedes Quartal durch Isolinien dargestellt. Mit Hilfe der Bulk - Methode ermitteln sie den Impulsfluß und den sensiblen und latenten Wärmefluß aus den Beobachtungsdaten.

Die beiden nächsten Arbeiten sind noch einmal umfassendere Darstellungen des Nordseeklimas. Oilfield Publications Ltd. (1985/37) erstellte aus den Meldungen der Handelsschiffe von 1961 bis 1980 in eigener Arbeit mittlere Windrosen (5 Teilgebiete) für die Monate Februar, Mai, August und November. Aus mehreren Quellen stellen sie ein Karten-Sortiment für die Größen T_w , T_L , P, Sichtweite und Bedeckungsgrad für die obigen vier Monate zusammen, ohne daß diese kommentiert werden. Es sei hier vermerkt, daß diese Arbeit lange vor Korevaar (1990) veröffentlicht wurde. Die zweite Arbeit der NATO (1987/36) ist derart verschlüsselt, daß sie für Außenstehende kaum verwendbar ist.

Die U.S. Navy gab bis zum 1. Quartal 1992 (47) alle drei Monate monatliche Karten für den Nordatlantik heraus, auf denen der mittlere Luftdruck, die Lufttemperatur mit großem Isolinienabstand von 2°C und pro $5^\circ \times 5^\circ$ Gitterelement eine mittlere Windrose angegeben sind. Die Nordsee ist hier durch vier Gitterpunkte repräsentiert.

Vom KNMI wird seit 1984 monatsweise das "Monthly Bulletin North Sea" (25) herausgegeben. In ihnen werden alle aktuellen Beobachtungen im Nordseegebiet des Windes, der Temperatur und Sichtweite als Monatsmittelwert für ca. 100 Teilgebiete der Nordsee auf Karten eingetragen und dem entsprechenden Langzeitmittelwert (1961-1980) des Monats gegenübergestellt.

9.2.4 Gegenüberstellung ausgewählter Literatur

Die Kurzbeschreibung der einzelnen Arbeiten über das Klima der Nordsee im vorhergehenden Kapitel zeigt wie unterschiedlich die Arbeiten sind, obwohl sie von gleichen Beobachtungsdaten ausgehen (Kap. 9.2.2). Die Unterschiede in den betrachteten Mittelungszeiträumen, Darstellungsweisen und Zielrichtungen erschweren den Vergleich und

die direkte Beurteilung der Arbeiten oder machen sie gar unmöglich.

Vier Arbeiten, die ein Gesamtbild des Klimas der Nordsee vermitteln, erweisen sich als geeignet für eine Gegenüberstellung bezüglich ausgewählter Parameter. Die Arbeiten sind:

- [18] : Höhn (1971/ -)
- [37] : Oilfield Publications Ltd. (1985/ 1961 - 80)
- [26] : Korevaar (1990/ 1961 - 80)
- [8] : BSH (1994/ 1950 - 86);

In runden Klammern sind das Erscheinungsjahr/ der Mittelungszeitraum angegeben. Drei der Arbeiten beziehen ihre Mittelwerte demnach auf den Zeitraum 1961 - 80. Bei Höhn darf für die meisten Größen (T_L , T_w , Wind) angenommen werden, daß der Mittelungszeitraum die 38 Jahre zwischen 1906 und 1914 sowie 1920 und 1939 betrifft (Kap. 9.2.3.1). H. Markgraf und P. Bintig (1954/32) werden für die vorherrschende Windrichtung hinzugezogen, weil R. Höhn stattdessen nur die mittlere Windrichtung zeigt.

Die wichtigsten Klima charakterisierenden Größen werden verglichen: Luftdruck, Lufttemperatur, Wasseroberflächentemperatur und Wind. Der Luftdruck, die Lufttemperatur und Wasseroberflächentemperatur sind in Form von Isoliniendarstellungen für das gesamte Nordseegebiet gegeben (siehe 9.2.8). Die mittleren Windverhältnisse über der Nordsee werden gebietsweise dargestellt durch die monatlich vorherrschende Windrichtung und die monatlichen Windrosen.

Für das gesamte Nordseegebiet werden die Parameter durch vier Monatsmittelwerte dargestellt, die repräsentativ für die vier Jahreszeiten stehen; entweder sind es die Anfangsmonate (Jan, Apr,...) oder die mittleren (Feb, Mai,...). Trotz dieser Verschiebung scheint eine Gegenüberstellung der Ergebnisse von aufeinanderfolgenden Monaten sinnvoll zu sein, da die monatlichen Änderungen in den Winter- und Sommermonaten relativ klein sind, das trifft für Frühjahr- und Herbstmonate nicht zu.

9.2.4.1 Luftdruck, Lufttemperatur und Wasseroberflächentemperatur

Da Korevaar keine Isobarendarstellung angibt, können beim mittleren Luftdruck nur drei Arbeiten verglichen werden (Abb.1a,b). In Abb. 1a zeigen alle Druckfelder für den Januar/Februar einen graduellen Abfall des Luftdrucks von SE nach NW. Bei BSH und Oilfield Publication ist er über der mittleren und südlichen Nordsee schwächer als bei Höhn. Für die Sommermonate Juli/August geben alle drei Arbeiten eine geringere Luftdruckänderung über der Nordsee an. Die Unterschiede im Einzelnen sind im Juli/August (Abb. 1b) und in den übrigen vergleichbaren Monaten des Frühjahrs und Herbstes größer als im Januar/Februar. Das BSH zeigt in allen Fällen strukturiertere mittlere Luftdruckfelder als die beiden anderen, deren Isobaren sehr glatt sind.

Die Lufttemperatur über der Nordsee ist bestimmt durch das recht maritim geprägte Klima im Westen und Norden (Nordatlantik/Großbritannien) und durch das kontinentalere Klima im Osten und Süden. Vor allem im Winter ist dieser Übergang ausgeprägt. Alle vier Arbeiten zeigen dies (Abb.2a), indem die Isothermen im Februar/Januar parallel zu den

Küstenlinien verlaufen und die Temperatur zur Küste hin steil abfällt, besonders im Osten. Dagegen ist die Lufttemperatur über der westlichen Nordsee nahezu konstant, selbst zur britischen Küste hin. Bei Oilfield Publication ist der Temperaturabfall schwach ausgefallen. Das regionale Maximum von 6°C bei Høhn ist sicher auf die Darstellung des früheren Monats (Januar) zurück zu führen. Für August (Abb.2b) stimmen die vier Arbeiten recht gut überein. Alle zeigen eine gleichmäßige Lufttemperaturabnahme von SE nach NW mit der Deutschen Bucht als wärmsten Teil der Nordsee. Große Unterschiede zwischen den Arbeiten sind bei den Lufttemperaturfeldern für Frühjahr und Herbst zu finden (nicht abgebildet). Während dieser Jahreszeiten sind die Temperaturänderungen groß und somit sind große Differenzen zwischen den Mittelwerten möglich.

Die in Abb. 3a,b links oben gezeigten mittleren Wasseroberflächentemperaturen des BSH beziehen sich entgegen den vorherigen Abbildungen auf einen Mittelungszeitraum von nur zehn Jahren (1971 - 1980). In allen Isothermendarstellungen des Wassers für Februar (Abb.3a) ist das Einströmen des relativ warmen Atlantikwassers durch den Englischen Kanal im Süden und zwischen Orkney und Shetland Inseln im Norden erkennbar; bei Oilfield Publication ist das Einströmen nur im Süden angedeutet. Bei Høhn (Januar) sind die Auswirkungen des Atlantikwassers auf die Nordsee stärker. Alle Arbeiten stimmen darin überein, daß im Februar in der ganzen Nordsee das Wasser an der Oberfläche wärmer ist als die Luft. Für die Luft sind die niedrigsten mittleren Temperaturen im Februar zu beobachten. Das Wasser reagiert langsam darauf, so daß die niedrigsten Wassertemperaturen erst einen Monat später, im März, registriert werden (siehe unten).

Zum Sommer hin kehrt sich der Temperaturgradient im Wasser um, ähnlich wie bei der Lufttemperatur (Abb. 3b). Der Temperaturabfall über der nördlichen Nordsee ist bei Oilfield Publication geringer und bei Høhn größer als bei BSH und Korevaar. Die kleinen Unterschiede zwischen den Isothermenverläufen bei BSH und Korevaar sind größtenteils auf die unterschiedlichen Mittelungszeiträume zurückzuführen. Beispielfhaft zeigt Abbildung 4 die mittleren Wassertemperaturen für die Zeiträume 1971 -80 rechts und 1981 - 90 links.

9.2.4.2 Gebietsweise vorherrschende Windrichtungen und Windhäufigkeiten

Bezüglich der mittleren Windverhältnisse ist ein Vergleich der Arbeiten noch stärker eingeschränkt als bei den Parametern Druck und Temperatur. Zusätzlich zu den unterschiedlichen Mittelungszeiträumen und Darstellungsweisen sind die in den Arbeiten ausgewählten Gebiete zur Wiedergabe der vorherrschenden Windrichtung und Häufigkeit der Winde (Windrosen) nicht deckungsgleich.

In Abb. 5a,b werden die mittleren vorherrschenden Windrichtungen in der südlichen und mittleren Nordsee gegenübergestellt. Die Gebiete 7 und 6 bei Markgraf et al. stimmen mit den Gebieten C und B bei R.Høhn überein (Abb. 2a). Die Gebiete J, K, L des BSH umfassen die südliche Nordsee von Rotterdam bis Westerland mit einem Küstenstreifen der Breite von ca. 40 km. Die Gebiete 18 und 24 bei Korevaar repräsentieren einen nördlichen Ausschnitt der Deutschen Bucht (18) und den Küstenstreifen zwischen Rotterdam und Texel (24). Korevaar teilt seinen Datensatz in zwei 10-Jahresmittel auf; die obersten bei-

den Reihen stehen für 1961 - 70 und die untersten für 1971 - 80 (BSH: 1951 - 80; Markgraf et al.: 1906-1914 u. 1920-1939).

Trotz der genannten Einschränkungen stimmen die Arbeiten in den monatsweise vorherrschenden Windrichtungen in der südlichen Nordsee in groben Zügen überein (Abb. 5a). Im Herbst und Winter (Okt - Mrz) herrschen die SW Winde vor, im Sommer (Jun - Aug) die NW Winde. Die Monate April/Mai und z.T. September sind vom Wechsel der Hauptwindrichtung bestimmt.

Abbildung 5b zeigt die vorherrschenden Windrichtungen in der mittleren Nordsee bis hinauf zum 58° Breitengrad (Gebiet B/BSH und 09/Korevaar). Korevaar und BSH zeigen, daß der Wind im Winter über der mittleren Nordsee eher aus dem Süden (vgl. südlichen Nordsee eher SW), im Sommer mehr aus SW kommt. Wiederum sind die Monate April/Mai vom Wechsel der vorherrschenden Windrichtungen gekennzeichnet.

Kein signifikanter Unterschied kann zwischen den Arbeiten bezüglich der mittleren und südlichen Nordsee festgestellt werden, so daß Auswirkungen der im Süden größeren Gebietsunterschiede nicht erkennbar sind. In einzelnen Monaten weichen die vorherrschenden Windrichtungen zum Teil erheblich voneinander ab. Grund dafür können die unterschiedlichen Mittelungszeiträume sein, wie anhand von Korevaar erkennbar. Die Unterteilung in zwei 10-Jahresmittel durch Korevaar zeigt, daß für Zeiträume von 10 Jahren die Unterschiede recht groß sein können bis hin zu entgegengesetzter Richtung. Das ist ein Zeichen dafür, daß bei Mittelungszeiträumen von 10 Jahren Anomalien das Mittel sehr mitbestimmen. 10-Jahresmittelwerte sind für manche klimatologische Betrachtungen, vielleicht besonders beim Wind, zu kurz.

Im folgenden werden die vier Arbeiten anhand von Windrosen repräsentativ für die südliche Nordsee in Höhe von Rotterdam (Abb. 6a,b) und für die nördliche Nordsee zwischen 58° und 61° Breitengrad um den 2° E Längengrad (Abb. 7a,b) miteinander verglichen. Die Windrosen zeigen den prozentualen Anteil der Windstärkenklassen der Winde jeweils eines Windrichtungssektors für einen Monat an. In den verglichenen Arbeiten sind die Windstärkenklassen, die Windsektoren und die repräsentierten Gebiete zueinander verschoben. Hinzu kommt, daß die Windrosen im Winter nicht für die gleichen Monate gegeben sind: bei Höhn und Korevaar für den Januar und bei Oilfield Publication und BSH für den Februar. Im Sommer sind die Windrosen fast nur für Juli wiedergegeben. Ein Vergleich der Arbeiten bezüglich der mittleren Windhäufigkeit ist also nur mit großer Vorsicht durchzuführen.

Übereinstimmend mit den vorherrschenden Windrichtungen in Abb. 5a zeigen alle Arbeiten für Februar/Januar (Abb. 6a), daß der Wind im Süden der Nordsee vorherrschend aus SW kommt, vor allem mit Windstärken zwischen 5 und 7 Bf. Aber auch Winde aus NE bis E mit Stärken von 4 bis 6 Bf sind nicht selten. Stürme (8 - 12 Bf) scheinen aus allen Richtungen kommen zu können. Bei Höhn ist der Anteil der Windstille und Stürme auffallend hoch, das gilt auch für die weiteren Fälle. Überwiegend ist das auf die Windstärkenklassifizierung zurück zu führen, die im Gegensatz zu den anderen Arbeiten Windstille

bis 2 Bf definiert und Winde von 7 Bf den Stürmen zuordnet. Oilfield Publication und BSH geben eine große Häufigkeit für Winde aus NE bis E mit 4 bis 6 Bf Stärke im Januar an. Hier macht sich eventuell die Betrachtung von zwei verschiedenen Monaten (siehe oben) bemerkbar. Für die Sommermonate Juli/August (Abb. 6b) zeigen alle Arbeiten ein geringes Auftreten von Stürmen und SE Winden über der südlichen Nordsee. Im Gegensatz zu Abb. 5a sind im Sommer bei den hier gezeigten Windrosen nicht die NW Winde sondern die SW Winde mit Stärken von 1 bis 6 Bf die häufigsten, bei Höhn und Oilfield Publication mehr als bei BSH und Korevaar.

Für den Norden der Nordsee zeigen alle Arbeiten für die Wintermonate (Abb. 7a) einen hohen Anteil von starken Winden (5 - 12 Bf) aus SE bis S. Stürme treten im Norden häufiger auf als im Süden (vgl. Abb. 6a). Die Arbeiten Oilfield Publication, BSH und Korevaar stimmen recht gut überein. Höhn weicht bezüglich der Windstillen- und Sturmhäufigkeit wiederum sehr von den anderen Arbeiten ab. Er stimmt lediglich darin überein, daß wenig Winde aus NE kommen. Für die Sommermonate (Abb. 7b) stimmen die Arbeiten erstaunlich gut überein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Arbeiten von Markgraf et al., BSH und Korevaar bezüglich der gebietsweise vorherrschenden Windrichtung in groben Zügen gut übereinstimmen. Die neueren Arbeiten, Korevaar und BSH, zeigen recht ähnliche mittlere Windhäufigkeiten in Form von Windrosen und das trotz der Monatsverschiebung. Die älteren Arbeiten, Oilfield Publication und Höhn, weichen in einigen Fällen deutlich von den neueren ab.

9.2.5 Beurteilung der verglichenen Literatur

In Kapitel 9.2.4 wurden Übereinstimmungen und Abweichungen der Arbeiten von R. Höhn (18), Oilfield Publications Ltd. (37), C.G. Korevaar (26) und BSH (8) in ihren Darstellungen der klimatologischen Mittel des Luftdrucks, der Lufttemperatur und Wasseroberflächentemperatur und des Windes herausgearbeitet. Darauf Bezug nehmend werden nun die Arbeiten im einzelnen beurteilt.

Die erste umfassende Arbeit zum Thema Klima der Nordsee von R. Höhn (1971) zeigt ohne Widerspruch zu den neueren Arbeiten gut die klimatologischen Verhältnisse. Bezeichnend für die Arbeit ist, daß den Darstellungen großflächige Mittel zugrunde liegen. Als kritisch erweisen sich die Windrosen infolge der Windstärkenklassifizierung.

Die zweitälteste und für kommerzielle Benutzer angelegte Arbeit von Oilfield Publications Ltd. (1985) stimmt im groben mit den anderen Arbeiten überein. Durch die starke Glättung der Isolinien können signifikante Erscheinungen (siehe Wasseroberflächentemperatur) nicht erfaßt werden. Ob diese Glättung durch wenige Daten oder die Art der Datenaufbereitung zustande kommt ist nicht nachvollziehbar. Die mittleren Windverhältnisse sind durch die fein aufgelösten Windrosen in guter Übereinstimmung zu den beiden neueren Arbeiten wiedergegeben.

Für den gleichen Mittelungszeitraum wie Oilfield Publications Ltd. zeigt C.G. Korevaar (1990) statistisch gründlich aufgearbeitete Ergebnisse. Die Isoliniendarstellungen der Lufttemperatur und Wasseroberflächentemperatur basieren auf einer recht kleinräumigen Auflösung ($1^\circ \times 1^\circ$), so daß regionale Erscheinungen gut erfaßt werden, z.B. das Einströmen des warmen Golfstromes. Der starke graduelle Abfall der Lufttemperatur im Winter in Küstennähe im Osten ist eventuell auf das Einbeziehen der Beobachtungsdaten auf Land zurückzuführen. Darüber hinaus entsteht durch die zusätzlichen Untersuchungen der meteorologischen Parameter über der Nordsee ein umfassendes Bild vom Klima der Nordsee. Die Darstellungsart der Windrosen erleichtert eine genauere Betrachtung.

BSH (1994, 1989) und C.G. Korevaar (1990) sind in der Qualität der Darstellungen sehr ähnlich. Sie unterscheiden sich durch den Zweck ihrer Arbeit. Die Arbeit vom BSH ist als Teil des Nordsee-Seehandbuches rein benutzer-orientiert. Wissenschaftliche Ergebnisse werden wenn verfügbar eingearbeitet, das Seehandbuch selbst hat aber keinen wissenschaftlichen Anspruch. Darum werden gewisse Aspekte des Klimas der Nordsee weniger detailliert untersucht als bei C.G. Korevaar. Die in Kapitel 9.2.4 aufgezeigten, relativ kleinen Unterschiede zu C.G. Korevaar sind eventuell auf die unterschiedlich langen Mittelungszeiträume zurück zu führen.

Abschließend sei erwähnt, daß die vier Arbeiten aus den letzten 30 Jahren trotz ihrer Verschiedenheit erstaunlich widerspruchsfrei das Klima der Nordsee beschreiben. Für heutige Anwendungen in numerischen Modellen reichen diese Klimabeschreibungen jedoch nicht aus, siehe dazu das folgende Kapitel 9.2.6.

9.2.6 Abgrenzung des geplanten Klimaatlasses zur bisherigen Literatur

Am Meteorologischen Institut der Universität Hamburg wird ein Klimaatlas für das Nordseegebiet erarbeitet, der eine Verknüpfung der in Kapitel 9.2.3 besprochenen Grundtypen der bisherigen Literatur darstellt. Er geht von einer gründlichen, objektiven und statistischen Auswertung der Beobachtungsdaten aus. Die Auswahl und Darstellung der Klimaparameter ist orientiert am Bedarf der möglichen Benutzer. Im folgenden wird der Klimaatlas vorgestellt und dann verglichen mit der zuvor beschriebenen Literatur.

9.2.6.1 Der Klimaatlas der Nordsee

Zur Erstellung des Klimaatlasses der Nordsee werden die in Kapitel 9.2.2 beschriebenen GTS-Daten vom Zeitraum 1981 bis 1990 benutzt. Die Daten werden mit Hilfe des speziell für die See zugeschnittenen Verfahrens von H. Luthardt (1985) auf ein 42×42 km² Gitter interpoliert und die physikalische Konsistenz der interpolierten Datenfelder geprüft. Aus dem inhomogenen Feld der Beobachtungen entsteht so im 3 Stunden Intervall ein homogenes, flächendeckendes und fein aufgelöstes Datenfeld.

Im Klimaatlas werden folgende Größen in Form von Isoliniendarstellungen für jeden Monat des Jahres als Mittelwert über das Jahrzehnt 1981- 90 dargestellt. Für ausge-

wählte Nordseegebiete werden mittlere Windrosen und die mittlere Variabilität der folgenden Größen von 1981 bis 1990 gezeigt. Die Größen sind:

- Häufigkeit der Beobachtungsmeldungen
- Luftdruck
- Lufttemperatur
- Wasseroberflächentemperatur
- Differenz $T_L - T_w$
- Windgeschwindigkeit
- relative Feuchte
- latenter Wärmefluß
- sensibler Wärmefluß
- Impulsfluß
- Divergenz
- Vorticity

Die Größen liegen in SI - Einheiten nicht nur als aufbereitete Karten vor, sondern werden auch digital verfügbar sein.

9.2.6.2 Der Klimaatlas im Rahmen der bisherigen Literatur

Die vorangegangene Literaturrecherche zeigt, daß es bisher keine Arbeit gibt, die das Klima der Nordsee auf der Basis eines homogen verteilten und flächendeckenden Datensatzes durch Mittelwerte für jeden Monat des Jahres beschreiben. Genau diese Lücke soll durch den geplanten Klimaatlas der Nordsee gefüllt werden.

Frühere Arbeiten untersuchten im wesentlichen die grundsätzlichen Klimagrößen wie Luftdruck, Lufttemperatur, Wasseroberflächentemperatur und Wind. Der Klimaatlas stellt darüber hinaus auch meteorologische Größen (Kap. 9.2.6.2) dar, die besondere Bedeutung als Input-Daten für ozeanographische und meteorologische Modelle haben. Darum sind sie in SI-Einheiten angegeben und sollen digital verfügbar sein.

Im Klimaatlas wird ein Zeitraum von 10 Jahren betrachtet. Dieser Zeitraum ist zu kurz für Trendanalysen, wie sie C.G. Korevaar und R. Höhn oder andere Autoren für einzelne Punkte in der Nordsee (43, 35, 24, 17, 3, 29) durchführten. Nicht aufgenommen im Klimaatlas sind die Sichtweite, der Bewölkungsgrad und die Strahlung, die für bestimmte Benutzergruppen wichtig sind. In fast allen Seehandbüchern (Kap. 9.2.3.2) sind Sichtweite und Sturmhäufigkeit für ausgewählte Gebiete dargestellt. Der Klimaatlas der Nordsee gibt einen zwar zeitlich kurzen aber detaillierten Ausschnitt des Klimas der Nordsee wieder.

9.2.7 Literaturliste

- [1] **Backhaus J., Bartsch J., Quadfasel D., Guddal J. (1985):** Atlas of monthly surface fields of air pressure, wind stress and wind stress curl over the North Eastern Atlantic Ocean: 1955-1982, Institut f. Meereskunde Universität Hamburg, Techn. Report 3 - 85, Hamburg
- [2] **Baudner H. (1991):** Zeitreihen der Lufttemperatur in der Deutschen Bucht von 1903-1990, Meteorol. Rundschau, **43**, 4, 122 - 125
- [3] **Baudner H. (1990):** Jahresmittel der Wassertemperatur in der Deutschen Bucht von 1902 bis 1987, DWD intern Nr. 38, Offenbach
- [4] **Becker G.A. und Wegner G. (1993):** North Sea surface temperature means 1981 to 1990, ICES, CM 1993/C:47, Kopenhagen
- [5] **Becker G.A., Frey H., Wegner G. (1986):** Atlas der Temperatur an der Oberfläche der Nordsee: Wöchentliche und monatliche Mittelwerte für den Zeitraum 1971 bis 1980, BSH-Report Serie B Nr. 17, Hamburg
- [6] **British Meteorological Office (1975):** Weather in home waters, Met.O.732(c), Vol. II, Part 1, London
- [7] **BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) (1990):** Beobachtungen auf den deutschen Messtationen der Nord- und Ostsee im Jahre 1989, Meereskundliche Beobachtungen und Ergebnisse, Nr. 69, Hamburg
- [8] **BSH (1994+1989):** Nordsee - Seehandbuch, Nr. 2006, Teil B Naturverhältnisse, Hamburg
- [9] **BSH (1986):** Nordsee - Seehandbuch, Nr. 2006, Teil B Naturverhältnisse, Hamburg, ff 79 - 291
- [10] **BSH (1967):** Monatskarten für den Nordatlantischen Ozean, korrig. Neuauflage 1995, Hamburg
- [11] **Bullig H.J. und Bintig P. (1954):** Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer, Teil I Temperatur des Oberflächenwassers und Temperaturdifferenz Luft-Wasser, Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 4, Hamburg
- [12] **Chandler T.J. und Gregory S. (1976):** The climate of the British Isles, Longman, London
- [13] **Damm P., Hinzpeter H., Luthardt H., Terzenbach U. (1994):** Seasonal and interannual variability in the atmosphere and in the sea, in: Circulation and contaminant fluxes in the North Sea, ed. J. Sündermann, Springer, Berlin
- [14] **Danmarks Meteorologiske Institut :** Vejret i Danmark , Kopenhagen
- [15] **Deutscher Wetterdienst (1967):** Klima-Atlas von Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen, Deutscher Wetterdienst Selbstverlag, Offenbach

- [16] **Eidsvik K.J. (1985)**: Large - sample estimates of wind fluctuations over the ocean, *Boundary-Layer Meteorology*, **32**, 103 - 132
- [17] **Graßl H. (1994)**: The influence of weather and climate, in: *Circulation and contaminant fluxes in the North Sea*, ed. J. Sündermann, Springer, Berlin
- [18] **Höhn R. (1971)**: On the climatology of the North Sea, in: *North Sea Science*, ed. E.D. Goldberg, MIT Press, London, 183 - 236
- [19] **Hydrographer of the Navy (1991)**: North Sea (west) Pilot, N.P. 54, British Navy, Taunton
- [20] **Hydrographer of the Navy (1983)**: Dover Strait Pilot, N.P. 28, British Navy, Taunton
- [21] **Hydrographer of the Navy (1983)**: North Sea (east) Pilot, N.P. 55, British Navy, Taunton
- [22] **Hydrographer of the Royal Netherlands Navy (1993)**: The Netherlands coast pilot, pp 69 - 81
- [23] **Isemer H.-J. und Hasse L. (1985)**: The Bunker climate atlas of the North Atlantic Ocean, Vol. 1, Springer Verl., Berlin
- [24] **Kirschning E. und Leistner W. (1993)**: Das Klima der Nordseeinsel Föhr 1888 -1992, Anzeichen einer Klimaveränderung, Verein Nordfriesisches Inst., Bredstedt
- [25] **KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) (1984 -)**: Monthly bulletin North Sea, De Bilt
- [26] **Korevaar C.G. (1990)**: North Sea Climate based on observations from ships and lightvessels, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- [27] **Korevaar C.G. (1989)**: Climatological data for the North Sea based on observations by voluntary observing ships over the period 1961-1980, KNMI scientific reports WR 89-01, De Bilt
- [28] **Korevaar C.G. (1987)**: Climatological data of the Netherlands lightvessels over the period 1949-1980, KNMI scientific reports WR 87-9, De Bilt
- [29] **Lamb H.H und Weiss I. (1979)**: On recent changes of the wind and wave regime of the North Sea and the outlook, Fachliche Mitteilungen Nr. 194, Amt für Wehrgeophysik, Traben-Trarbach
- [30] **Luthardt H. (1985)**: Estimation of mesoscale surface fields of meteorological parameters in the North Sea area from routine observations, *Beitr. Phys. Atmosph.*, 58, 2, 255-272
- [31] **Ljoen R. und Saetre R. (1987)**: Climatic changes at the North Sea Plateau during 1967 - 1984, ICES, C.M. 1987/C:17, Kopenhagen
- [32] **Markgraf H. und Bintig P. (1954)**: Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer, Teil 2 Windverhältnisse, Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 4, Hamburg

- [33] **Markgraf H. und Bintig P. (1956):** Klimatologie der nordwesteuropäischen Gewässer, Teil 3 Lufttemperatur, Bewölkung, Niederschlag, Nebel, Tabellen-Anhang zu den Teilen 1 bis 3, Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 10, Hamburg
- [34] **Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (1979) :** Atlas of seas around the British Isles, Fisheries Technical Report No. 20, Lowestoft
- [35] **Moll A., Radach G. (1990):** Wärme und Strahlungsflüsse an der Grenzfläche Wasser-Luft berechnet bei Feuerschiff Elbe 1 in der Deutschen Bucht: 1962-1986, Institut f. Meereskunde Universität Hamburg, Techn. Report 2-90, Hamburg
- [36] **NATO (1987):** Seasonal climatology of the North Sea (16-years-statistics), Naval Engineering Publication, ANEP 14, Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz
- [37] **Oilfield Publications Ltd. (1985):** North Sea environmental guide, Herefordshire
- [38] **Olbrück G., Günther H., Rabe W., Brandt B., Christiansen U., Hofmann H. und Mews K. (1984):** Untersuchung zur Verbrennung chemischer Abfälle auf See, Deutscher Wetterdienst Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr. 107, Hamburg
- [39] **Olbrück G., Kaufeld L., Wagner V. (1986-88):** Meteorologische Beobachtungen von deutschen Feuerschiffen der Nordsee (Bundesrepublik) 1985-87, Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichungen Nr. 114-116, Hamburg
- [40] **Phillips Petroleum Company (1988):** Environmental conditions at the Ekofisk Field, 56°32'50"N, 3°12'48"E, yearly report July 1986-June 1987, Loginfo A./S. Oslo
- [41] **RSU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1980):** Umweltprobleme der Nordsee - Sondergutachten, Kohlhammer, Stuttgart, ff 503
- [42] **Schmidt H. (1990a):** Eine Abschätzung der mittleren Niederschlagsmengen über der Nordsee, Dt. hydrogr. Zeit., **45**, 273 - 284
- [43] **Schmidt H. (1990b):** 100 Jahre geostrophischer Wind in der Deutschen Bucht, DWD intern Nr. 38, Offenbach
- [44] **Schregardus M.W.F. (1972):** Atlas van Nederland, KNMI, De Bilt
- [45] **Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine (1993):** Instructions nautiques, B2 und B3, Mer du Nord, Paris
- [46] **U.S. Navy (1974):** Marine climatic atlas of the world, Vol. 1, North Atlantic Ocean, ed. J.M. Merserve, 50-1C-528, U.S. Dept. of Commerce, Washington
- [47] **U.S. Navy (bis I/92):** Pilot charts North Atlantic Ocean, U.S. Dept. of Defence, Washington

9.2.8 Abbildungen

- Abb.1a: Gegenüberstellung des mittleren Luftdrucks (hPa) im Januar: Höhn (links oben), BSH (rechts oben) und Oilfield Publication (Februar, links unten).
- Abb.1b: Gegenüberstellung des mittleren Luftdrucks (hPa) im Juli (August), sonst wie in Abb. 1a
- Abb.2a: Gegenüberstellung der mittleren Lufttemperatur (°C) im Februar nach Höhn (Januar, links oben), BSH (rechts oben), Oilfield Publication (links unten) und Korevaar (rechts unten).
- Abb.2b: Gegenüberstellung der mittleren Lufttemperatur (°C) im August (Juli), sonst wie in Abb. 2a.
- Abb.3a: Gegenüberstellung der mittleren Wasseroberflächentemperatur (°C) im Februar (Januar), sonst wie in Abb. 2a.
- Abb.3b: Gegenüberstellung der mittleren Wasseroberflächentemperatur (°C) im August (Juli), sonst wie in Abb. 2a.
- Abb.4: Mittlere Wasseroberflächentemperatur (°C) im März für den Zeitraum 1971 - 80 (links) und 1981 - 90 (rechts) nach Becker et al. (1986 und 1994).
- Abb.5a: Gegenüberstellung der mittleren, monatsweise vorherrschenden Windrichtung in Gebieten der südlichen Nordsee (siehe Text), von oben nach unten: Markgraf et al., BSH, Korevaar 1961 - 70 die oberen beiden Zeilen und 1971 - 80 die unteren beiden Zeilen.
- Abb.5b: Gegenüberstellung der mittleren, monatsweise vorherrschenden Windrichtung in Gebieten der mittleren Nordsee (siehe Text), sonst wie in Abb.5a.
- Abb.6a: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen mit zugehörigen Skalen für die südliche Nordsee: im Februar nach Oilfield Publication (links oben) und BSH (rechts oben), im Januar nach Höhn (Mitte oben) und Korevaar (unten).
- Abb.6b: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen (Skalen siehe Abb. 6a) für die südliche Nordsee im Juli nach Oilfield Publication (August, links oben), Höhn (Mitte oben), BSH (rechts oben) und Korevaar (unten).
- Abb.7a: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen (Skalen siehe Abb. 6a) für die nördliche Nordsee: im Februar nach Oilfield Publication (links oben) und BSH (rechts oben) im Januar nach Höhn (Mitte oben) und Korevaar (unten).
- Abb.7b: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen (Skalen siehe Abb. 6a) für die nördliche Nordsee im Juli nach Oilfield Publication (August, links oben), Höhn (Mitte oben), BSH (rechts oben) und Korevaar (unten)

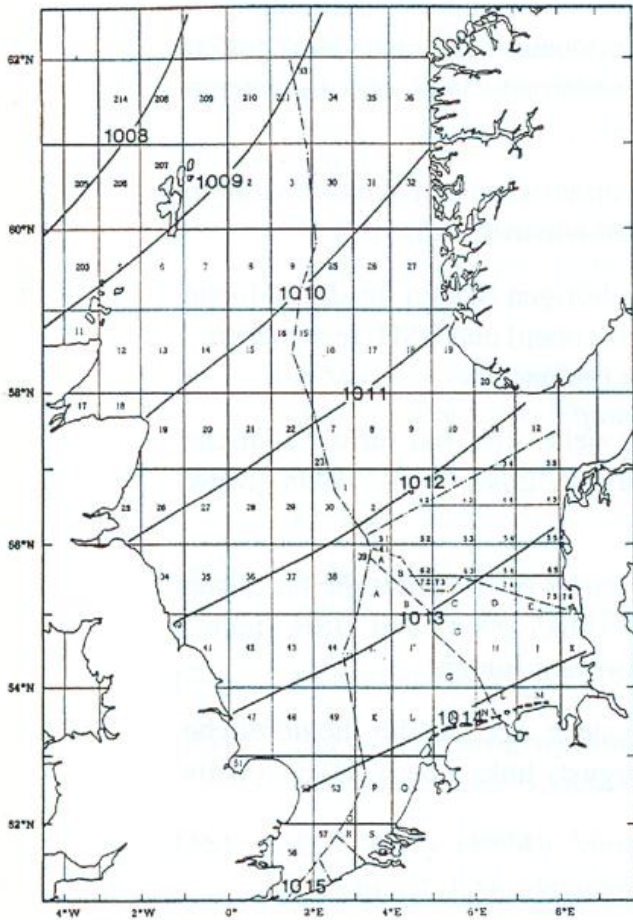
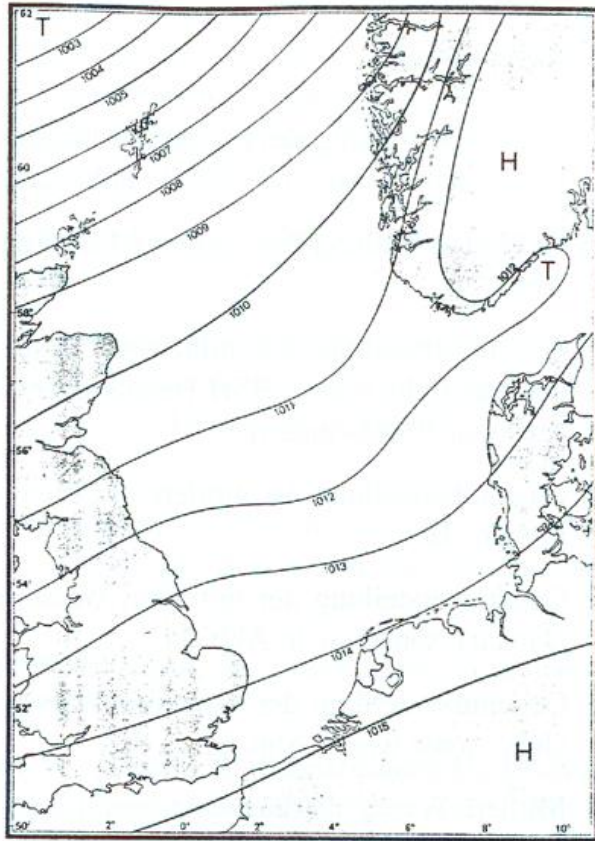
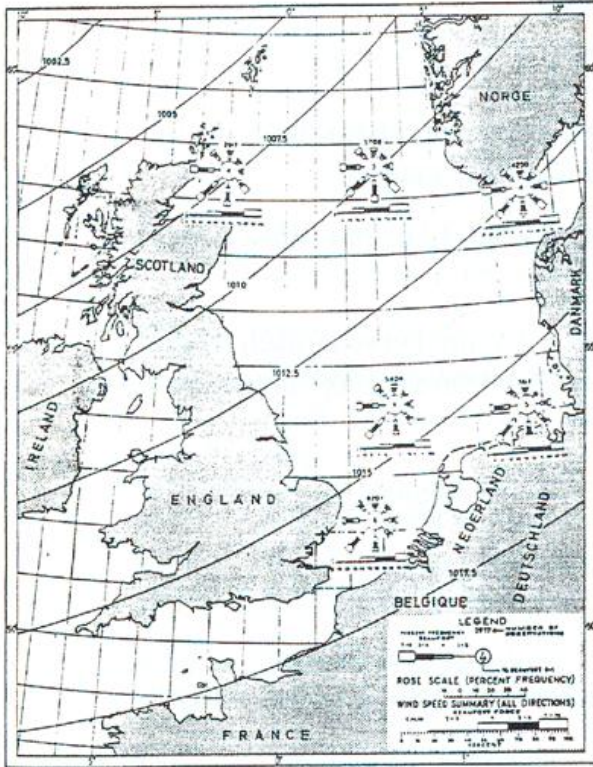


Abb.1a: Gegenüberstellung des mittleren Luftdrucks (hPa) im Januar: Höhn (links oben), BSH (rechts oben) und Oilfield Publication (Februar, links unten).

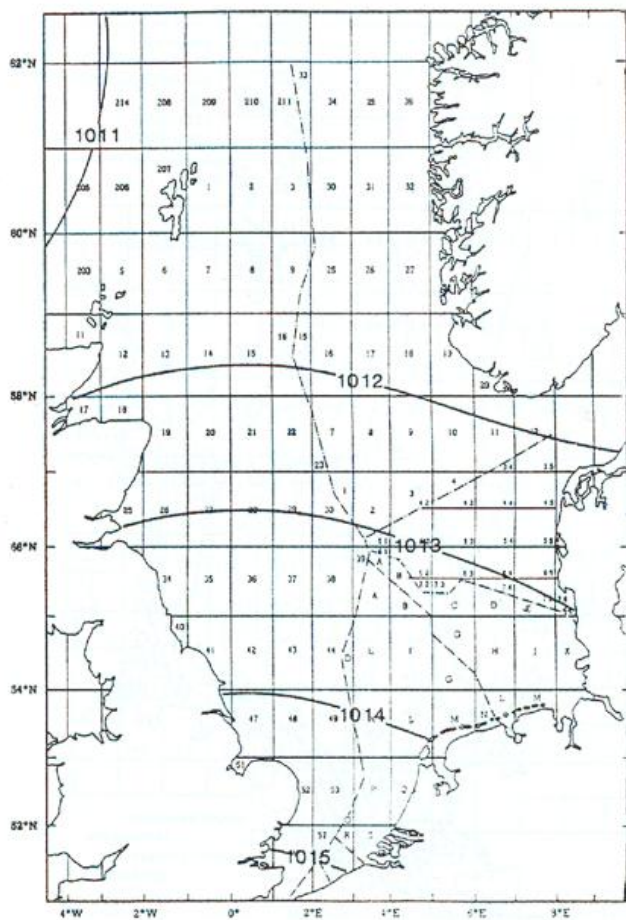
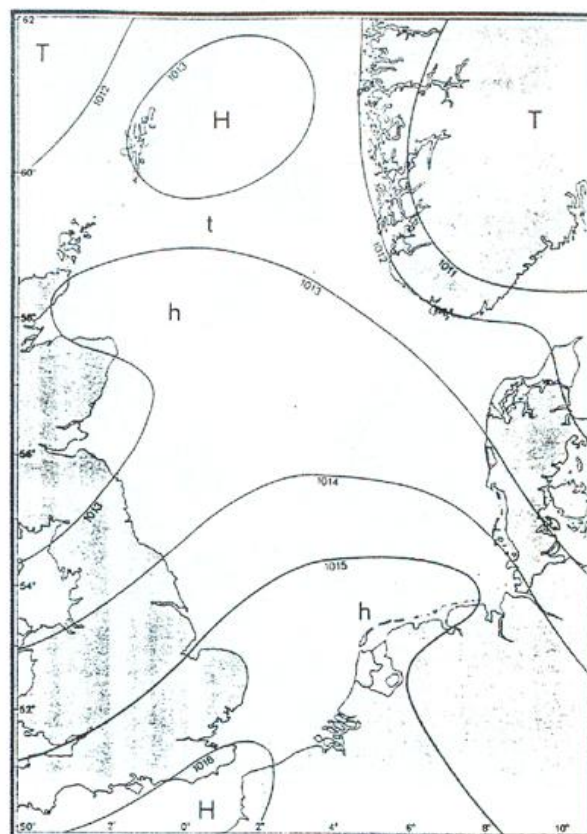
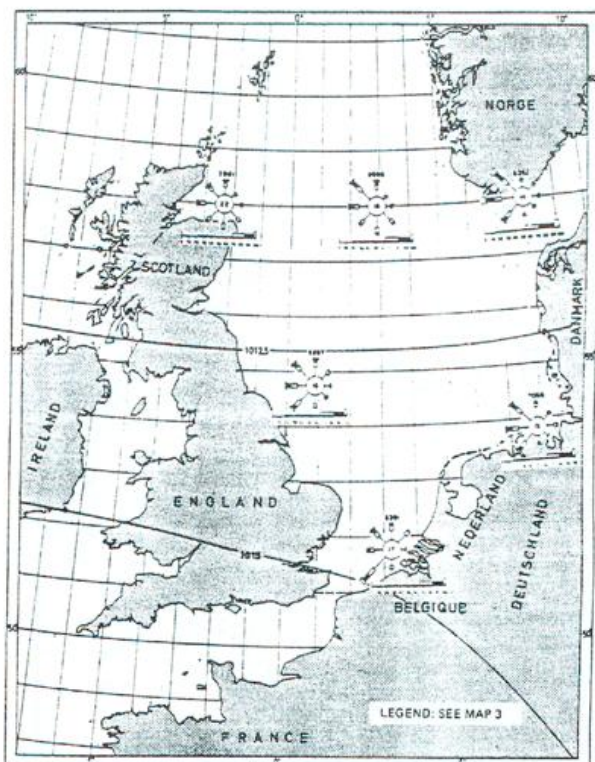


Abb. 1b: Gegenüberstellung des mittleren Luftdrucks (hPa) im Juli (August), sonst wie in Abb. 1a

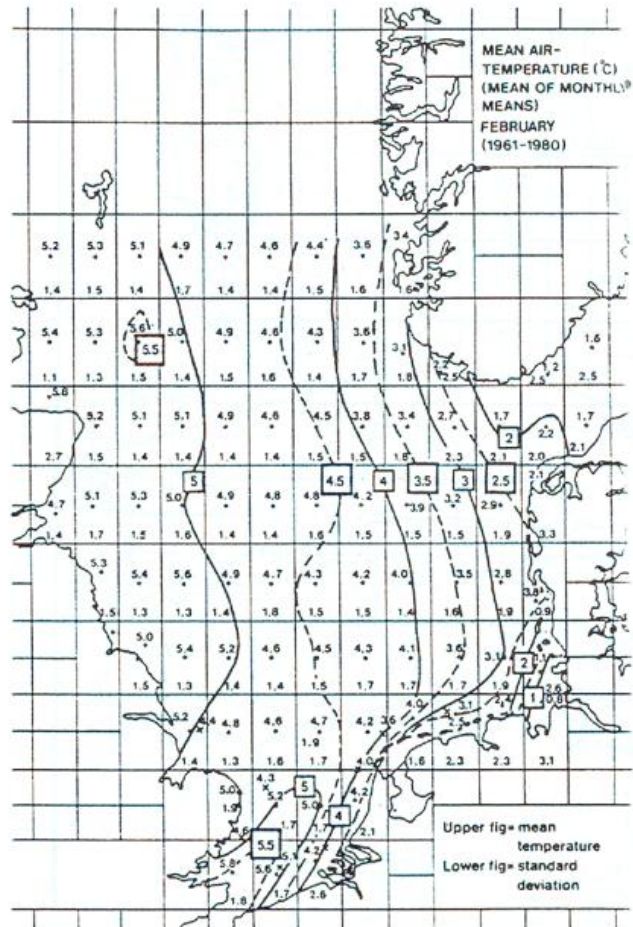
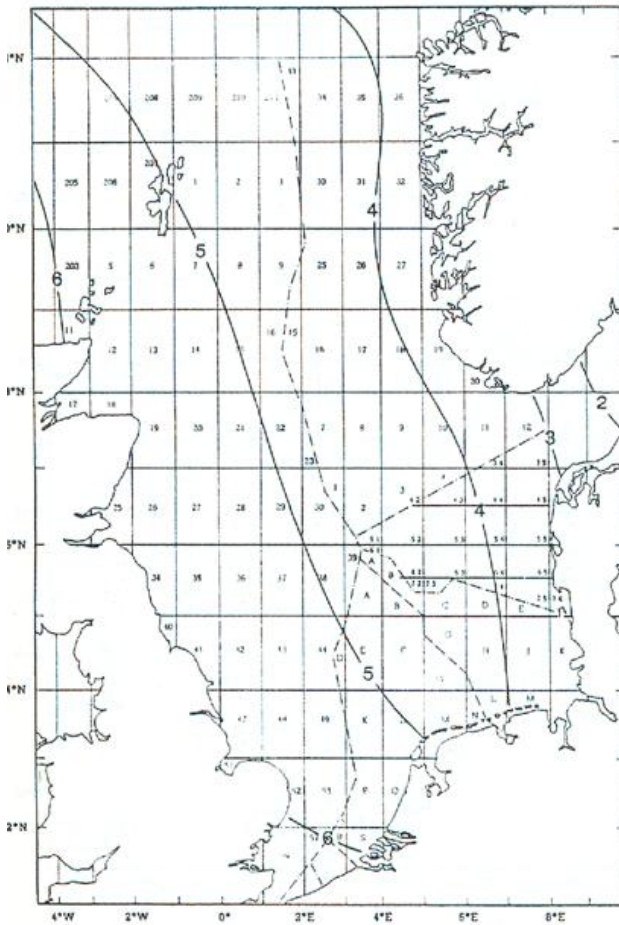
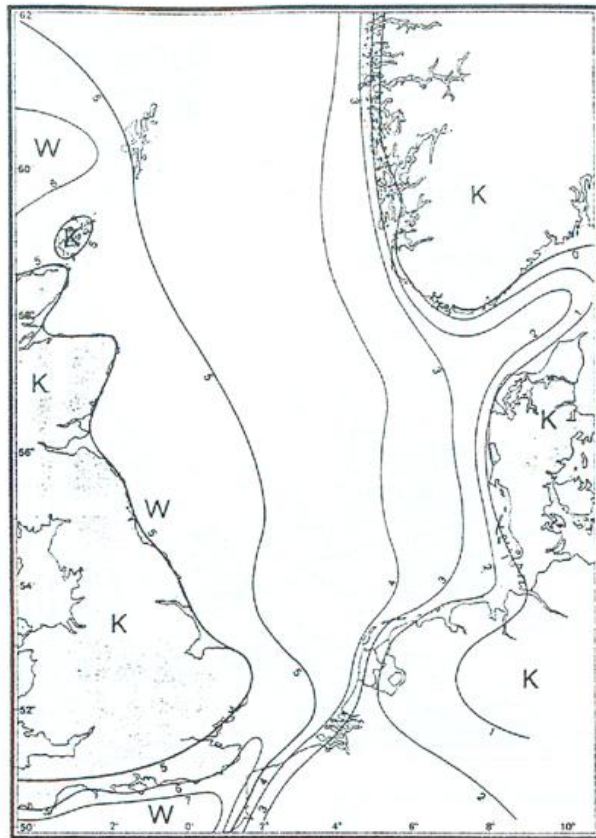
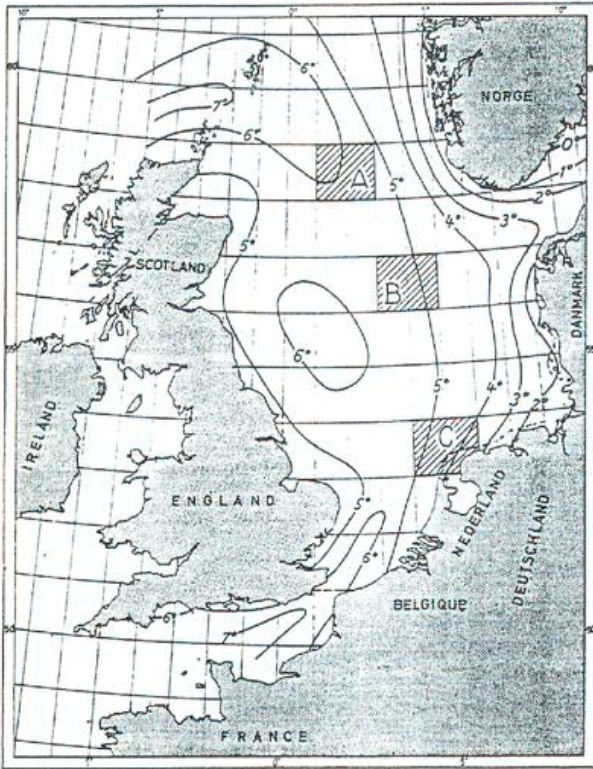


Abb.2a: Gegenüberstellung der mittleren Lufttemperatur (°C) im Februar nach Höhn (Januar, links oben), BSH (rechts oben), Oilfield Publication (links unten) und Korevaar (rechts unten).

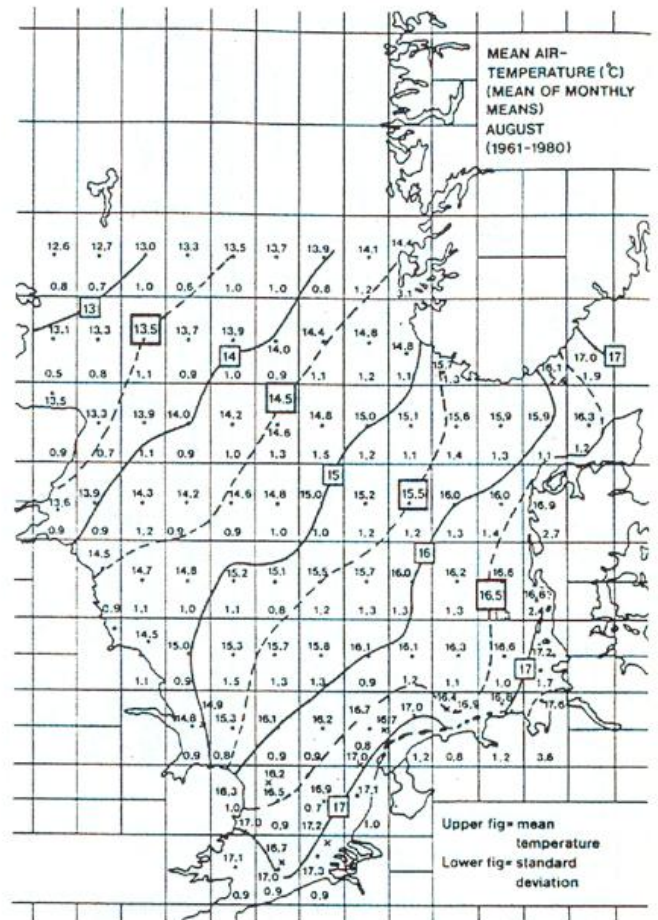
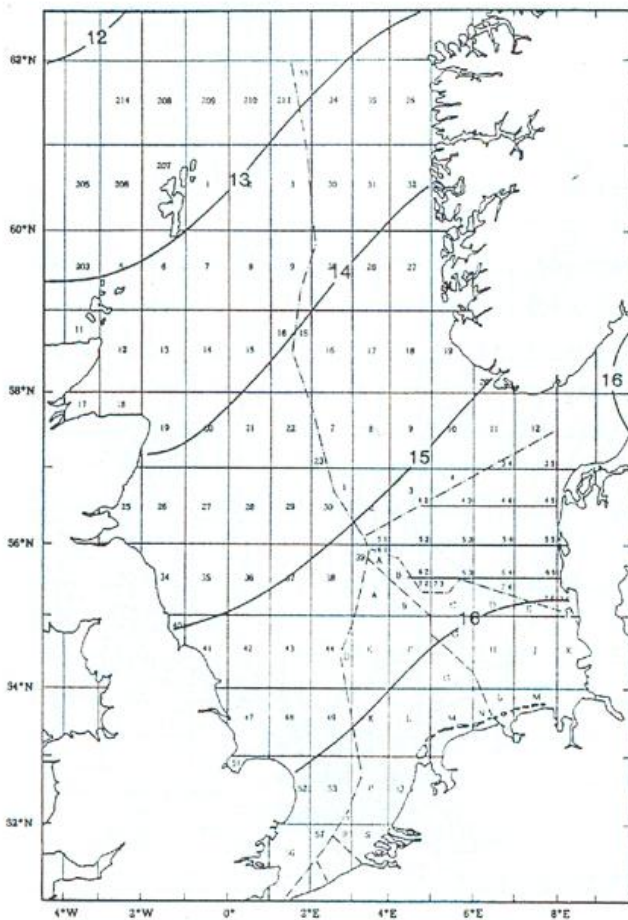
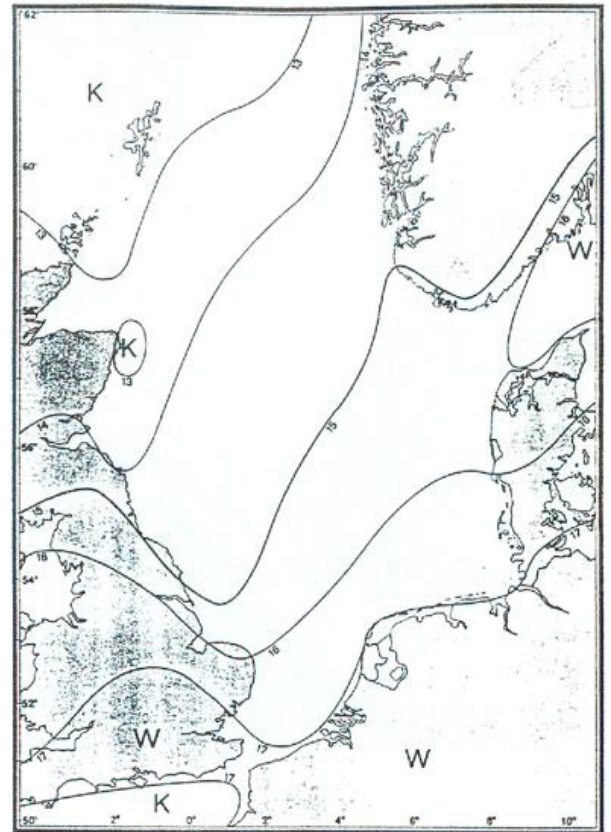
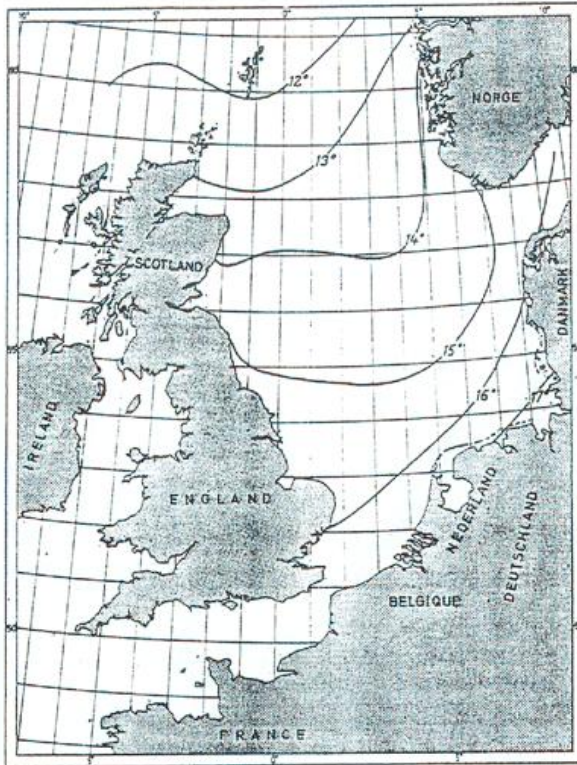


Abb.2b: Gegenüberstellung der mittleren Lufttemperatur (°C) im August (Juli), sonst wie in Abb. 2a.

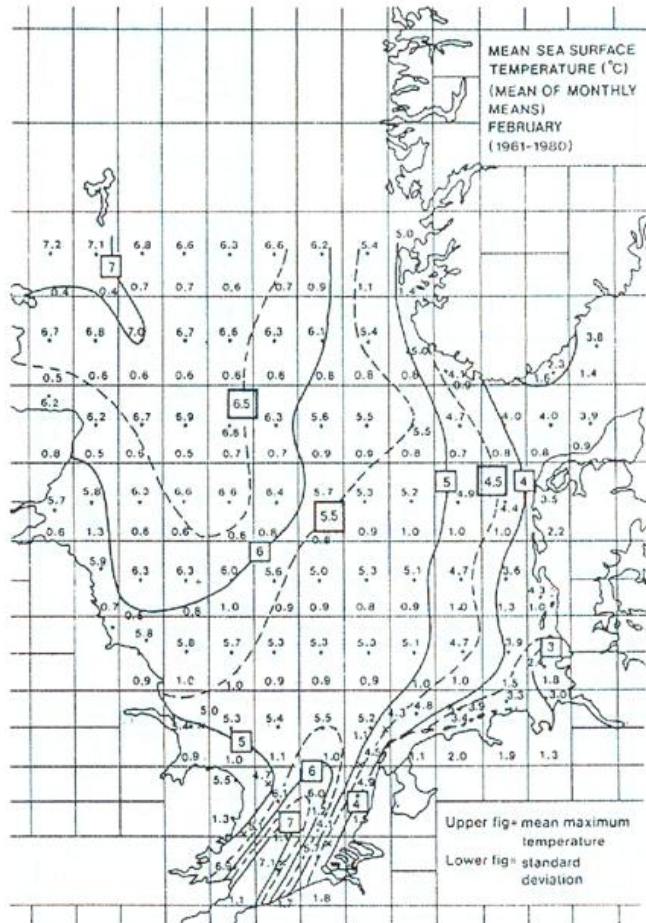
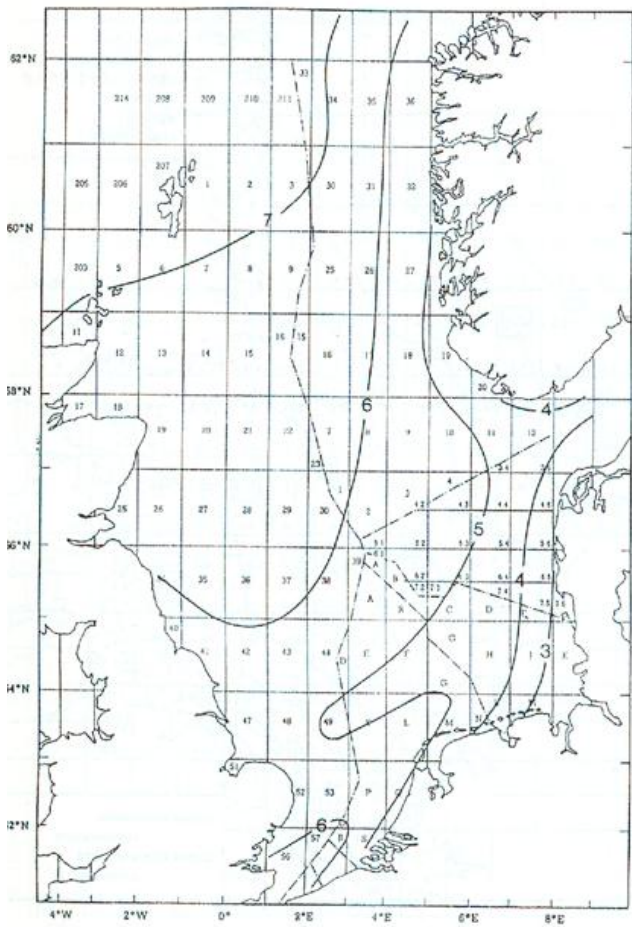
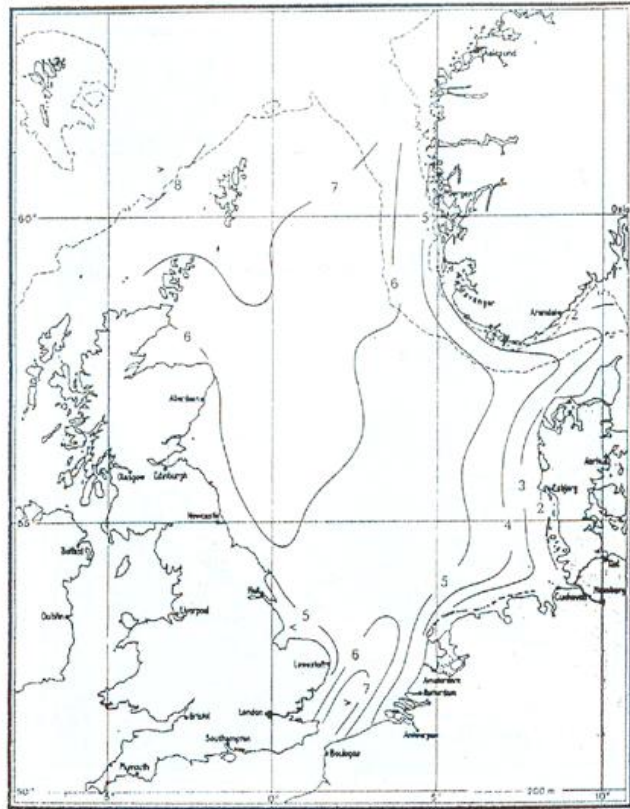
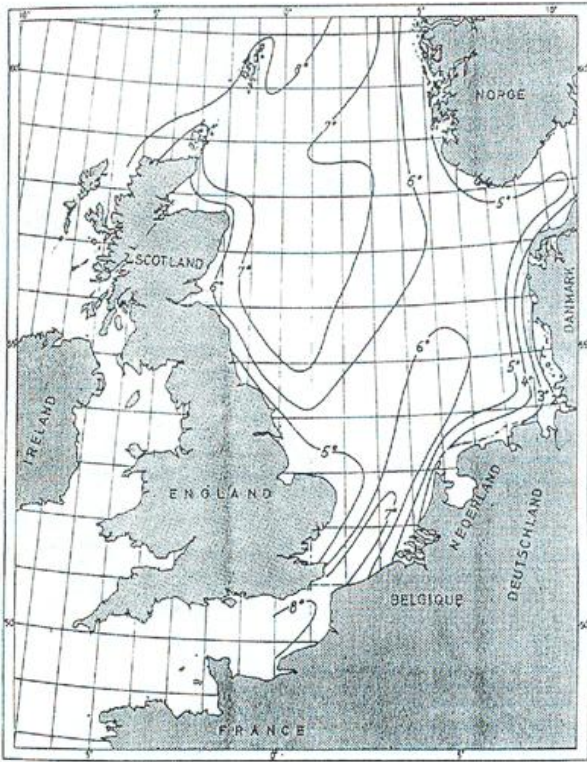


Abb.3a: Gegenüberstellung der mittleren Wasseroberflächentemperatur (°C) im Februar (Januar), sonst wie in Abb. 2a.

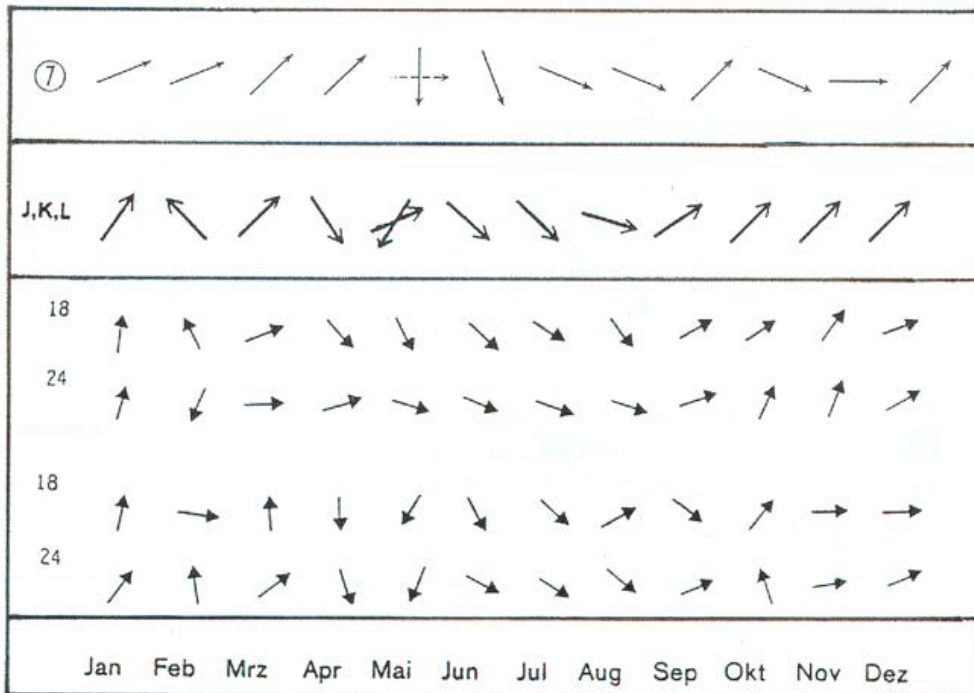


Abb.5a: Gegenüberstellung der mittleren, monatsweise vorherrschenden Windrichtung in Gebieten der südlichen Nordsee (siehe Text), von oben nach unten: Markgraf et al., BSH, Korevaar 1961 - 70 die oberen beiden Zeilen und 1971 - 80 die unteren beiden Zeilen.

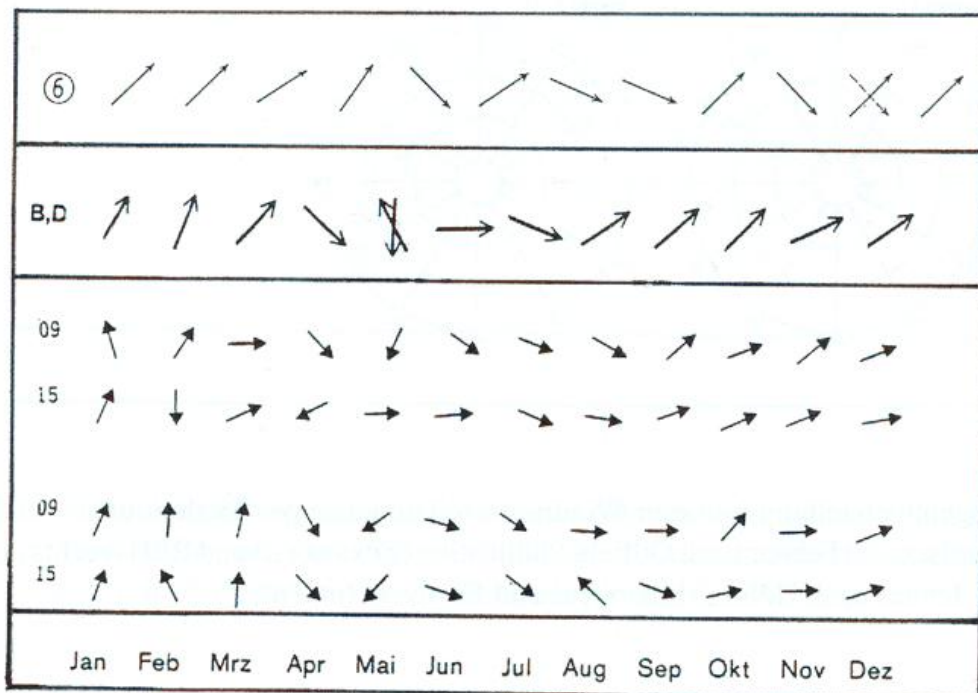


Abb.5b: Gegenüberstellung der mittleren, monatsweise vorherrschenden Windrichtung in Gebieten der mittleren Nordsee (siehe Text), sonst wie in Abb.5a.

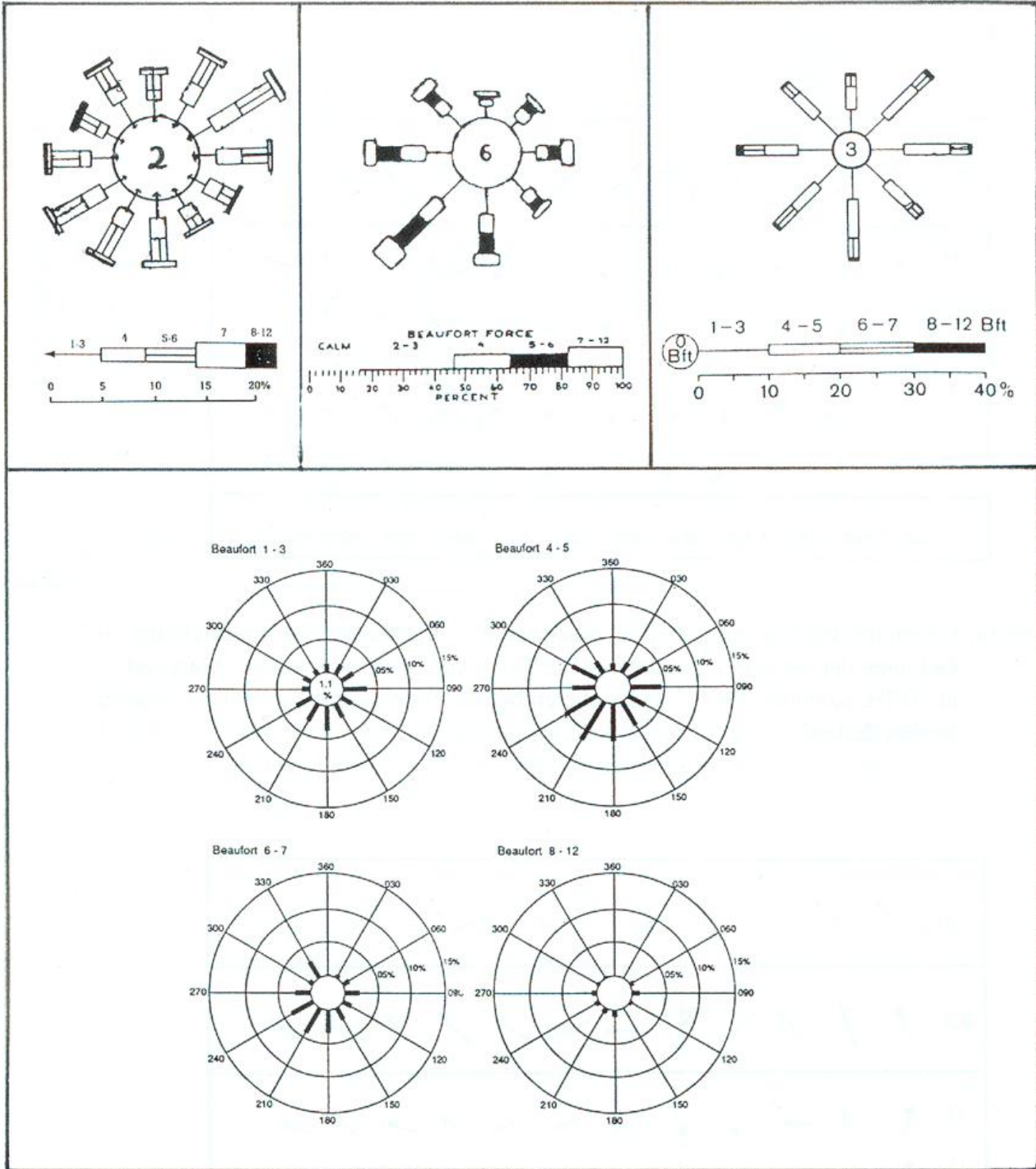


Abb.6a: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen mit zugehörigen Skalen für die südliche Nordsee: im Februar nach Oilfield Publication (links oben) und BSH (rechts oben), im Januar nach Höhn (Mitte oben) und Korevaar (unten).

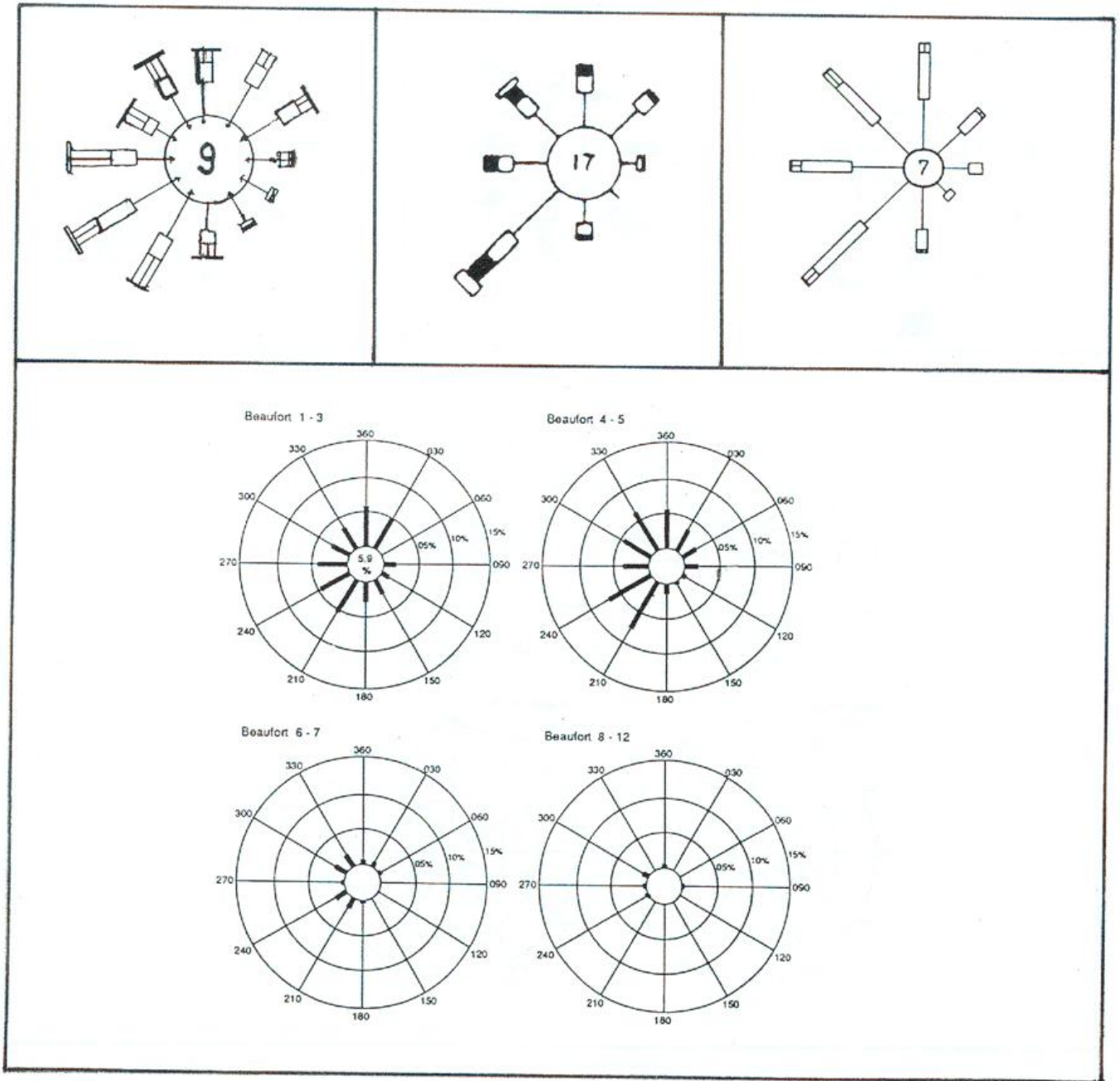


Abb.6b: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen (Skalen siehe Abb. 6a) für die südliche Nordsee im Juli nach Oilfield Publication (August, links oben), Höhn (Mitte oben), BSH (rechts oben) und Korevaar (unten).

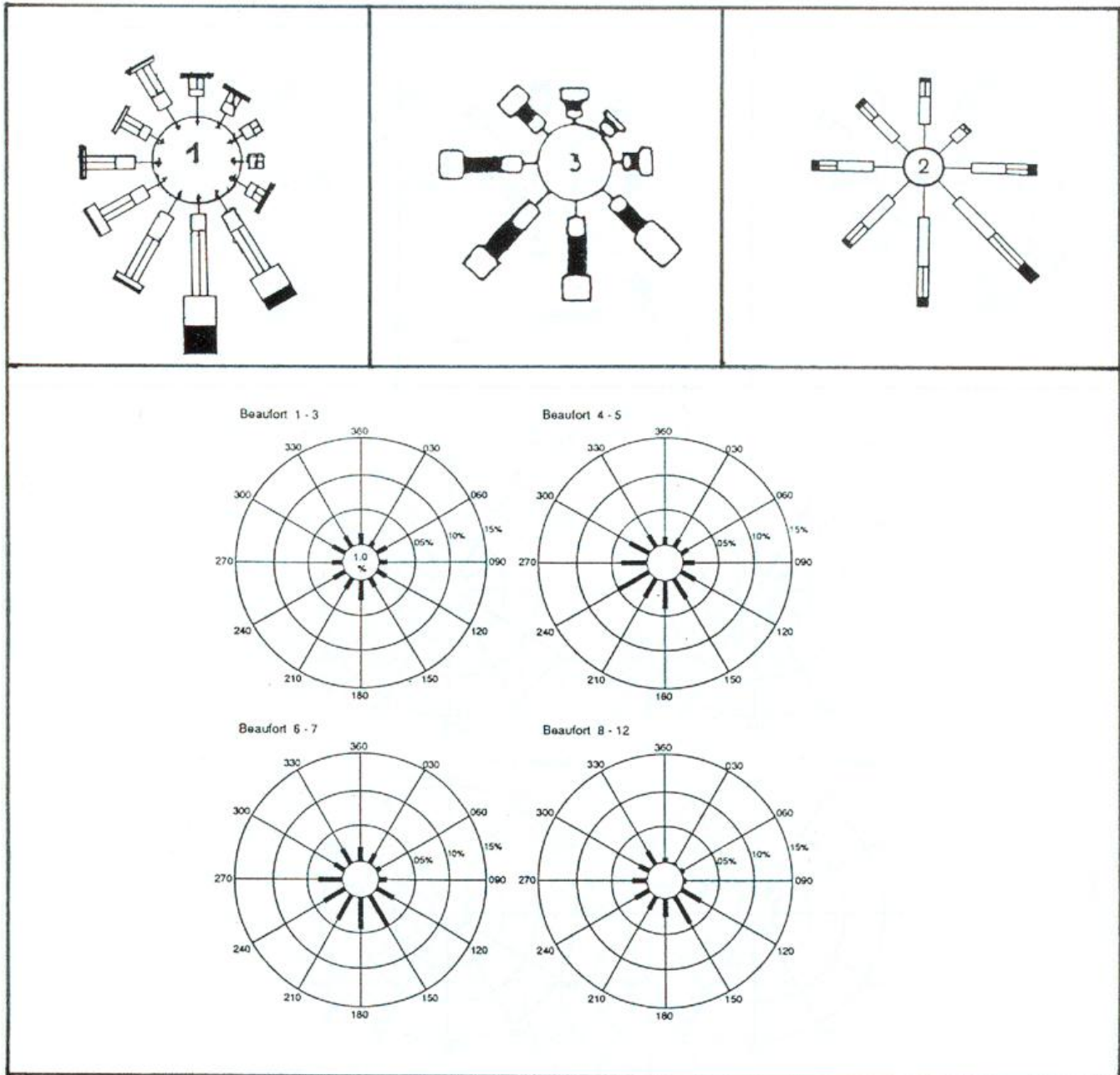


Abb.7a: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen (Skalen siehe Abb. 6a) für die nördliche Nordsee: im Februar nach Oilfield Publication (links oben) und BSH (rechts oben) im Januar nach Höhn (Mitte oben) und Korevaar (unten).

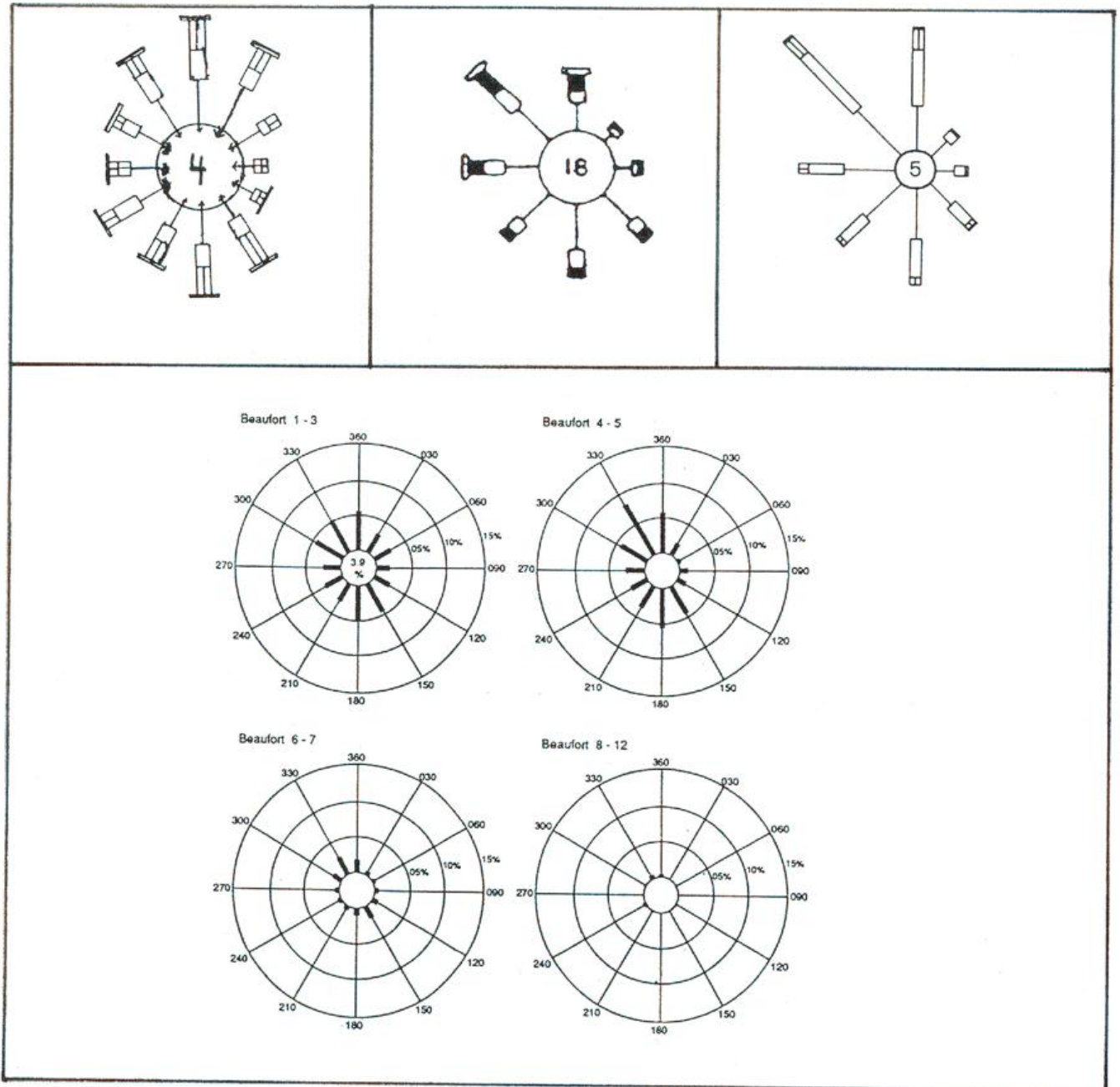


Abb.7b: Gegenüberstellung mittlerer Windrosen (Skalen siehe Abb. 6a) für die nördliche Nordsee im Juli nach Oilfield Publication (August, links oben), Höhn (Mitte oben), BSH (rechts oben) und Korevaar (unten)

