

OSLOFJORDEN OG DENS FORURENSNINGSPROBLEMER

I. Undersøkelsen 1962 - 1965

Delrapport nr. 20

**STRØMKORSUNDERSØKELSER I VESTFJORDEN**

Juni 1963

av

**Ola M. Johannessen**

Geofysisk Institutt,

Universitetet i Bergen

**OSLOFJORDPROSJEKTET**  
**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING**  
**BLINDERN**

OSLOFJORDEN OG DENS FORURENSNINGSPROBLEMER

I. Undersøkelsen 1962 - 1965

Delrapport nr. 20

**STRØMKORSUNDERSØKELSER I VESTFJORDEN**

Juni 1963

av

**Ola M. Johannessen**

Geofysisk Institutt,

Universitetet i Bergen

OSLOFJORDPROSJEKTET  
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet september 1965

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
ENGLISH SUMMARY	3
1. INNLEDNING	4
2. FORMÅL OG OPPLEGG	4
2.1. Strømkorsets utforming	4
2.2. Usikkerhet	5
2.3. Værforhold	5
2.4. Behandling av observasjonene	5
3. UTSLIPP I	6
3.1. Oppsummering	7
4. UTSLIPP II	7
4.1. Middelstrømmer	7
4.2. Oppsummering	8
5. BEMERKNINGER	8
6. KONKLUSJON	8

TABELLFORTEGNELSE:

1. Utslipp I. Middelhastigheten for strømkorsene mellom de forskjellige posisjoner
2. Utslipp II. Middelhastigheten for strømkorsene mellom de forskjellige posisjoner

FIGURFORTEGNELSE:

1. Vannstanden i Oslo havn og vinden på Fornebu
2. Utslipp I. Posisjonsbestemmelser for 1 m dyp
3. Utslipp I.           - " -           " 15 " "
4.     "    II.    Utdrag av observasjoner i 1 m dyp
5.     "    II.    "    "    - " -    i 5 " "
6.     "    II.    "    "    - " -    i 15 " "
7.     "    II.    Middelverdien av strømmen i 1 m dyp etter 12 timer
8.     "    II.    "    "    "    i 5 " "    " 12 "
9.     "    II.    "    "    "    i 15 " "    " 12 "
10.    "    II.    "    "    "    i 1 " "    " 25 "
11.    "    II.    "    "    "    i 5 " "    " 25 "
12.    "    II.    "    "    "    i 15 " "    " 25 "
13.    "    II.    "    "    "    i 1 " "    " 37 og 48 timer
14.    "    II.    "    "    "    i 5 " "    " 37 timer
15.    "    II.    "    "    "    i 5 " "    " 48 "
16.    "    II.    "    "    "    i 15 " "    " 37 og 48 timer

#### ENGLISH SUMMARY

It is important to know the current system of the Oslofjord for the investigation on several fields of NIVA's research program. In this report a current cross investigation has been carried out in one of the central basins of the fjord, Vestfjorden. The current crosses were dropped at several points on a line crossing the fjord. Fig. 1 shows the wind condition and the water level variation for the period. Figs. 2 and 3 show the positions of the current crosses for the first period and Figs. 4, 5 and 6 for the second period. The tide is eliminated and the other figures show the mean velocities for the current and the wind.

#### Conclusion

The current system does not show any regular horizontal circulation in the tidal period. The main motion is in north south direction. The surface layer movements are very dependant of the wind direction and force.

## 1. INNLEDNING

For de forskjellige fagområder som er representert i NIVA's forskningsprogram i Oslofjorden, er det viktig å kunne danne seg et bilde av strømforholdene i fjorden. I nærværende arbeid er det foretatt en undersøkelse av strømforholdene i Vestfjorden i dypene 1, 5 og 15 m med spesiell oppmerksomhet på overflate-laget (0 - 1,5 m). Feltarbeidet ble foretatt i slutten av juni 1963.

## 2. FORMÅL OG OPPLEGG

Hensikten med denne delundersøkelsen har vært å finne ut om strømforholdene i Vestfjorden har et karakteristisk sirkulasjonssystem, og i hvilken grad strømforholdene blir påvirket av vinden.

Til undersøkelsen ble det brukt strømkors. Det ble foretatt to utslipp (dagene 25/6 og 28/6) av henholdsvis 17 og 16 strømkors. Disse ble satt ut i forskjellige dropp-punkter langs en linje,  $59^{\circ} 47' N$  på tvers av fjorden. Måleperioden for hvert av utslippene var ca. 3 døgn. Forskningsbåten "H.H. Gran" og en hurtiggående 16" passbåt deltok i undersøkelsen. (Passbåten bare under utslipp I). Strømkorsene ble peilet med skipskompass. Radaren ombord i "H.H. Gran" var til god hjelp når strømkorsene skulle letes opp. Korsene var til dels vanskelige å finne igjen, spesielt ved det første utslippet. Tap av strømkorsene var på ca. 60 % for hele undersøkelsen, hvilket delvis må tilskrives en svakhet i korsenes wirefeste og delvis at de ble plukket opp av uvedkommende.

### 2.1. Strømkorsets utforming

Platene som korset var satt sammen av, var av aluminium, hadde rektangulær form, og målene var 1 m x 0,67 m. En blyvekt på 2 kg var festet under korset for å stabilisere dette i vannet. Overflatebøyen var av skumplast med oppdrift 8 kg. I bøyen var det boret et hull, i hvilket det var satt inn et tynt aluminiumsrør. Dette var klinket over en aluminiumsplate som dannet toppen av overflatebøyen. Markeringsstangen av bambus var stukket ned i aluminiumsrøret. Flagget var av tynt aluminium som var malt oransje med svart nummer. Det ble brukt tynt wire, 2 mm, som forbindelse mellom overflatebøyen og strømkorset.

## 2.2. Usikkerhet

Strømkorsmålinger kan gi feilaktig opplysning om strømmens styrke og retning på grunn av:

- 1) Feil ved posisjonsbestemmelsene av strømkorset.
- 2) Forstyrrende effekter av vind og strøm på overflatebøyn og wiren til strømkorset.

Punkt 1) Med hvilken grad av nøyaktighet peilingene kan foretas er bestemt av: Observatørens ferdighet, størrelsen av båten, plasseringen av kompasset, værforholdene, beliggenheten av peilepunktene osv. Fra en del posisjonsbestemmelser i denne undersøkelsen, og fra en strømkorsundersøkelse sør for Drøbak hvor det ble benyttet tre punkter under peilingene, kunne man grovt anslå en midlere feil i posisjonsbestemmelsen på ca.  $\pm 150$  m i alle retninger. Det presiseres at dette er et grovt anslag og at det kan forekomme større og mindre feil.

Punkt 2) Hvilke tilleggshastigheter strømkorset kan få fordi overflatebøynene blir påvirket av vind, strøm og bølger, er det vanskelig å uttale seg om. Det er her mange faktorer som virker inn, bl.a. vindens styrke og retning, bølgenes høyde, hvilke dyp korset er plassert i, styrke og retning av den observerte strøm i dypet i forhold til overflatestrømmen, korsets størrelse i forhold til overflatebøyn osv. Det er utført få sammenlikninger mellom strømkorsobservasjoner og direkte strømmålinger under forskjellig vind og strømforhold, og det er derfor vanskelig å angi feilgrenser eller under hvilke vind- og strømforhold en strømundersøkelse gir korrekte resultater.

## 2.3. Værforhold

Fig. 1 viser vannstanden i Oslo havn og vinden på Fornebu. Vinden målt på Fornebu antas å være representativ for vinden i Vestfjordområdet. Den kraftige opptrukne kurve angir middelvannstanden. Tidevannet er eliminert ved å beregne 25 timers glidende midler. Middelvindstyrken i måleperiode 1 og 2 var henholdsvis 2,5 og 1,4 m/sek.

## 2.4. Behandling av observasjonene

Det første utslippet er ikke behandlet i detalj på grunn av for mye vind og sjø i måleperioden. Vinden har antakelig gitt korsene en tilleggshastighet, slik

at de beregnede middelstrømmer ikke er realistiske. Dessuten kan man regne med at peilingene er beheftet med relativt store feil fordi det i store deler av måleperioden var høy sjø. For fremstilling av utslipp I er det valgt å plote opp posisjonene på kart over Vestfjorden for de korsene man har flest posisjonsbestemmelser for. De inntegnede linjene mellom posisjonene er ikke korsets virkelige bevegelser, men er inntegnet for å lette tolkningen av observasjonene.

Måleperioden for utslipp II var begünstiget med mindre vind og sjø og gir derfor en mer reell fremstilling av strømforholdene enn utslipp I. Ved å beregne middelerverdier for korsenes driftslengder etter henholdsvis 12,5, 25, 37,5 og 50 timer får man eliminert tidevannet fordi den halvdaglige tidevannsbølgen er dominerende. Mange av tidspunktene for posisjonsbestemmelsene gjorde det vanskelig å beregne de nevnte middelerverdier, men disse ble beregnet selv om det skilte +/- 1 time. Middelerverdiene for de forskjellige strømkorsene ble, der hvor det lot seg gjøre, referert til samme begynnelsestidspunkt, eller til et tidspunkt like i nærheten.

Vinden er dekomponert i nord-sør og øst-vest retning, middelvind og styrke er beregnet for hver 12. time og for 12, 24, 26 og 48 timer. Vindhastighetene er fremstilt i et vektordiagram.

### 3. UTSLIPP I

Det ble satt ut 17 strømkors i 10 dropp-punkter tvers over Vestfjorden. Peilinger og koding av korsene er ført opp i tabeller. Ved utsettelsen var vindstyrken 3 m/sek, men økte til 7 m/sek etter et par timer. Retningen var fra sør. Fig. 2 og 3 viser et utdrag av posisjonsbestemmelsene for 1 og 15 m. Nederst på figuren er middelvinden for hver 12. time angitt med vektorer. Tabell 1 gir middelhastigheten for strømkorsene mellom de forskjellige posisjonene. Korsene beveget seg innover for alle dypene med størst hastighet midt i fjorden. Ved midnatt var retningen for vinden mot SW, og for den 26/6 var middelvindstyrken på litt over 3 m/sek. Strømkorsene viste en vestlig bevegelse. Senere gikk vinden over på ØSØ, og spesielt kors 23 beveget seg østover. I journalen er det bemerket at flagget til kors 23 så ut til å virke som et seil, og man har her et tydelig eksempel på at overflatebøynen ble påvirket av vinden. Ingen strømkors ble observert sør for utslippslinjen.

### 3.1. Oppsummering

Strømforholdene, spesielt i overflatelaget, så ut til å være meget avhengig av vinden, selv når man tar i betraktning at observasjonene er beheftet med feil på grunn av relativt sterk vind og stor sjø.

## 4. UTSLIPP II

I dette utslippet ble det satt ut 16 strømkors i 9 dropp-punkter på tvers av Vestfjorden. Værforholdene var meget bedre enn under utslipp I, med moderat vind og sjø. Posisjonsbestemmelsene og koding av korsene er ført opp i tabeller. Fig. 4, 5 og 6 viser et utdrag av observasjonene, og tabell 2 gir middelhastighetene mellom de forskjellige posisjonene. I begynnelsen av måleperioden ble posisjonsbestemmelsene gjort relativt tett, slik at man til dels kunne følge korsenes virkelige bevegelse. Den største bevegelsen foregikk i nord-sør retning, men også store bevegelser i øst-vest retning ble observert. Ved å sammenlikne strømkorsobservasjonene med tidevannskurven for Oslo havn ser man tydelig at korsene beveget seg med tidevannsstrømmen. Lavvann i Oslo inntraff ca. kl. 18, og vannstanden var stigende frem til midnatt. Korsene 34 og 35 i 1 m beveget seg innover i fjorden, og ved midnatt begynte en utgående bevegelse. Kors 43 avvek litt fra dette, idet det hadde en utgående bevegelse allerede før midnatt. I tillegg til bevegelsen inn og ut fjorden hadde korsene en bevegelse mot vest, og hvis man ser på vindvektorene 2, 3 og 4 hadde disse vestlige komponenter. Korsene i 5 og 15 m viste liknende bevegelser, men ikke med så store forflytninger. I slutten av måleperioden var vindvektorene rettet innover, og ved avslutningen av observasjonene lå alle korsene nord for utslippslinjen.

### 4.1. Middelstrømmer

Fig. 7 - 16 viser middelveidien av strømmen etter ca. 12, 25, 37 og 48 timer. Man kan regne med at det meste av tidevannet var eliminert. Som nevnt tidligere var det vanskelig å finne akkurat 12,5 timer mellom de forskjellige posisjonsbestemmelser, og derfor kan man ha fått noe av tidevannsbevegelsen med i middelveidene. Ved fremstillingen er det brukt vektorer. Bevegelsen starter fra det punkt vektoren begynte, og retningen er mot den posisjonen som korset hadde ca. 12 timer senere (henholdsvis 25, 37 og 50 timer senere).

Begynnelsetidspunktene som middelveidien ble regnet fra, var ikke de samme, og dette må man ta i betraktning ved analysen av resultatene. Middelstrømmen



for 1 m var rettet utover, men hadde en vestlig komponent. Ved sammenlikning med vinden ser man at denne var rettet utover, men med større verdi for den vestlige komponenten enn strømmene. Det samme gjaldt middelvinden 12 timer før.

Observasjonene fra 5 og 15 m er få og viser ikke det samme systematiske bilde som 1 m. Kors 39 og 2 hadde samme retning som 1 m, men kors 17 og 42 avvek fra dette.

Middelverdier etter 25 timer gav strøm ut i midtre og østre del, men inn for vestre side av fjorden. Det samme viste 5 m. Vinden hadde retning mot NNW. Det ser ut til at vinden snudde strømmen på vestsiden av fjorden.

Etter 37 og 48 - 50 timer viste alle korsene, bortsett fra to kors i 5 m, samme retning som middelvinden.

#### 4.2. Oppsummering

I måleperioden for utslipp II varierte den midlere vannstand lite, og det var moderate sjø- og vindforhold. Det så ikke ut til å være et systematisk sirkulasjonssystem som gjentok seg i hver tidevannsperiode. Overflatelaget reagerte relativt hurtig på vindens styrke og retning.

#### 5. BEMERKNINGER

Området som undersøkelsene ble foretatt i, er stort. I og med at korsene spredte seg hurtig, var de vanskelige å lete opp igjen. Dette førte til at det gikk lang tid mellom observasjonene av samme kors, og det ble vanskelig å danne seg et riktig bilde av strømforholdene.

#### 6. KONKLUSJON

Overflatelagets bevegelser viste ikke et systematisk horisontalt sirkulasjonssystem som gjentok seg i hver tidevannsperiode. De største bevegelser hadde man i nord-sør retning. Overflatelaget reagerte hurtig på vindens retning og styrke.

TABELL 1.

Kors nr.	Dyp m	Dato	Peilinger kl.	Strøm cm/sek	Kors nr.	Dyp m	Dato	Peilinger kl.	Strøm cm/sek
22	1	25/6	1032	70,8	9	1	25/6	1048	22,2
"	"	"	1102	14,6	"	"	"	1148	10,1
"	"	"	1613	10,6	"	"	"	1420	28,9
"	"	"	2045	4,0	"	"	"	2005	
"	"	26/6	1208	11,0					
"	"	"	1645	9,5	17	5	"	1036	83,3
"	"	"	1820	6,0	"	"	"	1111	
"	"	27/6	1101						
					26	5	"	1040	78,7
31	1	25/6	1038	69,9	"	"	"	1125	22,1
"	"	"	1121	26,3	"	"	"	1444	133,3
"	"	"	1455	22,7	"	"	"	1449	
"	"	"	2020	3,4					
"	"	26/6	0800	0,6	2	5	"	1044	62,5
"	"	27/6	1900		"	"	"	1138	19,1
					"	"	"	1437	45,1
23	1	25/6	1042	81,6	"	"	26/6	1704	1,2
"	"	"	1129	32,3	"	"	27/6	1030	3,4
"	"	"	1508	17,6	"	"	"	1850	0,6
"	"	"	2025	8,2	"	"	29/6	1635	
"	"	26/6	1200	22,9					
"	"	"	1700	2,6	8	15	25/6	1032	43,3
"	"	27/6	0935	11,1	"	"	"	1057	4,7
"	"	"	1815	2,9	"	"	26/6	1133	
"	"	"	0805						
					36	"	25/6	1036	53,1
					"	"	"	1116	7,9
					"	"	"	1427	

TABELL 2.

Kors nr.	Dyp m	Dato	Peilinger kl.	Strøm cm/sek	Kors nr.	Dyp m	Dato	Peilinger kl.	Strøm cm/sek
43	1	28/6	1950	56,3	34	1	28/6	2002	17,3
"	"	"	2118	39,6	"	"	"	2200	18,5
"	"	"	2259	2,5	"	"	29/6	0004	11,6
"	"	29/6	0135	10,0	"	"	"	0303	20,0
"	"	"	0358	21,0	"	"	"	0531	5,7
"	"	"	0655	42,9	"	"	"	1235	8,6
"	"	"	1426	3,9	"	"	"	2336	5,1
"	"	"	2000	16,5	"	"	30/6	0610	6,5
"	"	30/6	0158	24,4	"	"	"	1027	10,7
"	"	"	0542	27,3	"	"	"	1708	4,1
"	"	"	0847	10,1	"	"	1/7	1003	
"	"	"	1043	19,0					
"	"	"	1740	29,3	2	5	28/6	1952	3,9
"	"	"	1904	11,7	"	"	"	2127	12,03
"	"	1/7	0815		"	"	"	2315	4,36
					"	"	29/6	0405	19,5
40	1	28/6	1958	11,5	"	"	"	0700	2,9
"	"	"	2150	15,0	"	"	"	1417	9,7
"	"	29/6	0053	11,7	"	"	"	1925	10,3
"	"	"	0322	28,8	"	"	30/6	0523	19,0
"	"	"	0515	10,6	"	"	"	1100	5,8
"	"	"	1515	4,0	"	"	1/7	0550	5,8
"	"	"	1905	4,9	"	"	"	1645	
"	"	30/6	0221	13,5					
"	"	"	0504	8,6	39	5	28/6	1956	6,2
"	"	"	2014	19,3	"	"	"	2137	2,2
"	"	1/7	0335	10,9	"	"	29/6	0107	7,9
"	"	"	1217		"	"	"	0330	21,2
					"	"	"	0633	11,2
					"	"	"	1433	7,3
					"	"	30/6	0209	14,9
					"	"	"	0516	11,9
					"	"	"	1106	13,1
					"	"	"	2030	1,9
					"	"	1/7	0608	5,7
					"	"	"	1638	

(forts.)

TABELL 2 (forts.)

Kors nr.	Dyp m	Dato	Peilinger kl.	Strøm cm/sek	Kors nr.	Dyp m	Dato	Peilinger kl.	Strøm cm/sek
42	5	28/6	2004	13,4	12	15	28/6	2004	10,6
"	"	"	2208	17,9	"	"	"	2206	1,9
"	"	29/6	0030	13,0	"	"	29/6	0040	3,6
"	"	"	0258	7,2	"	"	"	0311	4,0
"	"	"	0540	3,5	"	"	"	0528	1,7
"	"	"	1350	3,6	"	"	"	1339	4,5
"	"	30/6	0017	5,9	"	"	30/6	0040	3,1
"	"	"	0732	18,0	"	"	"	0831	3,2
"	"	"	1033		"	"	"	1043	3,2
					"	"	"	1940	1,8
26	15	28/6	1952	19,4	"	"	1/7	0513	4,5
"	"	"	2122	28,6	"	"	"	1322	
"	"	"	2304	5,8					
"	"	"	2327	4,4					
"	"	29/6	0410	2,9					
"	"	"	0605	1,9					
"	"	29/6	1359	6,4					
"	"	"	2309	5,2					
"	"	30/6	0607	1,3					
"	"	"	1023	5,2					
"	"	"	1750						
23	15	28/6	1956	20,3					
"	"	"	2145	7,8					
"	"	29/6	0115	13,7					
"	"	"	0341	14,4					
"	"	"	0617	4,8					
"	"	"	1410	5,8					
"	"	"	2242	3,9					
"	"	30/6	0152	9,9					
"	"	"	0548	1,1					
"	"	"	0856	18,5					
"	"	"	1008	8,7					
"	"	"	1815	9,6					
"	"	1/7	0030	0,6					
"	"	"	0445	2,7					
"	"	"	1207						

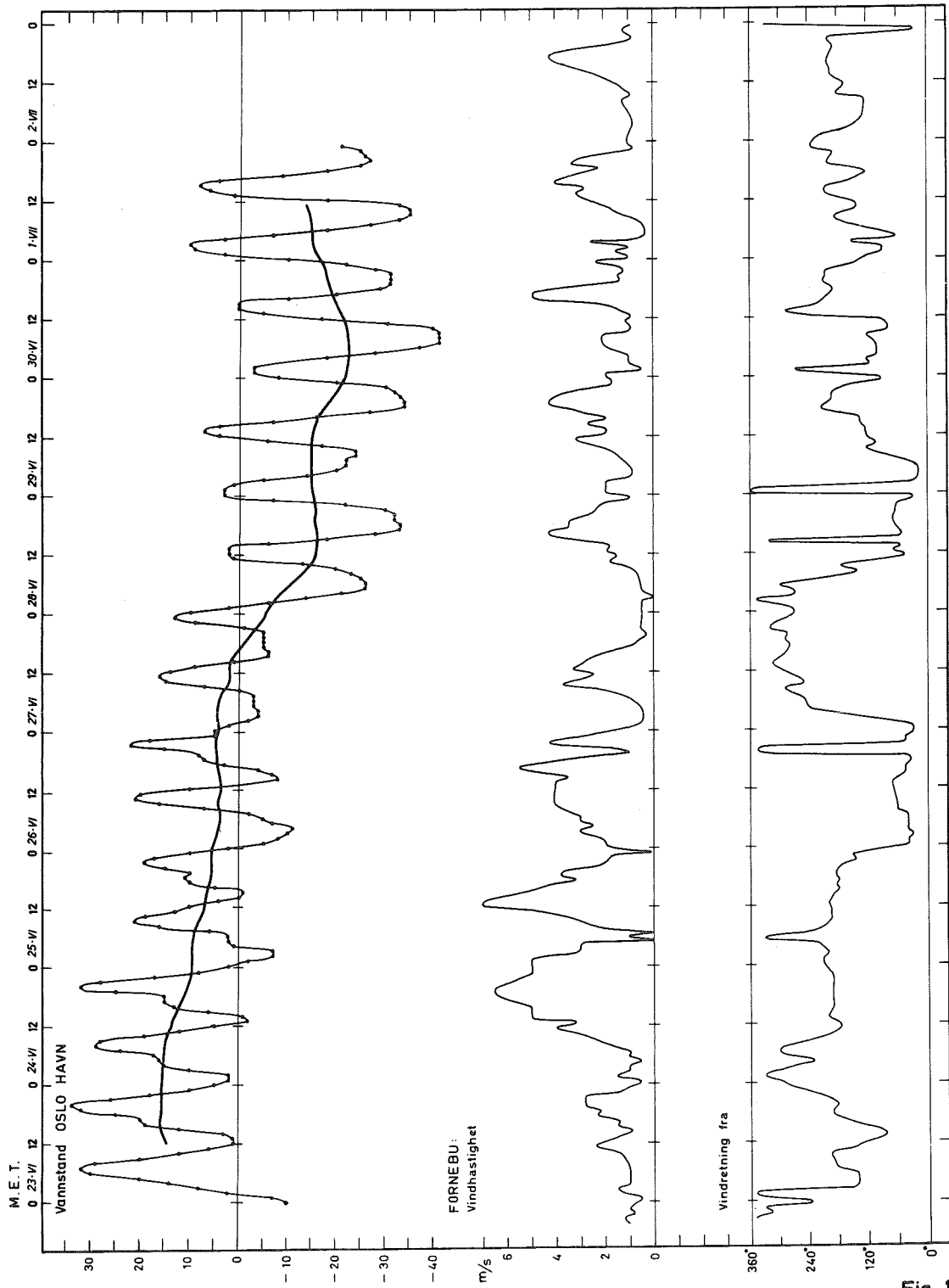


Fig. 1

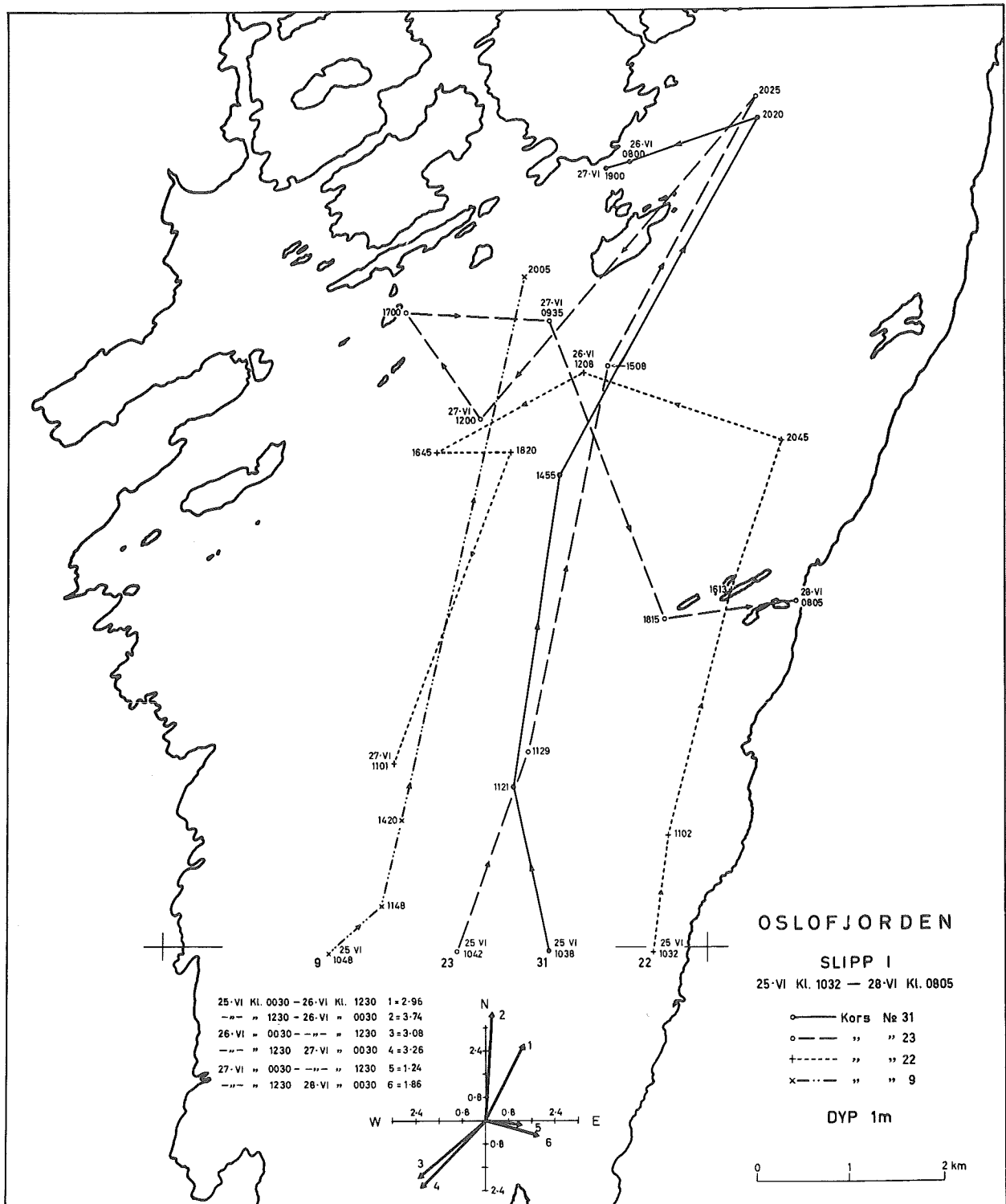


Fig.2

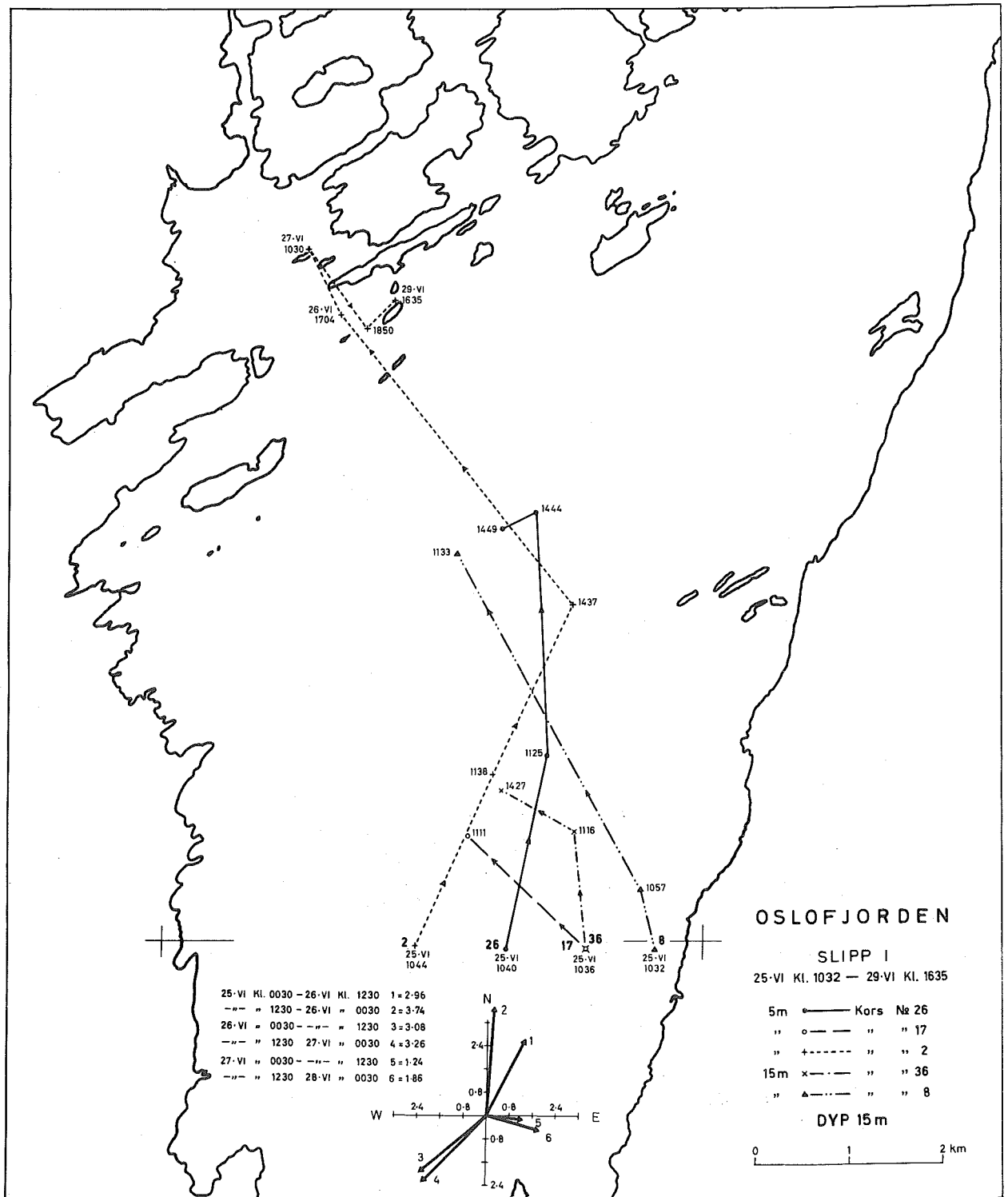


Fig. 3

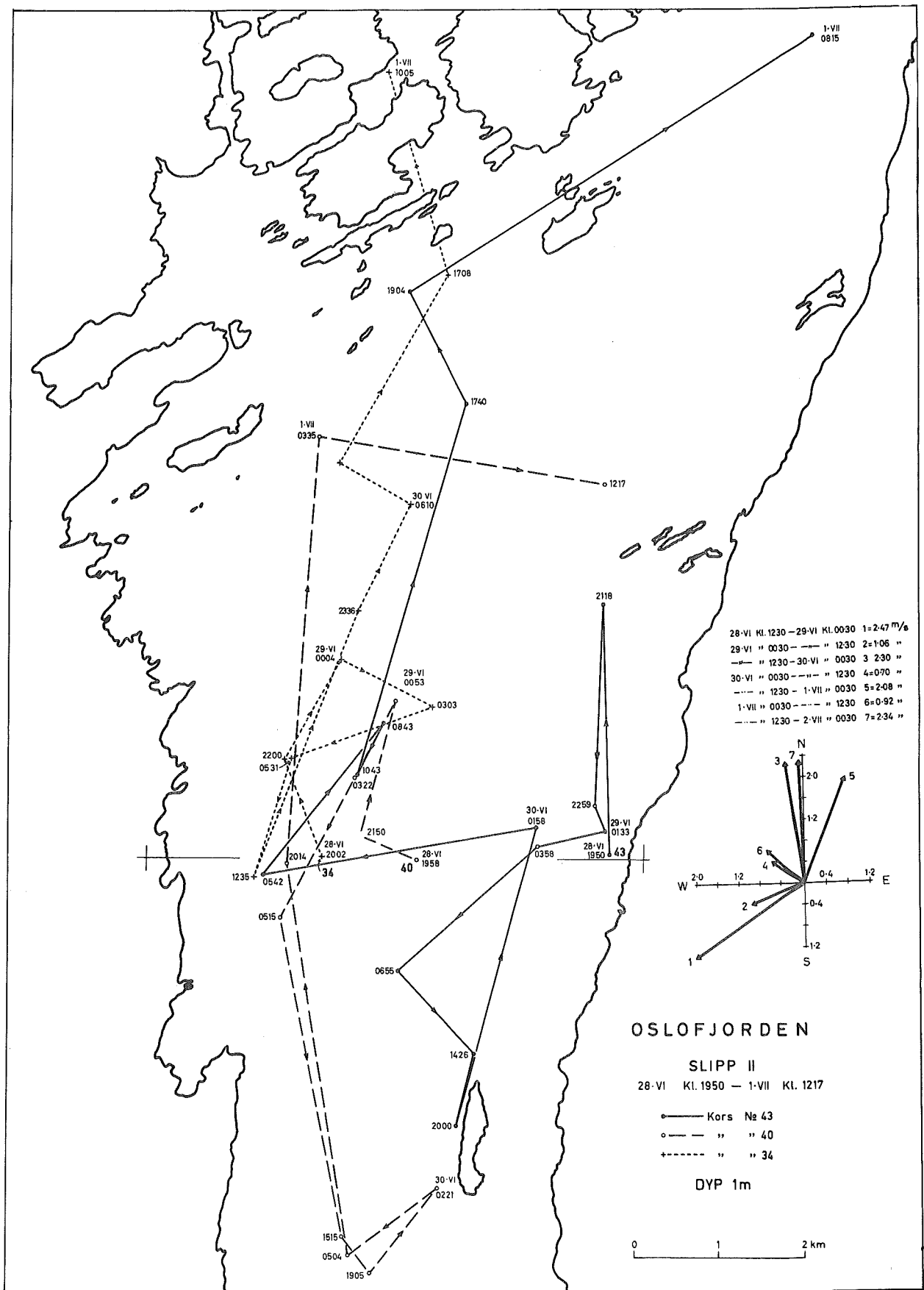


Fig. 4



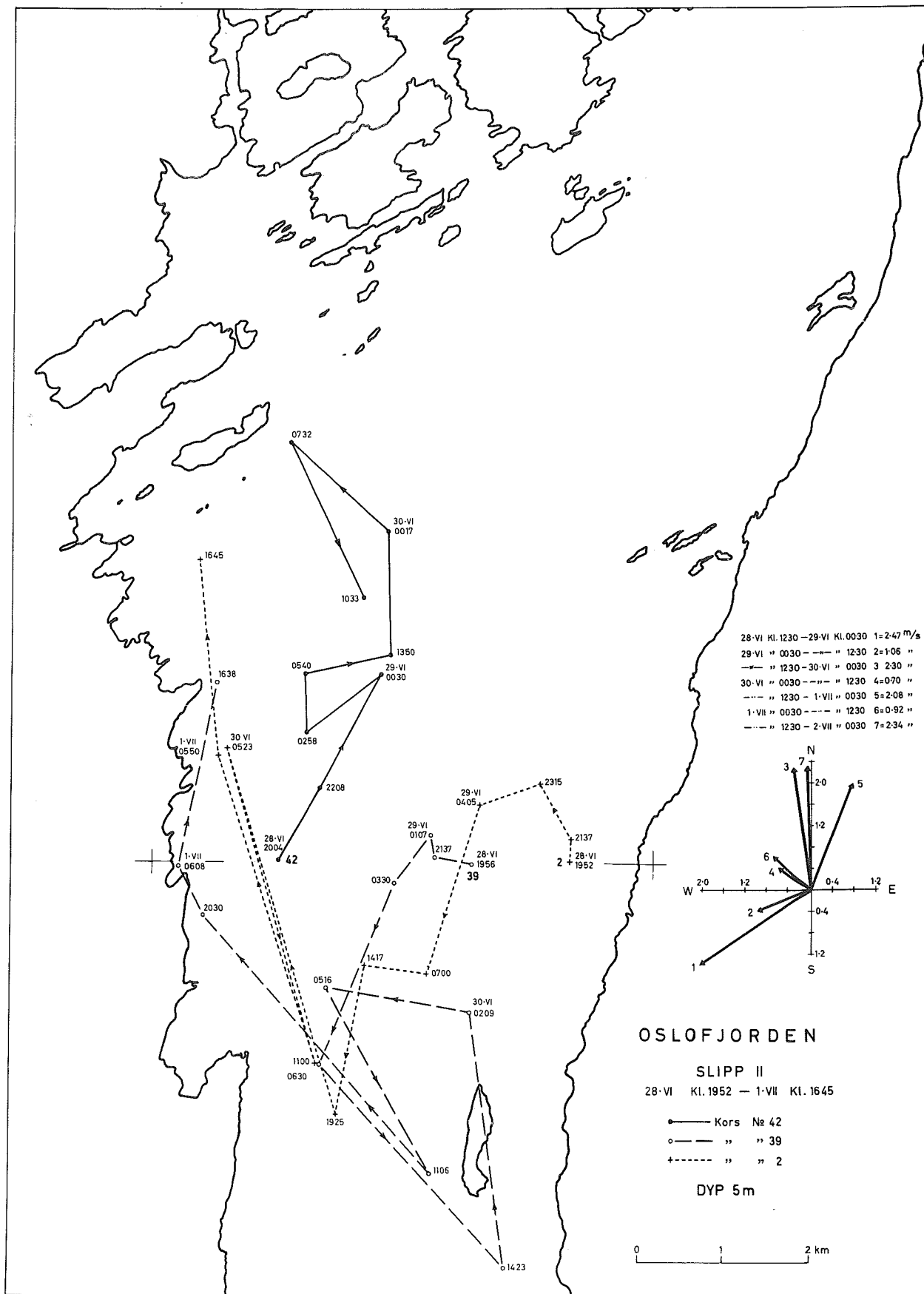


Fig.5

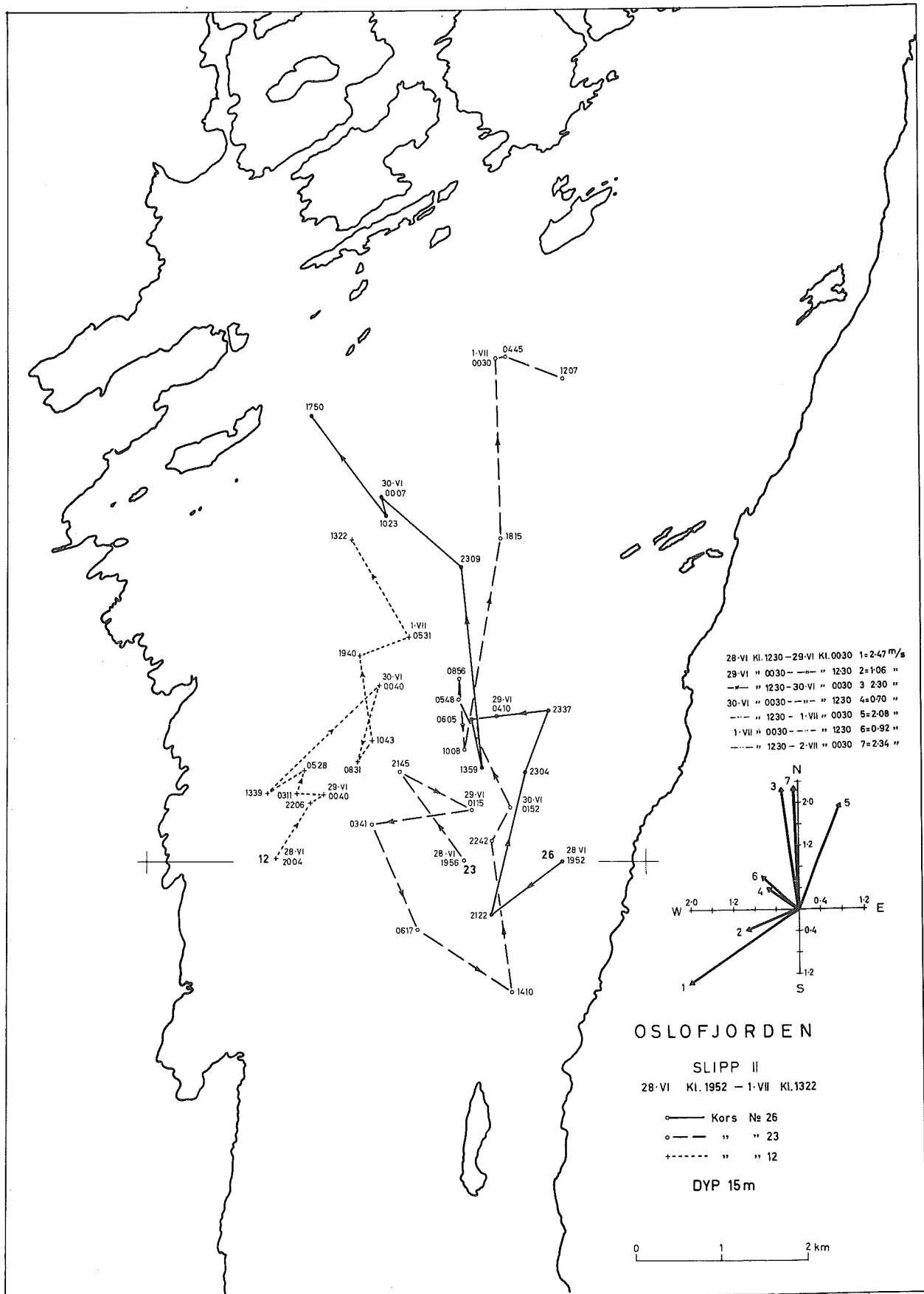


Fig. 6

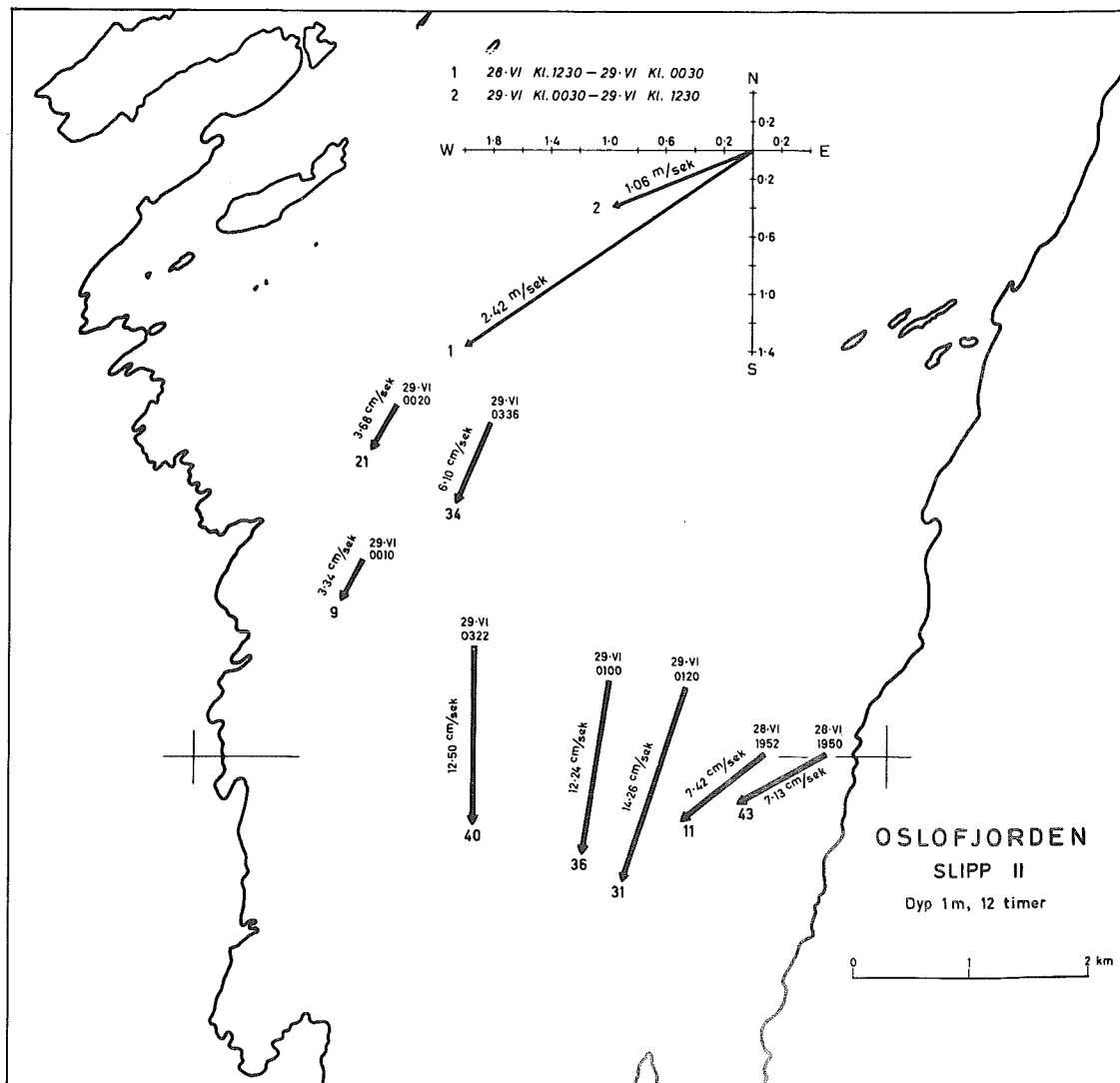


Fig. 7

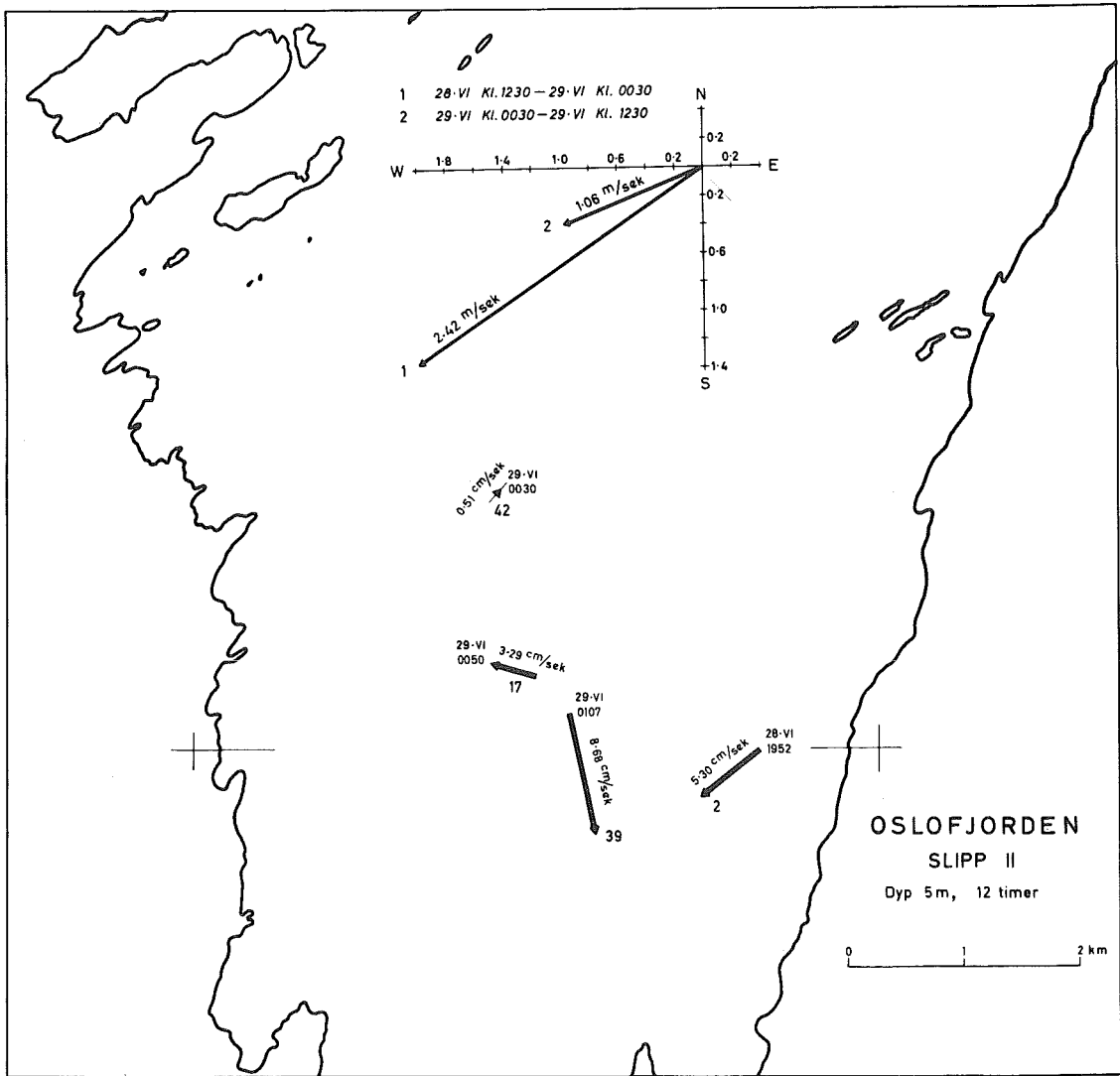


Fig. 8

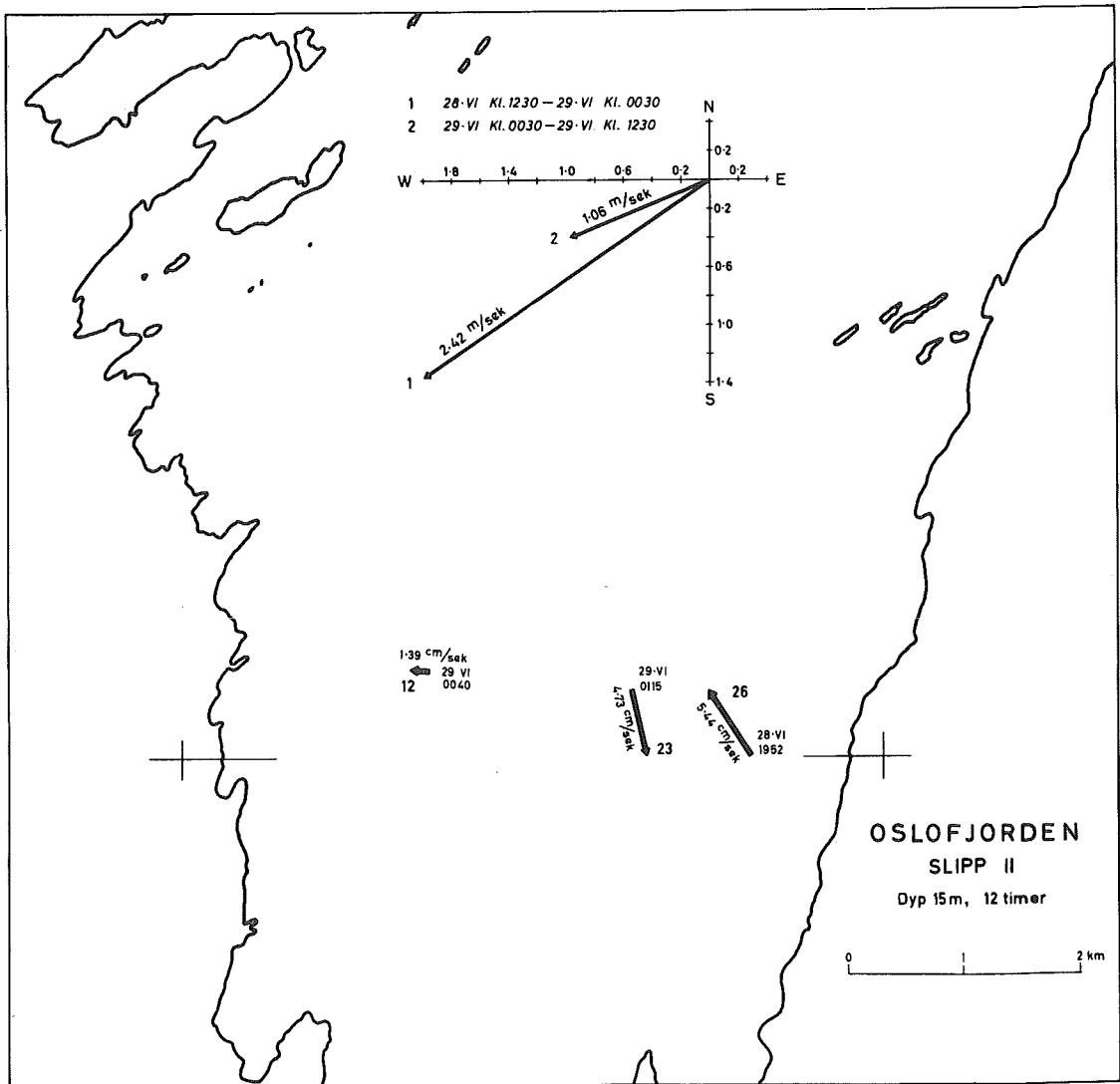


Fig. 9

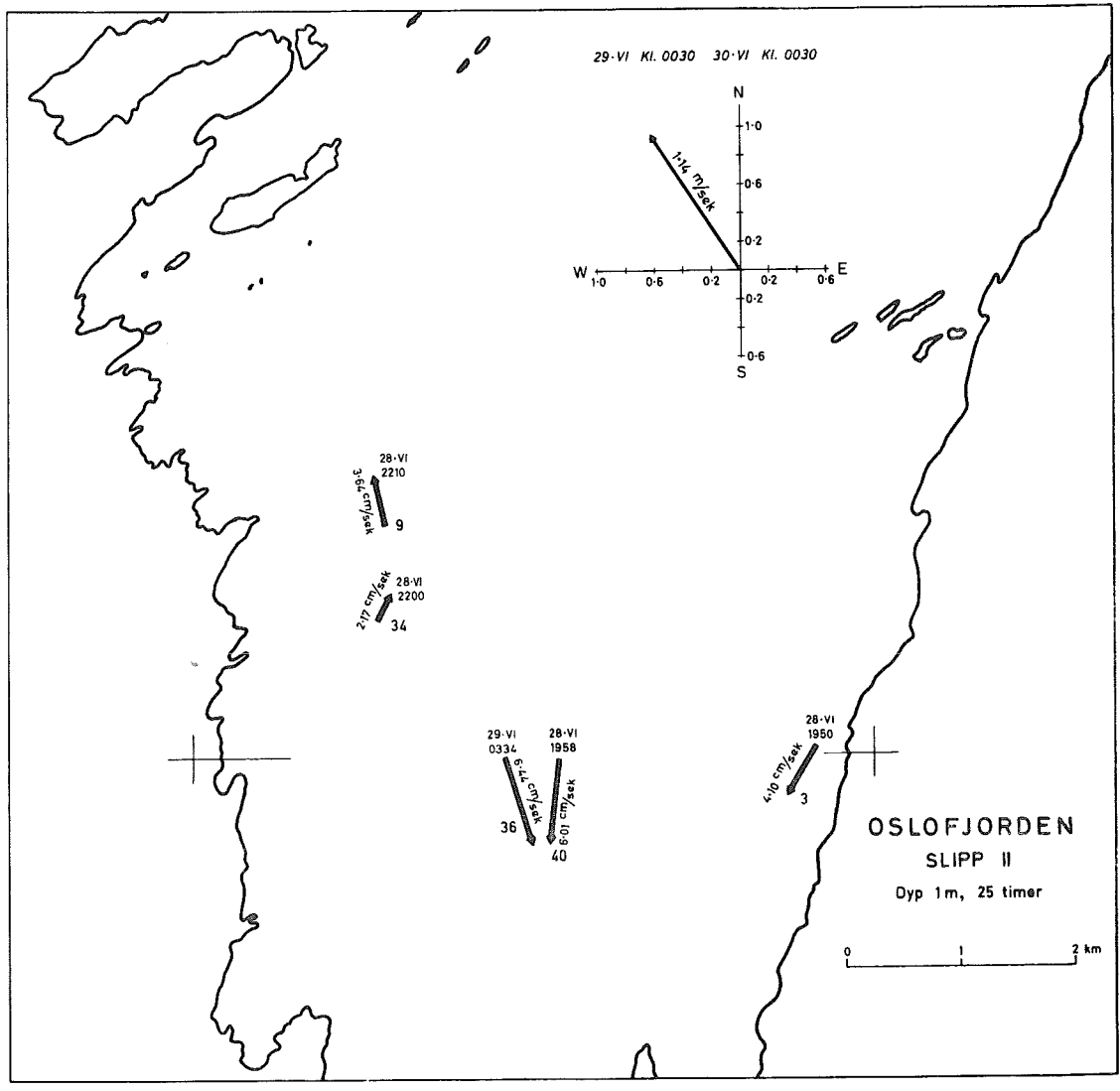


Fig.10

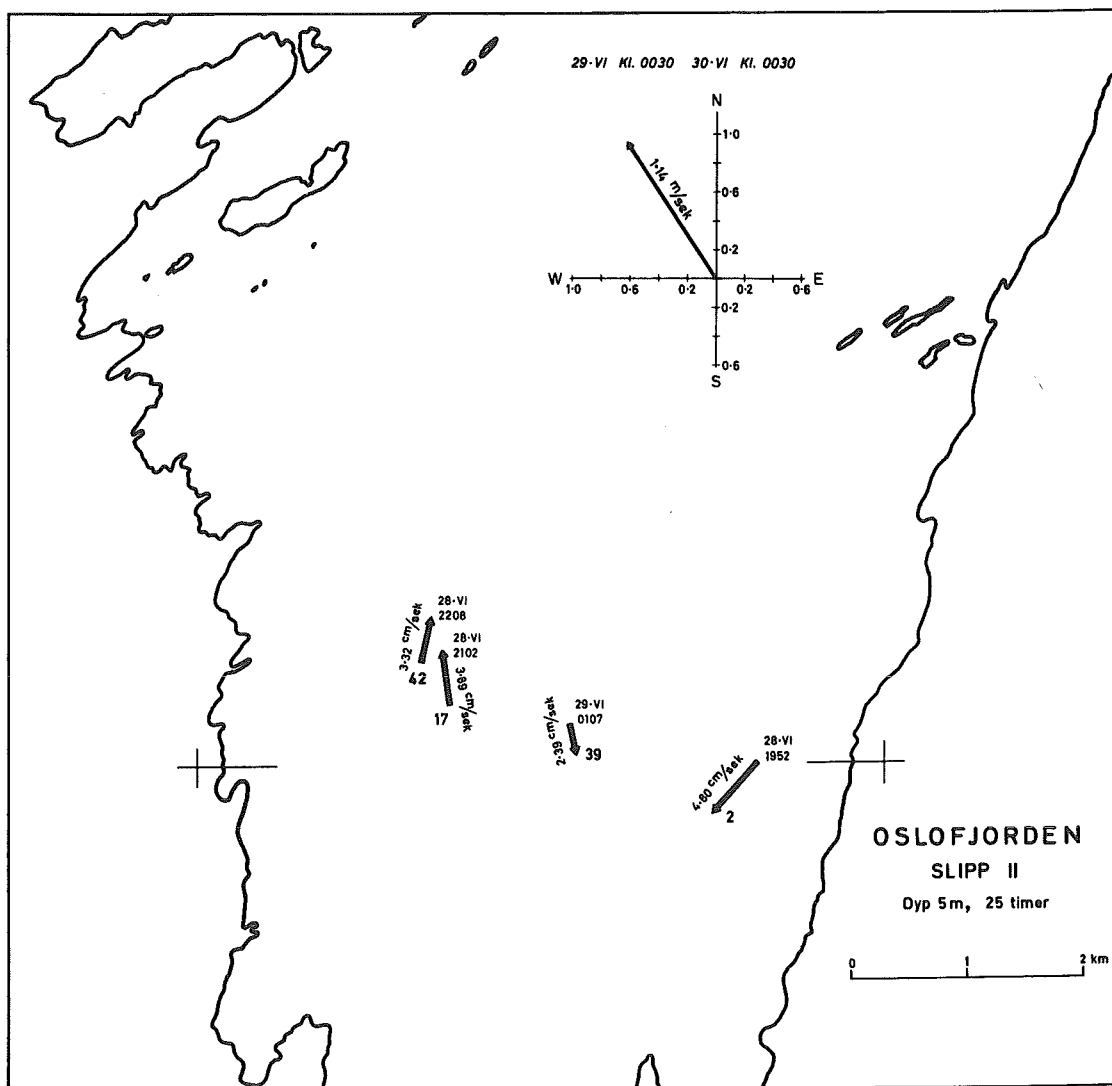


Fig.11

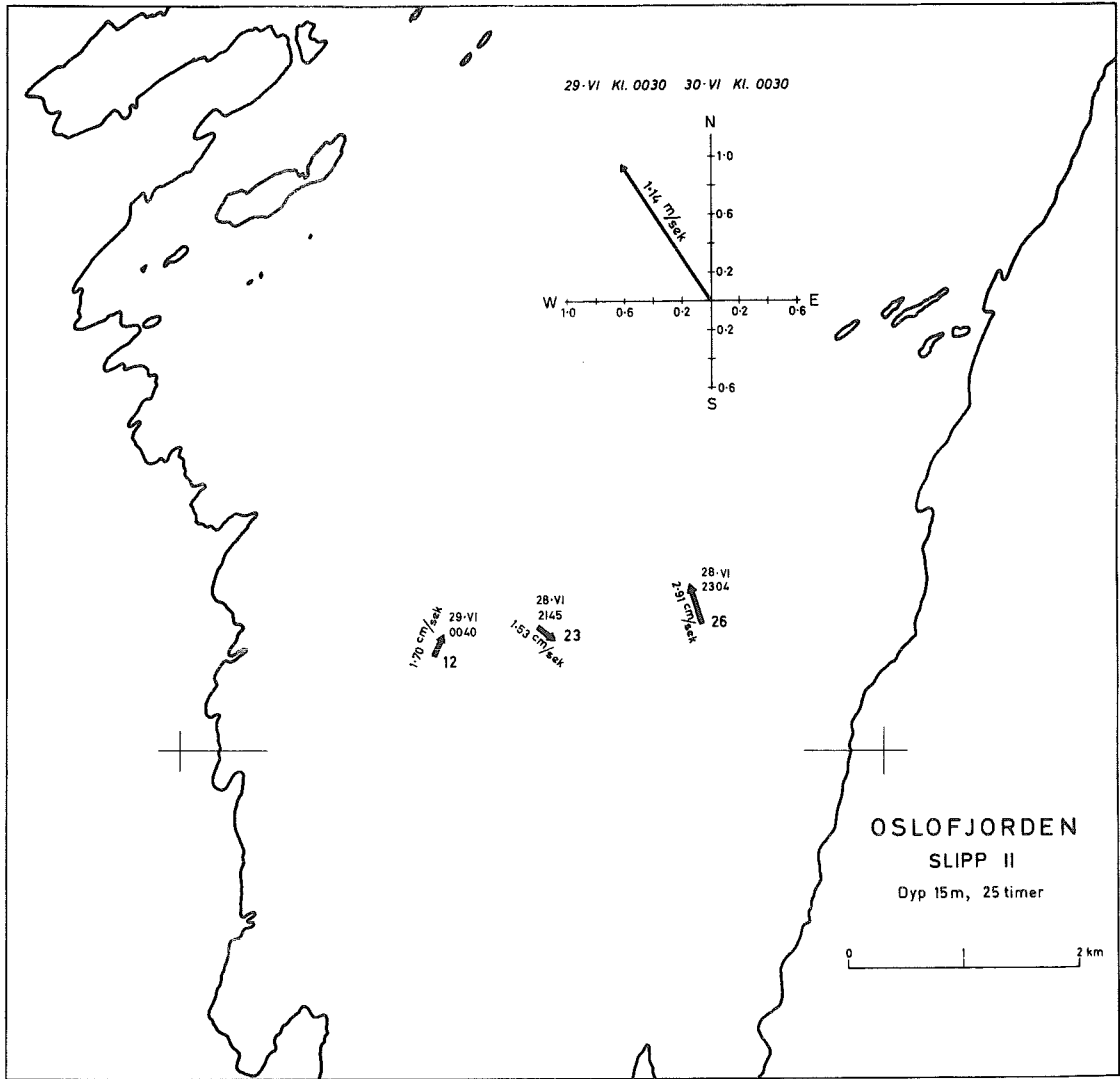


Fig. 12



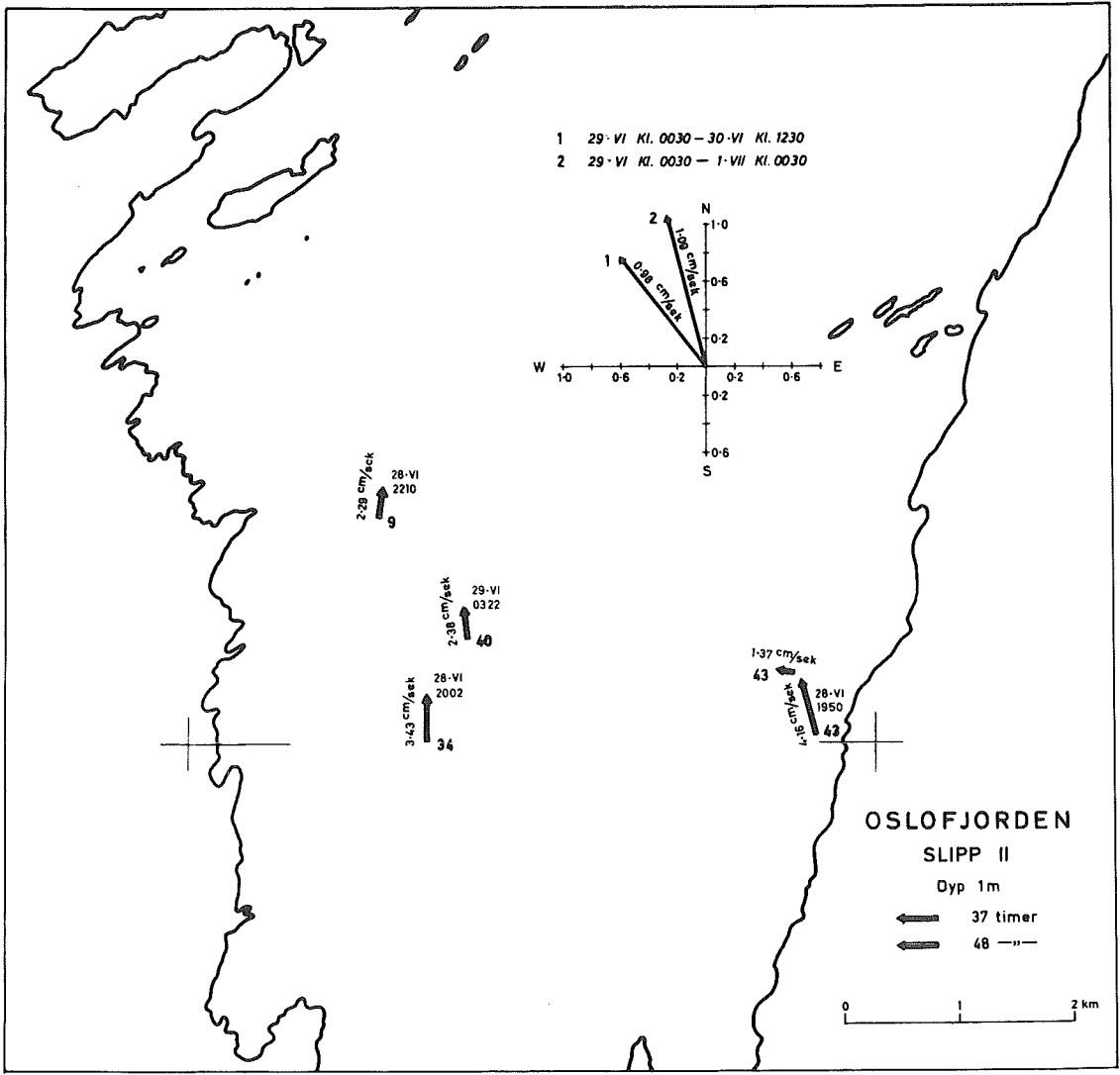


Fig. 13

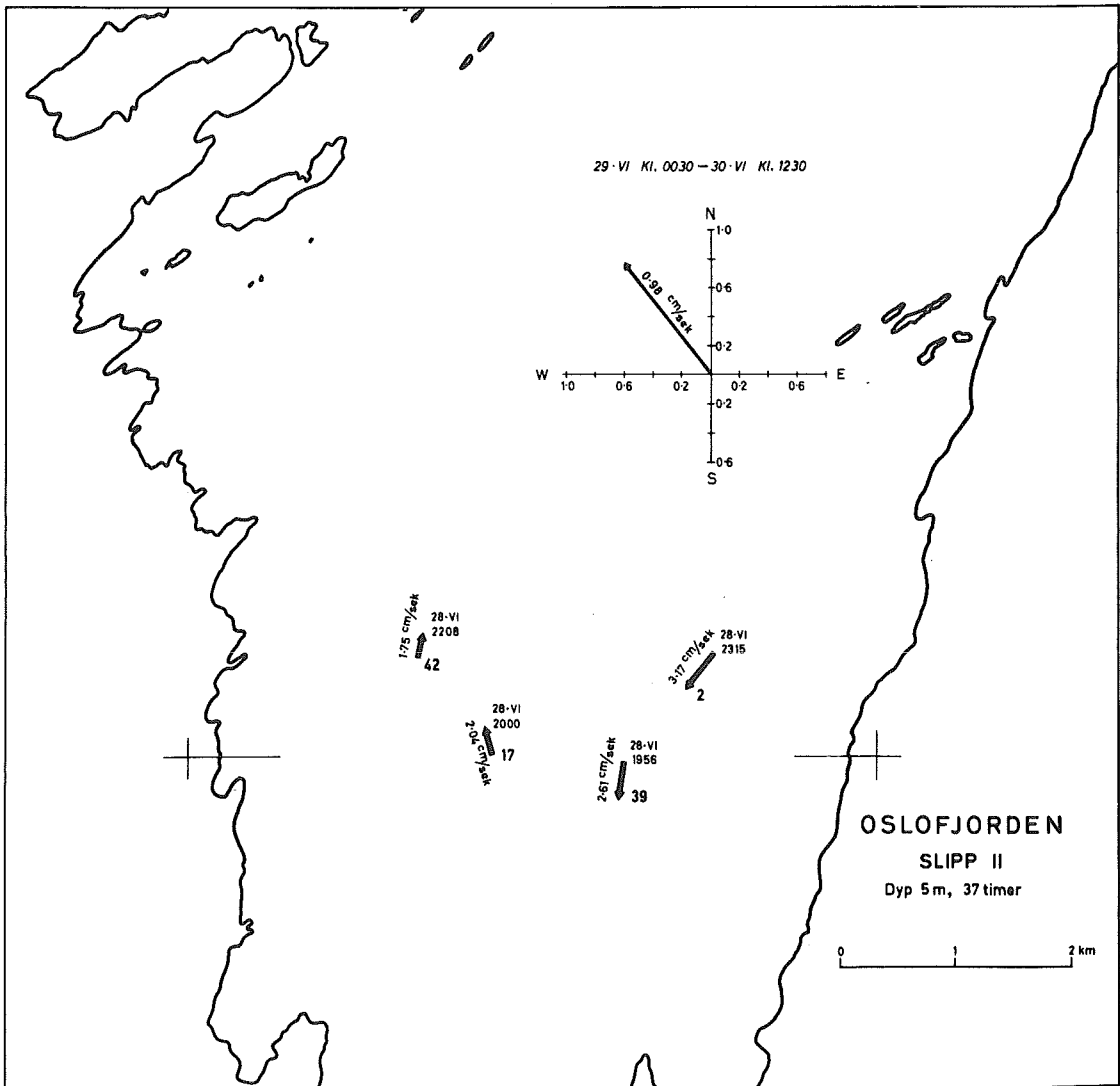


Fig.14

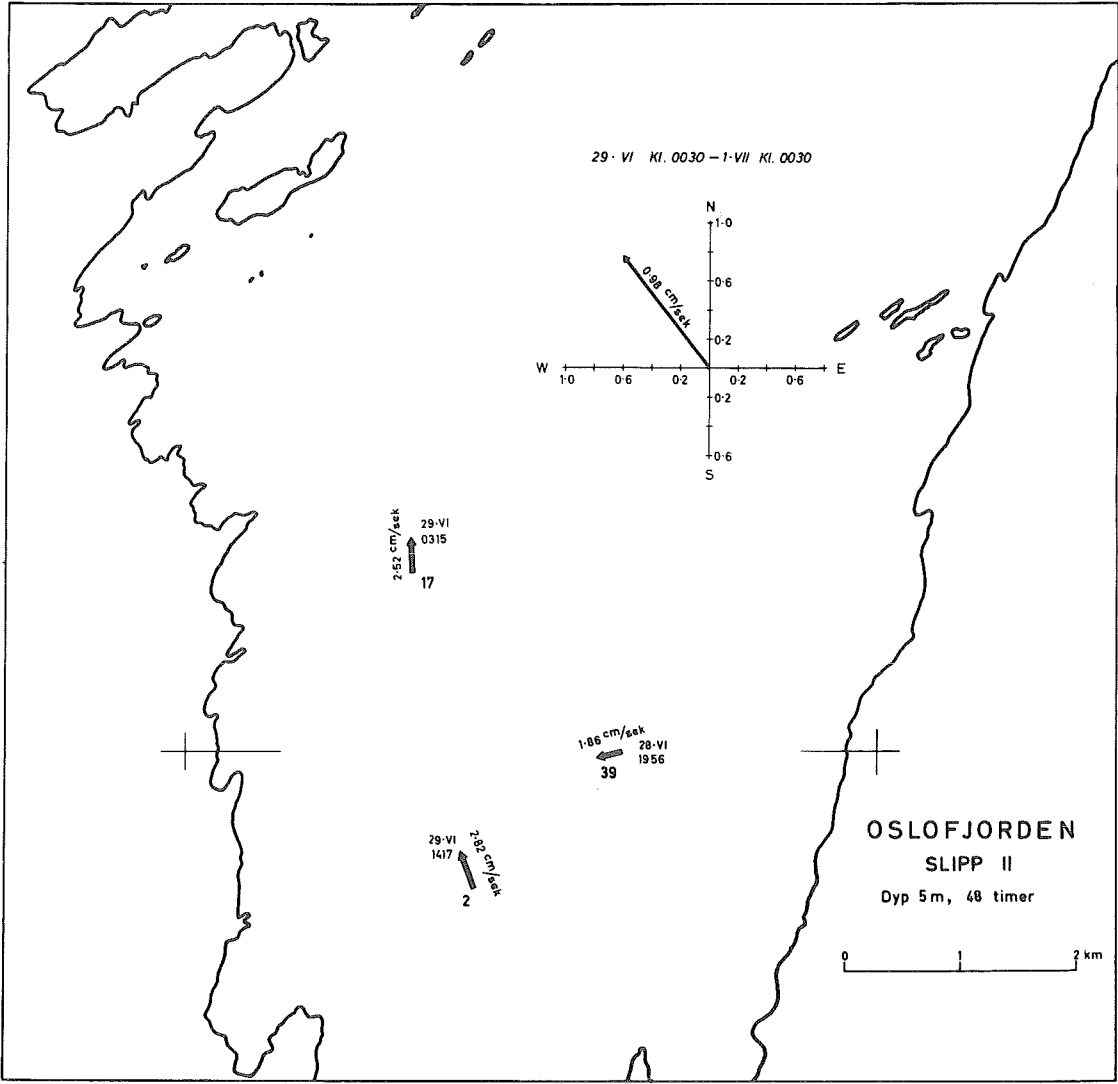


Fig.15

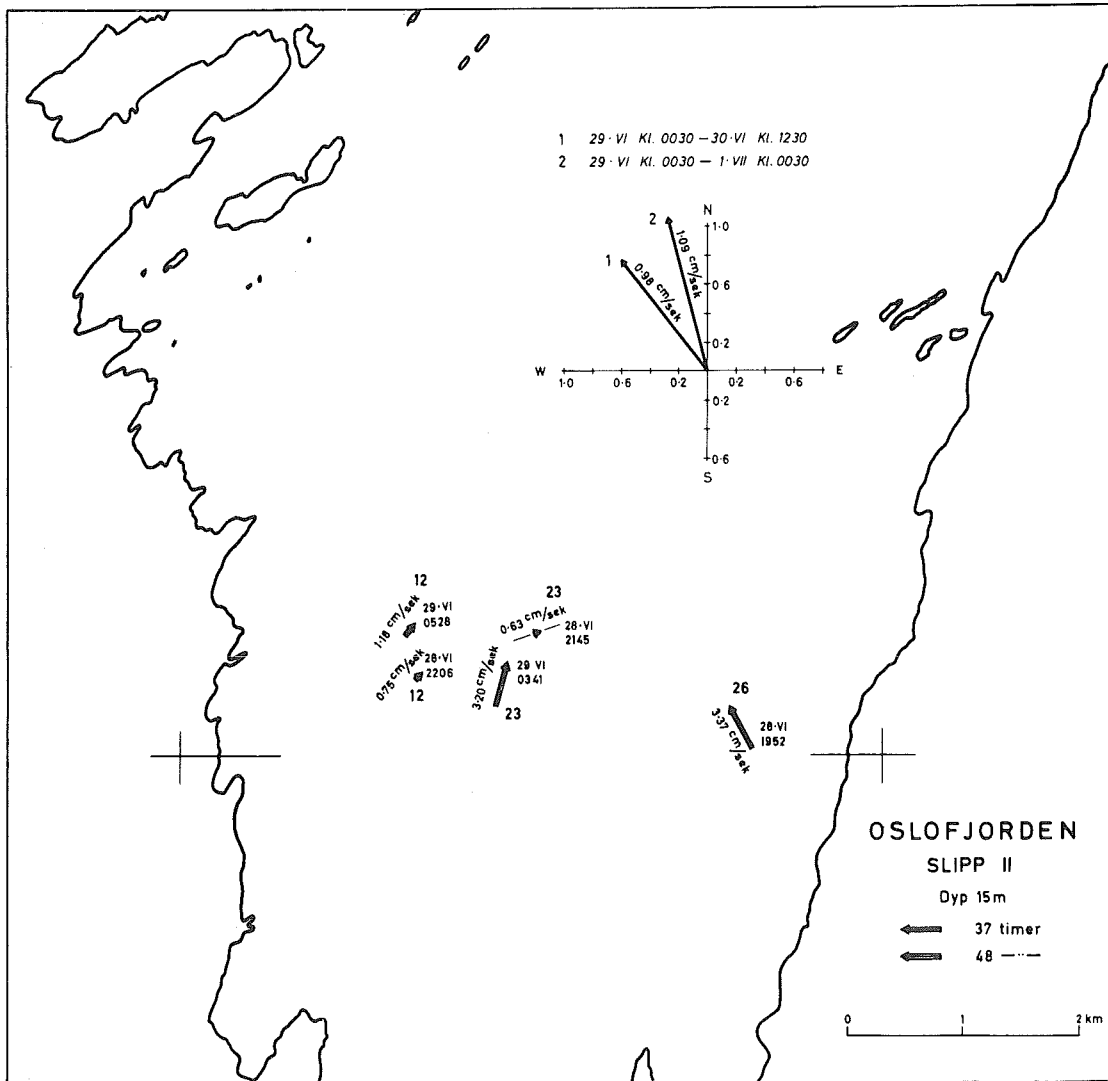


Fig.16