BERÄKNING AV EFFEKTIV VATTENTRANSPORT GENOM SUNNINGE SUND TILL BYFJORDEN

av J Svensson

SMHI Rapporter

HYDROLOGI OCH OCEANOGRAFI

Nr RHO 4 (1975)

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT

BERÄKNING AV EFFEKTIV VATTENTRANSPORT GENOM SUNNINGE SUND TILL BYFJORDEN

av J Svensson

SMHI Rapporter

HYDROLOGI OCH OCEANOGRAFI

Nr RHO 4 (1975)

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT

Stockholm 1975

CALCULATION OF EFFECTIVE WATER TRANSPORT THROUGH SUNNINGE SUND TO BYFJORDEN

By J Svensson

ABSTRACT

Current measurements were carried out at three depths on a site in the mouth of Byfjorden on the west coast of Sweden during parts of 1971 and 1972. The record from 1972 has been filtered so that fluctuations with periods about 12 hrs and less have been damped out. The transport has been computed from the remaining current. The net transport has also been computed from water level fluctuations in the fiord. Comparison between the two computed net transports shows that depending on the wind speed and direction one gets different agreement between the values and the difference is at times bigger than the value itself. The transport values in the different layers are however orders of magnitude higher than the net transport and it is believed that the effective transports in the different layers have been well estimated by this computation. The work has been coupled to a tracer study.

APPENDIX

1. Current meter sites. Sketch of current meters and suspension system
2. Amplitude factor for the filters used
3. Current component 1,5 m depth
4. Filtered current component 1,5 m depth
5. Current component 1,5 m depth
6. Filtered and unfiltered current components and water level
7. A comparison of man made current measurements with recorded measurements at 1,5 m depth
8. A comparison of man made current measurements with recorded measurements at 5 m depth
9. Transports in different layers and net transport

SAMMANFATTNING

Strömmätningar på flera djup i en vertikal i Sunninge sund utfördes under delar av 1971 och 1972. 1972 års mätningar har filtrerats så att strömmar med perioder omkring eller mindre än det halvdagliga tidvattnet tagits bort. Den resterande strömmen har lagts till grund för en beräkning av transporten i sundet. Nettotransporten har också beräknats med hjälp av vattenståndsregistreringar. Överensstämmelsen mellan de båda beräkningssätten varierar och synes bero på vindens hastighet och riktning. Genom strömmätningarna fås en uppskattning av vattentransporten i de lager där strömmätarna är placerade. Beräkningarna ger vid handen att vattentransporterna ofta sker i flera skikt, samt att flödet i varje enskilt lager är flera storleksordningar större än nettotransporten genom sundet (se bilaga 9). Vid beräkning av in- och uttransport av material från Byfjorden är det alltså nödvändigt att beakta den flerskiktade strömningen som beräknats ovan. Beräkningarna har legat till grund för de bearbetningar av rodaminförsök i Byfjorden som utförts av Chalmers Tekniska Högskola.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING Sid

Inledning 1

1971 års mätningar 1
Instrument, funktion 1
Komponentkurvor 2

1972 års mätningar 2
Instrument, funktion 2
Bearbetning 2
Filtrering 3
Komponentkurvor 4
Transportberäkning. Resultat 5

Manuella strömmätningar 7

Sammanfattning 7

BILAGEFÖRTECKNING

1. Läge för registrerande strömmätare. Skiss över registrerande strömmätare och bojsystem
2. Amplitudfaktor för de två använda filtren
3. Strömkomponent 1,5 m djup
4. Filtrerad strömkomponent 1,5 m djup
5. Strömkomponent 1,5 m djup
6. Filtrerade och ofiltrerade strömkomponenter samt vattenstånd
7. Jämförelse mellan manuellt mätt och automatiskt registrerad ström på 1,5 m djup
8. Jämförelse mellan manuellt mätt och automatiskt registrerad ström på 5 m djup
9. Transporter i de olika lagren samt nettotransporter

Beräkning av effektiv vattentransport genom Sunninge sund till Byfjorden

INLEDNING

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut utförde under år 1971 strömmätningar med registrerande automatiska instrument av en mekanisk typ av rysk tillverkning i en vertikal på tre mätdjup i Byfjordens mynning, Sunninge sund (se bilaga 1). Mätningarna, som företogs i nära samarbete med Institutionen för Vattenbyggnad vid Chalmers Tekniska Högskola (CTH), syftade bland annat till att bestämma vattentransporternas storlek genom sundet. I samband med strömregistreringarna utfördes vid ett flertal tillfällen i Sunninge sund, genom CTH:s försorg, översiktliga mätningar med strömkors.

Bil 1

Under 1972 fortsattes strömregistreringarna på samma mätplats som tidigare, denna gång med tre instrument av typ Aanderaa. Dessa mätningar utfördes i en första etapp under cirka två månader sommaren 1972. Den andra etappen, som omfattade en månads mätningar, företogs under hösten 1972.

Det kan även nämnas att SMHI tidigare - under ca 1 månad hösten 1967 - utfört strömmätningar med automatiska instrument i Sunninge sund (två mätdjup).

1971 ÅRS MÄTNINGAR

Instrument, funktion

Mätningarna, som företogs under perioden juni till november 1971, utfördes med hjälp av registrerande strömmätare av typ Alekseev på mätdjupen 1,4, 5 och 9 m. Upphängningsanordningens utseende framgår av bilaga 1. Mätaren registrerade med 10 minuters mellanrum genom stämplingar på en pappersremsa dels den momentana strömriktningen, dels strömhastigheten som ett medelvärde över ca 2 1/2 minut. Registreringsremsorna byttes (genom CTH:s försorg) flera gånger per månad. På grund av instrumenthaverier, förlust av instrument, påväxling m m, har registreringarna vid åtskilliga tillfällen avbrutits. Samtidiga registreringar från alla tre mätdjup har erhållits från ca 27 dygn.

Vid efterkontroll av instrumenten har det visat sig att den verkliga starthastigheten troligen varit 3 - 6 cm/s högre än den, på remsorna stämplade, nominella starthastigheten (ca 4 cm/s). Det har därför varit nödvändigt att korrigera mätresultaten härefter.

Komponentkurvor

Strömregistreringarna från de perioder då samtidiga mätningar från alla tre mätdjupen erhållits har stansats på hålremsa och komponentuppdelats. Entimmesmedelvärden av strömmens komponent i Sunninge sunds längdriktning har beräknats. Korrigeringen av registreringarna med hänsyn till att den verkliga starthastigheten varit högre än den nominella, har skett genom att skillnaden mellan dessa hastigheter har adderats till samtliga stämplade värden. Komponentkurvor från 1971 års mätningar har tidigare redovisats till Naturvårdsverket.

1972 ÅRS MÄTNINGAR

Instrument, funktion

Mätningarna utfördes med automatiskt registrerande strömmätare typ Aanderaa under perioderna 1972-05-30--08-02 och 1972-10-23--11-21. Instrumenten upphängdes i ett bojsystem (se skiss i bilaga 1). Mätdjupen var i huvudsak 1,5, 5 och 9 m. Strömhastighet (integrerad under 10 minuter), strömriktning och vattentemperatur registrerades var 10:e minut. Mätvärdena lagrades på ett magnetband i instrumentet.

Sommarperioden

Under slutet av sommarperioden påväxtes de bägge övre mätarna snabbt av alger och dylikt. Datamaterialet från senare hälften av juli fram till periodens slut är därför av dålig kvalitet. Magnetbandet i instrumentet på 9 m djup hade - som det senare visade sig - utsatts för en förmagnetisering. Det har dock varit möjligt att med hjälp av elektroniska metoder till största delen eliminera inverkan av detta fel.

Höstperioden

Samtliga registreringar från höstperioden är av god kvalitet.

Bearbetning

Den vidare bearbetningen av mätningarna har i nära samarbete med Institutionen för Vattenbyggnad vid CTH skett efter följande linjer.

1. Strömkomponenten längs Sunninge sund och vattenståndsdata från Byfjorden analyserades som tidsserier i dator. Svängningar med perioder lika med eller kortare än det halvdagliga tidvattnet bortfiltrerades.

2. Med ledning av bland annat ström och vattenståndsdata (behandlade enligt ovan) gjordes uppskattningar av vattentransporterna på olika djup i sundet.

Filtrering

Utjämning av en fluktuerande tidsserie (smoothing) är en mycket använd speciell typ av filtrering. För utjämning kan ett filter användas som släpper igenom låga frekvenser men utsläcker höga. Ett sådant filter är rullande medelvärdesbildning med samma vikt (vanligtvis 1) på alla de ingående termerna. Ett mera användbart filter är "medelvärdesbildning", där termerna har olika vikter. Det centrala värdet ges då störst vikt och de på sidorna liggande värdena sjunkande vikt. Värdet på vikterna kan till exempel göras proportionella mot ordinatorna i en normalfördelningskurva.

$$w(t) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} \exp(-t^2/2\sigma^2)$$

$$t = 0, 1, 2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots n$$

Amplitudfaktorn för olika frekvenser för detta filter ges av:

$$R(f) = \exp(-2\pi^2\sigma^2 \cdot f^2)$$

f = frekvens

Denna amplitudfaktor minskar för ökande frekvens och närmar sig asymptotiskt 0. Trots att man teoretiskt aldrig uppnår amplitudfaktorn 0 så har filtret en för praktiskt bruk bestämd "cut off"-frekvens. Denna kan definieras som den frekvens där amplitudfaktorn antar ett visst lågt värde, till exempel 2 %. "Cut off"-frekvensen för filtret regleras med parametern σ.

Amplitudfaktorn för filter med $\sigma = \frac{11}{6}$ och $n = 5$ (ingångsdata timvärden) samt $\sigma = \frac{33}{6}$, $n = 5$ (ingångsdata 3-timmarsvärden) finns uppritade i bilaga 2.

Bil 2

En tidsserie som från början består av en 125-timmars våg med amplituden a och en 12,5-timmars våg med amplituden b samt ett högfrekvent brus kommer efter filtrering att bestå av:

$$h = a \cdot R(\frac{1}{125}) + bR(\frac{1}{12,5}) + cR\ (\text{brus})$$

$$h = a \cdot R(0,008) + bR(0,080) + cR(0,25)$$

Om ingångsdata är timvärden blir amplitudfaktorn $R(0,008) \approx$ $\approx$ 99 % och $R(0,080) \approx$ 65 % enligt figur (1). Bruset är nästan helt bortfiltrerat. Om tidsserien filtreras med 3-timmarsvärden som ingångsdata blir amplitudfaktorerna $R(0,008) \approx$ 97 % och $R(0,080) \approx$ 2 % enligt figur (2). Den filtrerade tidsserien består alltså nästan enbart av 125-timmars svängningar. Om man vill ha tillbaka ursprunglig amplitud på 125-timmarsvågen, kan man dividera värdena i tidsserien med 0,97, vilket ger en tidsserie bestående av 100 % av 125-timmars svängningen samt ca 2 % av 12-timmars svängningen.

Som exempel på filtrets egenskaper visas vattenstånd och strömregistreringar som innehåller kortperiodiska svängningar, halvdagliga tidvattensvängningar, samt långperiodiska svängningar.
Bil 3 I bilaga 3 visas den ofiltrerade tidsserien. Bilaga 4 visar en
Bil 4 kurva som utjämnats, det vill säga kortperiodiska svängningar har filtrerats bort. Amplituderna hos de kvarvarande svängningarna är desamma som före filtreringen. Bilaga 5 visar en ytterligare utjämnad kurva tillsammans med ursprungskurvan. Den långperiodiska svängningens amplitud är ej nämnvärt påverkad av filtreringen.
Bil 5

Filtreringarna har utförts så att en svängning med perioden 10 dygn har oförändrad amplitud. Svängningar med större period (om sådana existerar) har något för stor amplitud medan mera kortperiodiska svängningar har för liten amplitud. Som exempel kan nämnas att av det relativt svaga heldagliga tidvattnet (period 24 timmar) finns endast 40 % kvar i den kraftigast filtrerade tidsserien i bilaga 5.

Komponentkurvor

Bil 6 I bilaga 6 visas exempel på strömkomponenter i sundets längsriktning. Den övre kurvan representerar mätaren på 1,5 m djup, två nästföljande representerar 5 m och 9 m djup. Den undre kurvan anger vattenståndet i Byfjorden under tidsperioden.

Som framgår av bilaga 6 registreras de högsta strömhastigheterna på den övre mätaren. Det halvdagliga tidvattnet dominerar både strömregistreringarna och vattenståndskurvan, men man kan även se långperiodiska (ca 100 timmar) svängningar samt spår av det heldagliga tidvattnet.

Strömningen i sundet då tidvattnet bortfiltrerats synes under periodens början ha skett i två lager med gränsskiktet mellan de två övre mätarna. Strömkantringar i det övre lagret är ofta en direkt följd av vindkantringar. Sålunda strömmade vatten ut vid den övre mätaren och in vid de två undre den 1 juli. Den 2, 3 och 4 juli är förhållandet omvänt. En förhållandevis kraftig inström sker i det övre lagret medan vatten transporteras ut i det undre lagret. Den kraftiga inströmmen i ytlagret kompenseras tydligen ej av utströmmen i djupare skikt ty en vattenståndshöjning sker under den 2 och 3 juli inne i Byfjorden.

Den relativt kraftiga vattenståndssänkningen den 4 och 5 juli är svår att förklara med hjälp av strömregistreringarna. Vattenståndshöjningen den 7 och 8 juli torde sammanhänga med att en kraftig inström i övre lagret ej till fullo kompenseras av utströmmen vid mätaren på 9 m djup. Strömmen på 5 m nivån är under dessa två dagar svag, vilket kan bero på att gränsen mellan utgående och inkommande ström ligger i närheten av 5 m. Tvålagersströmning där en mätare registrerar ström åt en riktning och en eller två mätare registrerar ström åt motsatt riktning, var mycket vanlig under såväl mätperioden under sommaren som under vinterperioden.

Transportberäkning. Resultat

Transporten som orsakas av tidvattenströmmarna kan ej anses utgöra en effektiv borttransport av vatten från Byfjorden. Den vattenmängd som strömmar ut under en halv tidvattencykel kommer i viss utsträckning att återföras till Byfjorden under nästa del av tidvattencykeln. Lufttryck och vind orsakar strömfluktuationer med betydligt längre period. Utbytet som orsakas av dessa långperiodiska svängningar torde vara effektivt i den meningen att uttransporterat vatten ej går tillbaka till Byfjorden igen.

Som grund för beräkning av transporten har därför lagts de utjämnade strömkurvorna. Strömregistreringen på 1,5 m djup har antagits vara representativ för ett 3,25 m tjockt ytlager i sundet. Mätaren på 5 m har ansetts representera lagret mellan 3,25 och 7 m och mätaren på 9 m lagret från 7 m ned till det effektiva tröskeldjupet i sektionen vilket är omkring 13 m.

De olika mätarna har sålunda antagits representera följande tvärsnittsareor

mätaren på	1,5 m	5 m	9 m
tvärsnittsarean	845 m^2	780 m^2	800 m^2

Strömprofilen i djupled har alltså approximerats med en stegfunktion med tre steg. Strömprofilen tvärs sundet har antagits vara en rät linje. Strömmen i hela tvärsnittet har alltså antagits vara densamma som i mätpunkten. Denna approximation måste anses vara grov. Manuella mätningar i flera vertikaler i sundet har visat att strömprofilen kan ha ett komplicerat utseende. Bland annat kan strömmen på norra sidan vara utåtgående medan den på södra sidan är inåtgående (se vidare sidan 7 manuella strömmätningar). Försök att vid inåtgående ström låta hastigheten på södra sidan av sunden vara högre än på den norra sidan och vice versa har också gjorts. Resultaten från dessa beräkningar tyder dock på att en sådan generalisering inte är möjlig.

Den ur strömmätningarna framräknade nettotransporten har sedan jämförts med volymsförändringar i Byfjorden uträknade med hjälp av vattenståndet. Se exempel i bilaga 9.

Bil 9

Den mätare som var placerad på 1,5 m djup var upphängd under en flytare som låg i ytan (se bilaga 1). Vid jämförelser mellan volymsförändringen i Byfjorden och transporten under perioder med hårda vindar längs sundet har det framkommit att ytmätaren ofta registrerat påfallande höga hastigheter. Detta torde sammanhänga med vågrörelser i ytan. För att korrigera för de alltför höga hastigheterna har ytmätarens strömregistrering multiplicerats med en faktor som är proportionell mot våghöjden vid mätpunkten.

Vindhastighet längs sundet (m/s)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 -
Korrektionsfaktor	1	0,8	0,6	0,5

Vid de ovan nämnda tillfällena då den övre mätaren visat höga hastigheter har alltid vind och ström varit likriktade. Under andra mera sällsynta perioder då vind och ström varit motriktade har den övre mätaren också registrerat hastigheter som vid jämförelse med volymsförändringen i fjorden visat sig vara alltför höga. Vid dessa tillfällen har vinden varit svag och vågpåverkan torde vara utesluten. En förklaring till de höga hastigheterna kan vara att mätaren med sin upphängningsarm svängt runt den centrala upphängningspunkten. Sådana rörelser kan tänkas uppstå då strömdraget på mätaren är ungefär lika stort som den kraft som påverkar upphängningsbojen. Fel av denna typ är svåra att korrigera. Något försök härtill har ej heller gjorts i transportberäkningarna. Påfallande höga hastigheter i det övre lagret har också registrerats vid de fåtal perioder då vind från öster varit rådande. Förklaringen till detta är troligen att strömmen haft hög hastighet på södra sidan av sundet och lägre på den norra sidan. Under dessa perioder måste den framräknade yttransporten betraktas som felaktig.

De två mätarna på djupare nivåer synes väl representera vattentransporten i sina respektive lager.

Med hjälp av de korrigerade strömvärdena har transporten av vatten i de tre lagren i sundet beräknats varje timme under mätperioden. Nettotransporten genom sundet har därefter beräknats.

Som ett exempel på de erhållna resultaten visas i bilaga 9 transporten i varje lager tillsammans med nettotransporten i sundet. Av bilagan framgår att strömtransporten i varje enskilt lager ofta är flera storleksordningar större än nettotransporten. För beräkning av in- respektive uttransport av material från Byfjorden är det alltså nödvändigt att beakta den flerskiktade strömningen. Beräkningarna enligt ovan ger en uppfattning om storleksordningen av transporterna i de olika lagren.

Jämförelser mellan den beräkning av transport som skett med hjälp av strömmätningarna och den grundad på vattenståndet, ger vid handen att den beräknade nettotransporten är osäker. Även under perioder med jämn sydvästlig vind kan de båda transportsiffrorna skilja sig betydligt från varandra. Denna skillnad beror på förenklingar i beräkningarna samt osäkerhet i mätningarna av både ström och vattenstånd.

Värden på transporten i varje lager samt nettotransporten har tagits fram för varje timme under mätperioden. Såväl mellanresultat som slutresultat har hållits tillgängliga för Chalmers Tekniska Högskola för bearbetning i samband med rodaminmätningar.

De största värdena på transporten får man i det övre lagret. Medeltransporter under ett helt dygn på upp till 90 m^3/s har räknats fram. Mycket större momentana transporter förekommer, men är knutna till kortperiodiska förlopp, såsom tidvatten, och bidrar därför ej effektivt till vattenutbytet.

MANUELLA STRÖMMÄTNINGAR

I samband med utläggningen av de automatiskt registrerande strömmätarna företogs 1972-10-25 manuella strömmätningar från en mindre båt i 5 vertikaler i Sunninge sund. Strömmen registrerades med en strömmätare av typ Hydroproduct. Vädret var ej det bästa för manuella strömmätningar med sydvästlig vind 8 - 10 m/s. Fast förankring av båten vållade stora problem. Dessutom försvårades en noggrann mätning av sjöhävningen. Strömmätningarna är alltså av dålig kvalitet (man kan bland annat misstänka att den registrerade hastigheten är för hög) men presenteras ändå som bevis för att det ibland förekommer en komplicerad strömfördelning i horisontalled tvärs sundet.

Bil 7
Bil 8

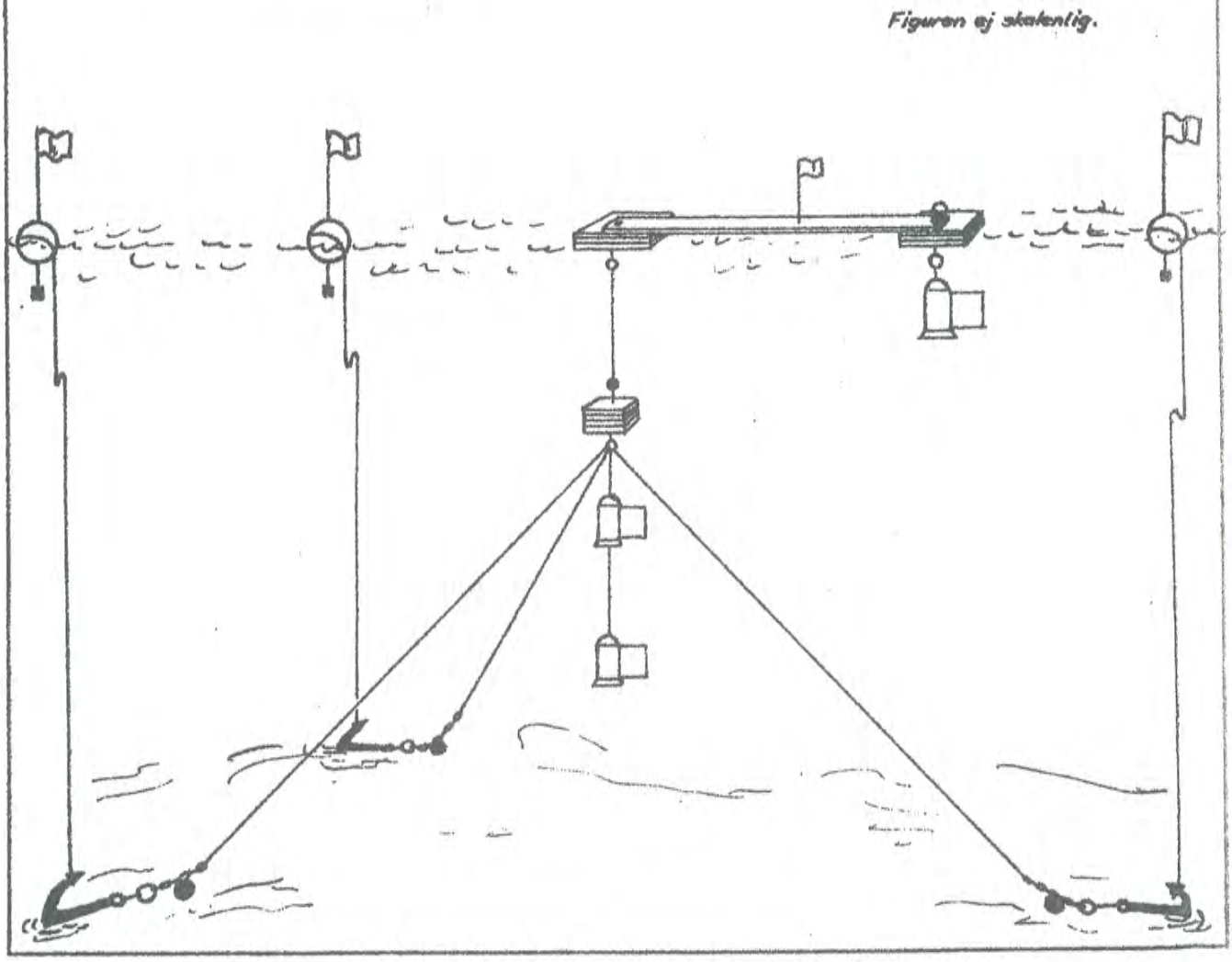
I bilaga 7 och 8 har den ström som registrerades med de automatiska instrumenten på 1,5 och 5 m djup åskådliggjorts som streckade pilar från den punkt där mätarna var förankrade. Tidpunkten för registreringen framgår av bilagorna. Mellan den första och den sista bilden har förflutit omkring 5 timmar, alltså nästan en halv tidvattencykel. Strömmen har därför under perioden varierat både till riktning och styrka.

I bilagorna har dessutom inlagts den manuellt mätta strömmen. Man började strömmätningen vid bojsystemet omkring klockan 11 för att därefter mäta i den sydligaste vertikalen klockan 12 - 13, mitt i sundet klockan 14, samt i de två nordligaste vertikalerna klockan 15 respektive 16.

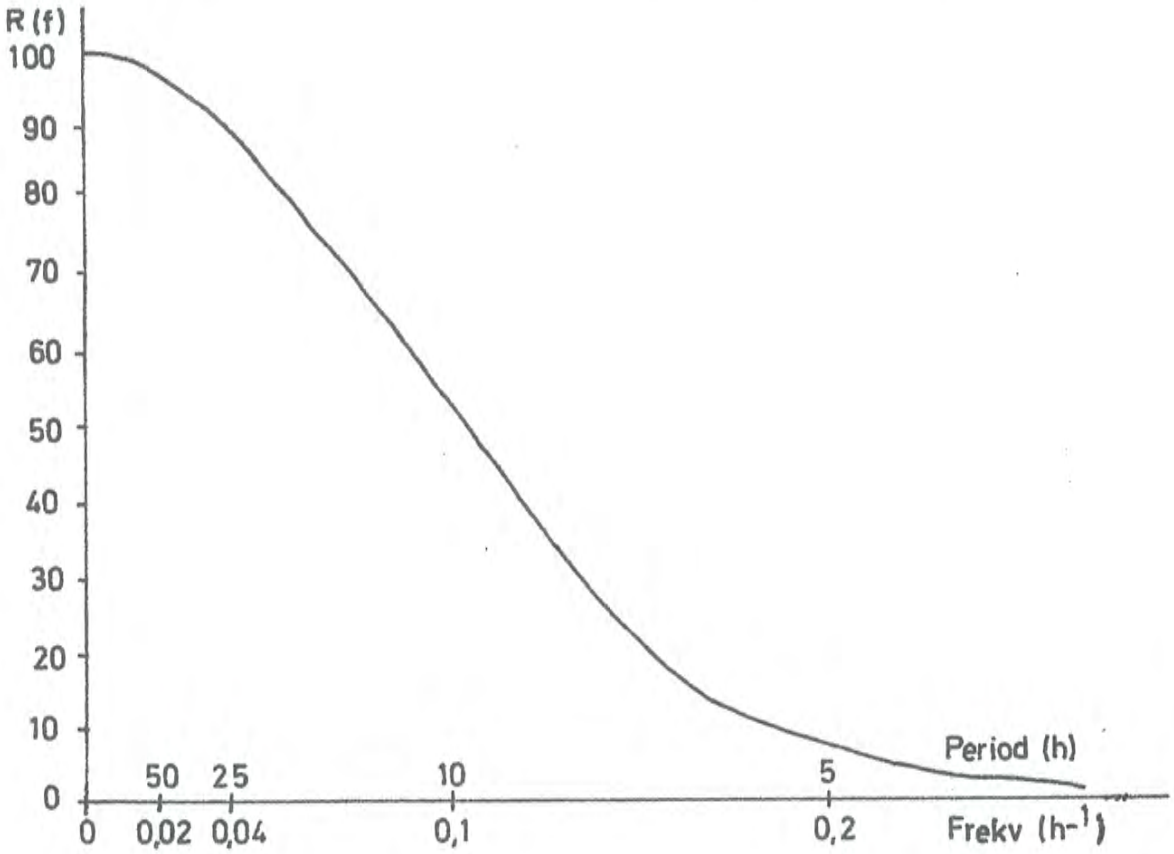
Av bilagorna framgår att den automatiskt registrerade strömmen vid detta tillfälle ej representerar strömmen i hela tvärsnittet. Sålunda var strömmen klockan 16 riktad inåt på både 1,5 och 5 m djup vid strömmätarsystemet, medan den i den nordligaste vertikalen var obestämd respektive riktad ut ur Byfjorden.

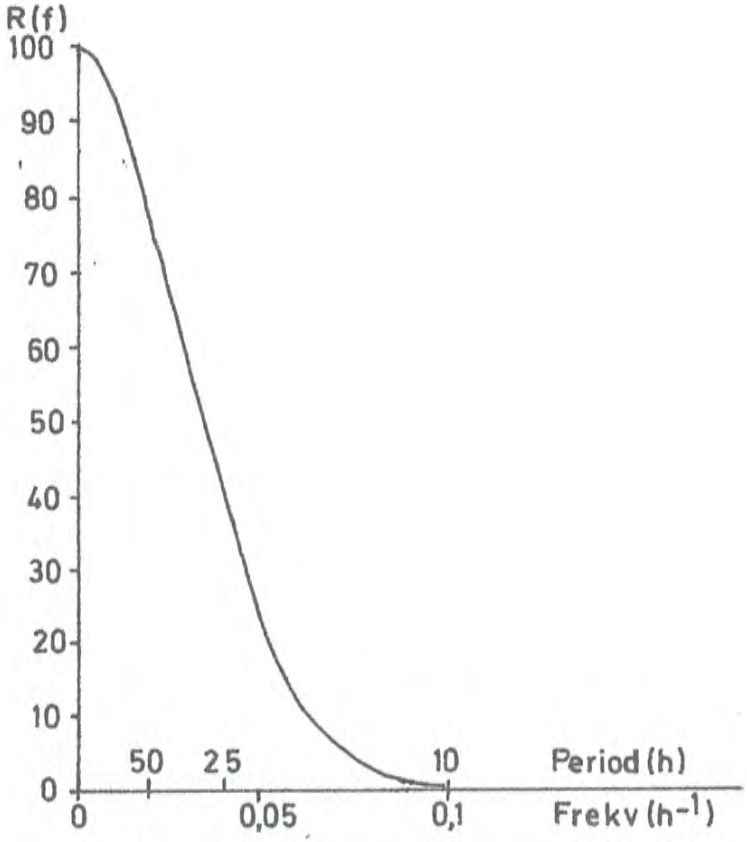
De förut presenterade transportberäkningarna bygger på förutsättningen om en linjär hastighetsprofil i horisontalled. Jämförelserna mellan den ur strömregistreringar beräknade transporten och den ur vattenstånd beräknade, tyder på att man under större delen av beräkningsperioden kan approximera strömprofilen med en rät linje. Vid vissa tillfällen, främst då vinden var variabel, ger dock transportberäkningarna helt skilda resultat.

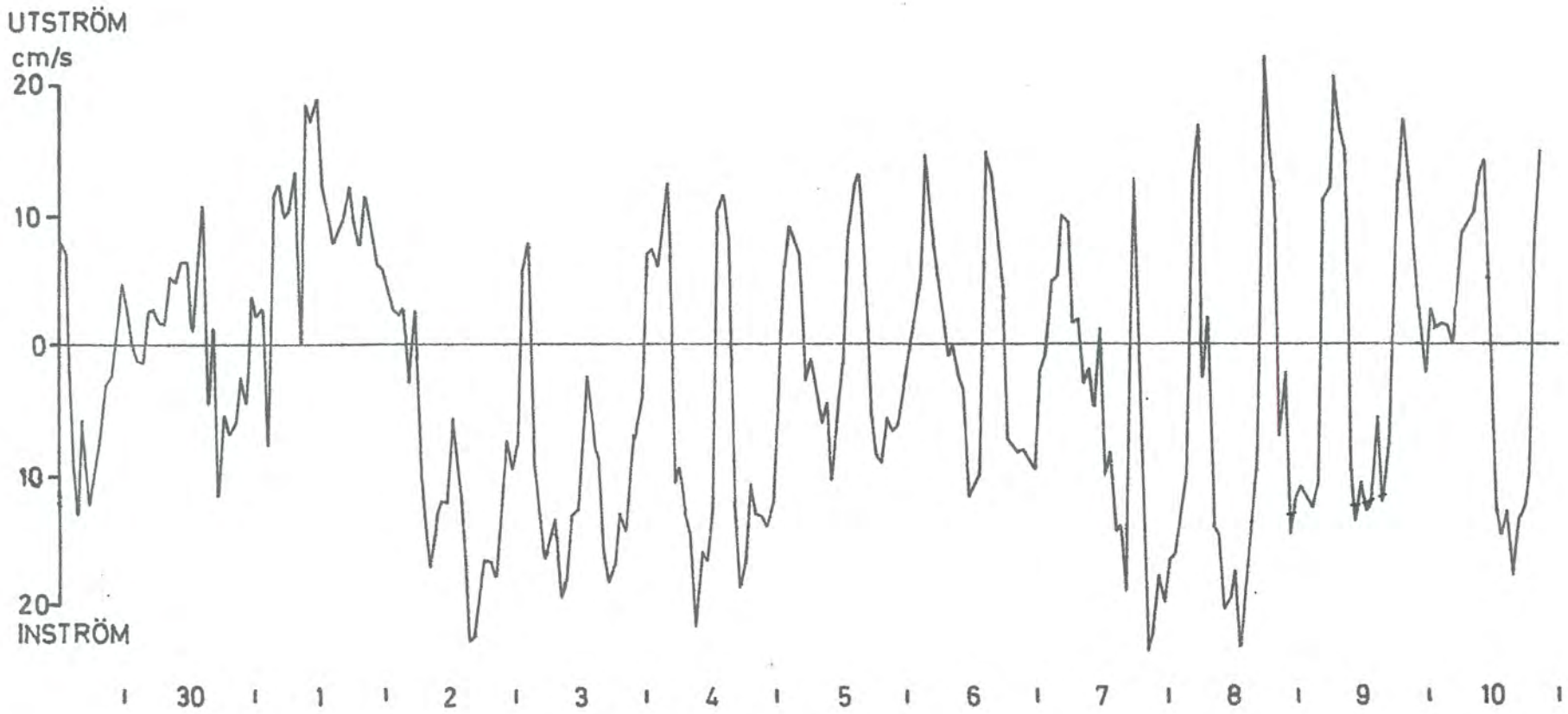
SMHI HBO	LÄGE FÖR REGISTRERANDE STRÖM-MÄTARE SKISS ÖVER REGISTRERANDE STRÖM-MÄTARE OCH BOJSYSTEM	Bilaga 1 SUNNINGESUND



SMHI HBO	AMPLITUDFAKTORER FÖR DE TVÅ ANVÄNDA FILTREN (SE TEXT)	Bilaga 2 SUNNINGEN







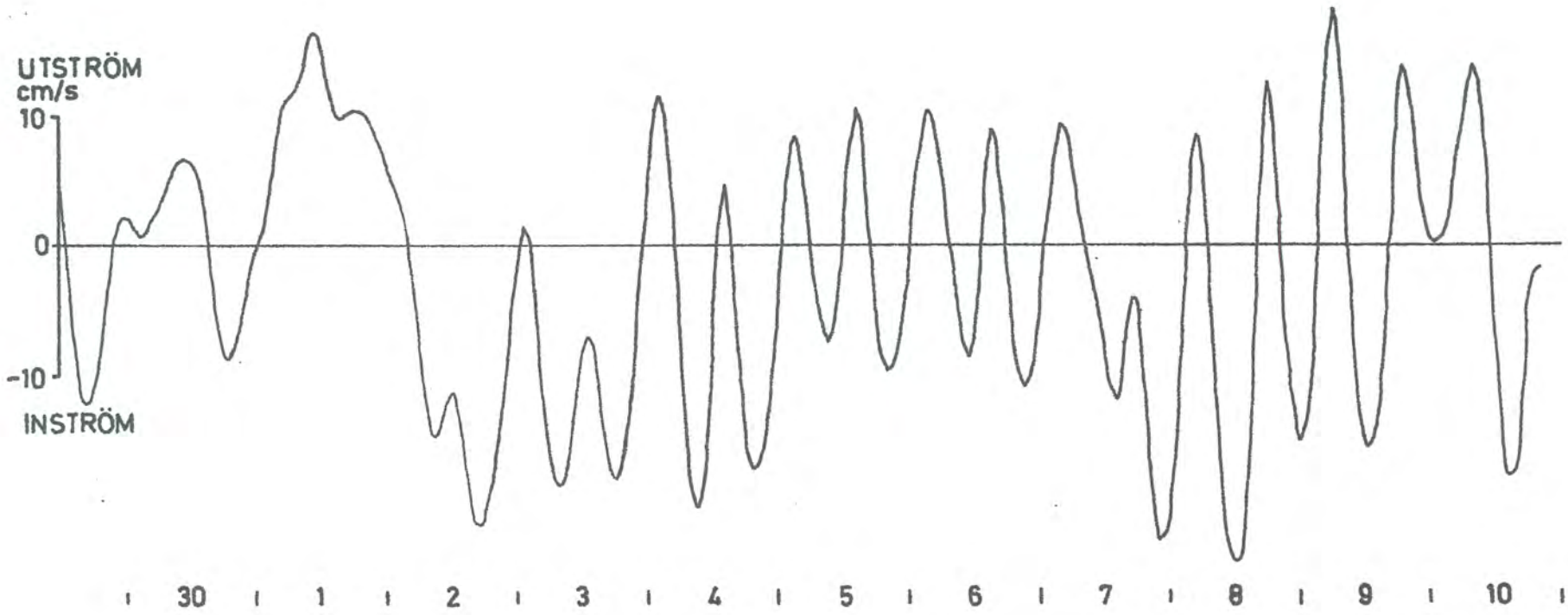
SMHI
HBO

STRÖMKOMPONENT 1,5m DJUP
(RÄKNAS POSITIVT MOT 245°)

Bilaga 3

SUNNINGEN

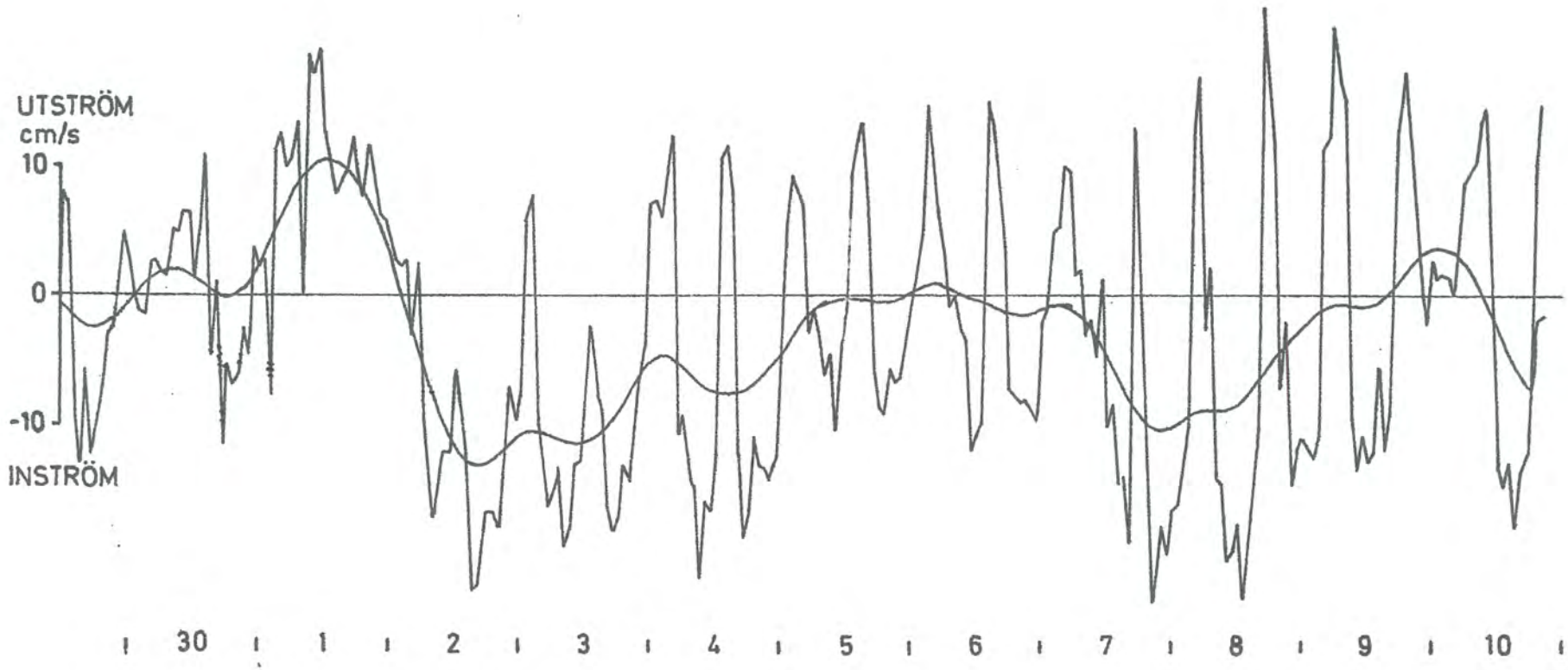
1972-06-30--07-10



SMHI
HBO

FILTRERAD STRÖMKOMPONENT
1,5 m DJUP (RÄKNAS POSITIVT MOT 245°)

Bilaga 4
SUNNINGEN
1972-06-30--07-10

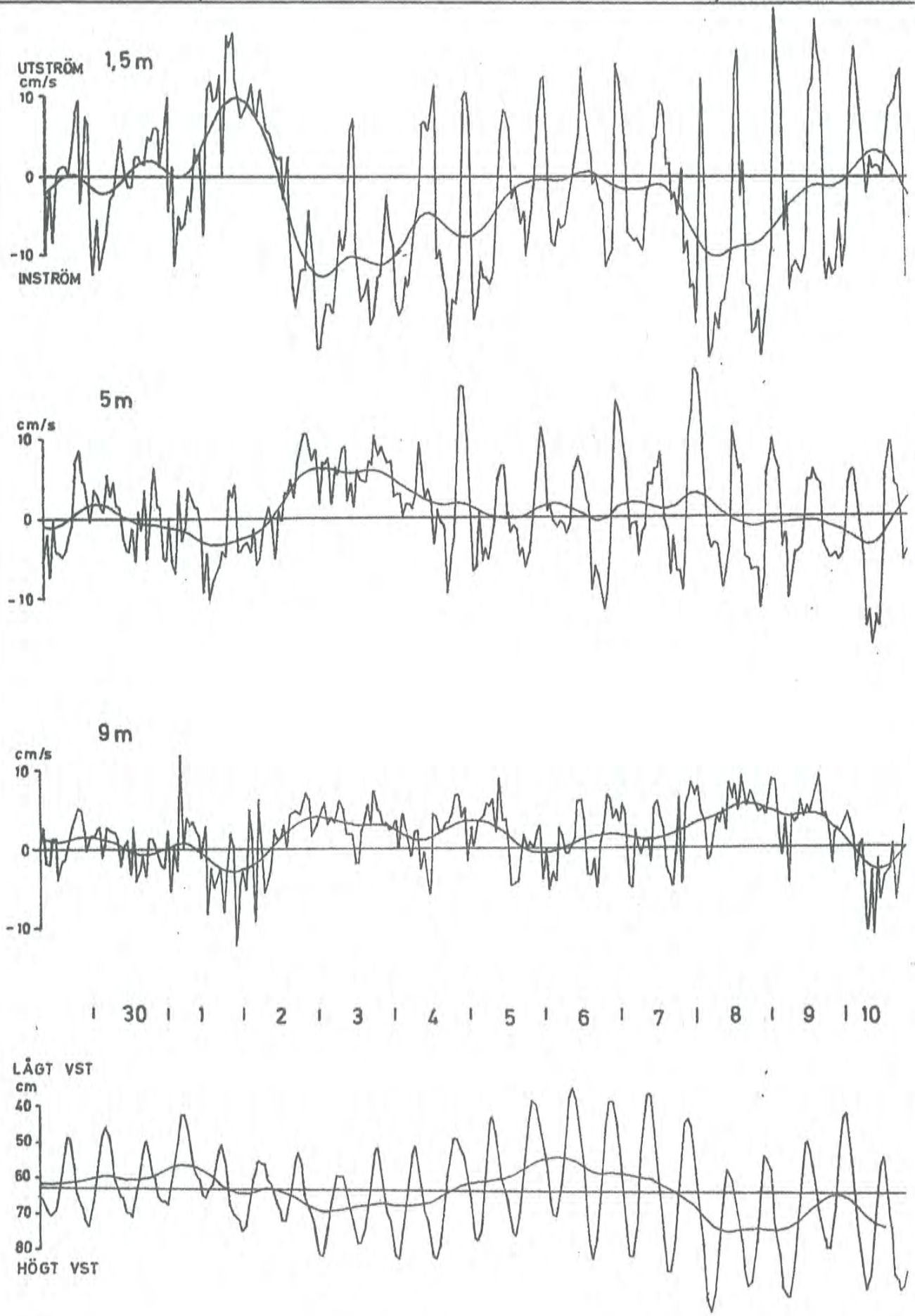


SMHI
HBO

STRÖMKOMPONENT 1,5m DJUP
(RÄKNAS POSITIVT MOT 245°)

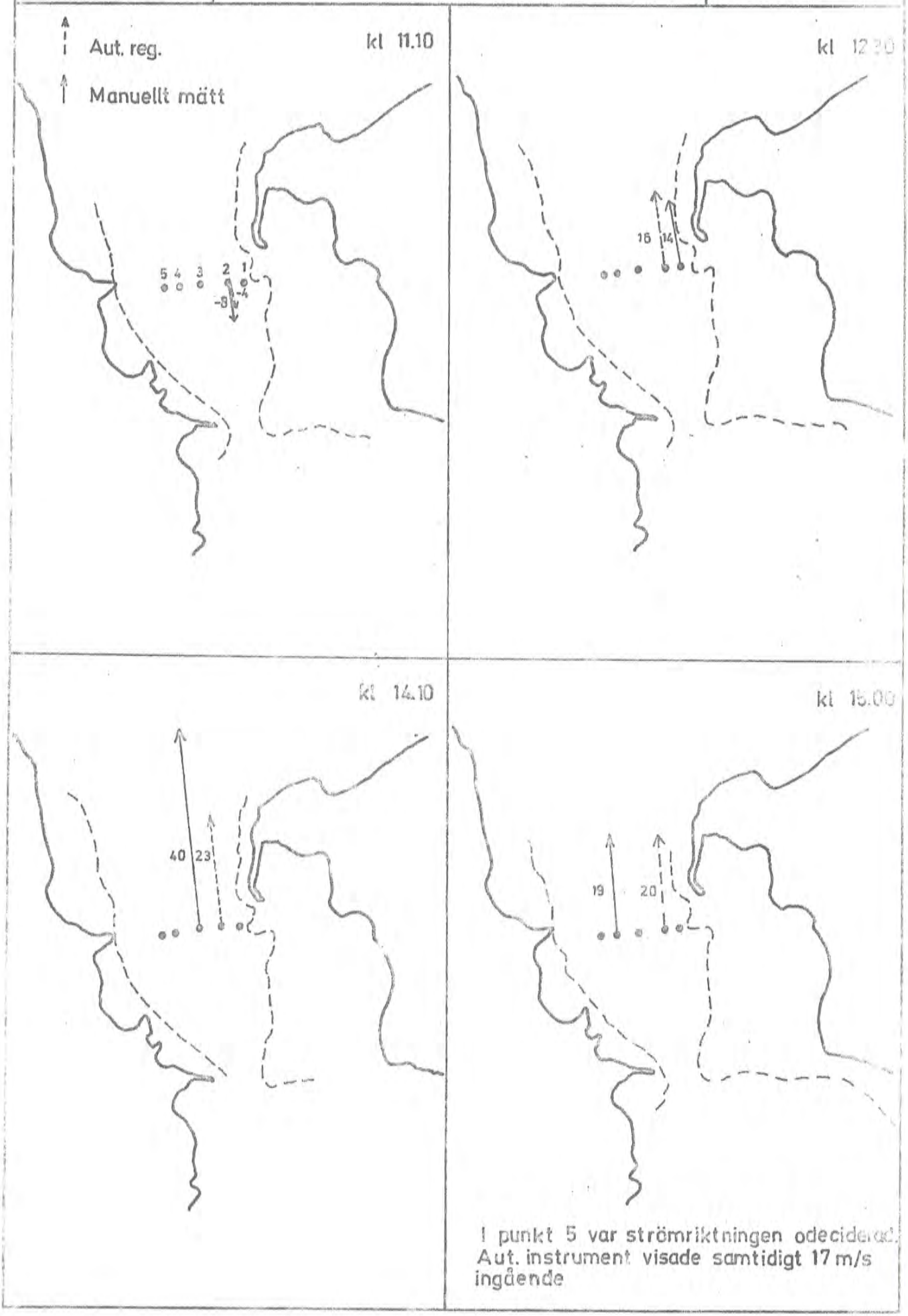
Bilaga 5
SUNNINGEN
1972-06-30--07-10

SMHI	FILTRERADE OCH OFILTRERADE STRÖMKOMPONENTER SAMT VATTEN-STÅND	Bilaga 6 SUNNINGEN 1972-06-30--07-10



AL

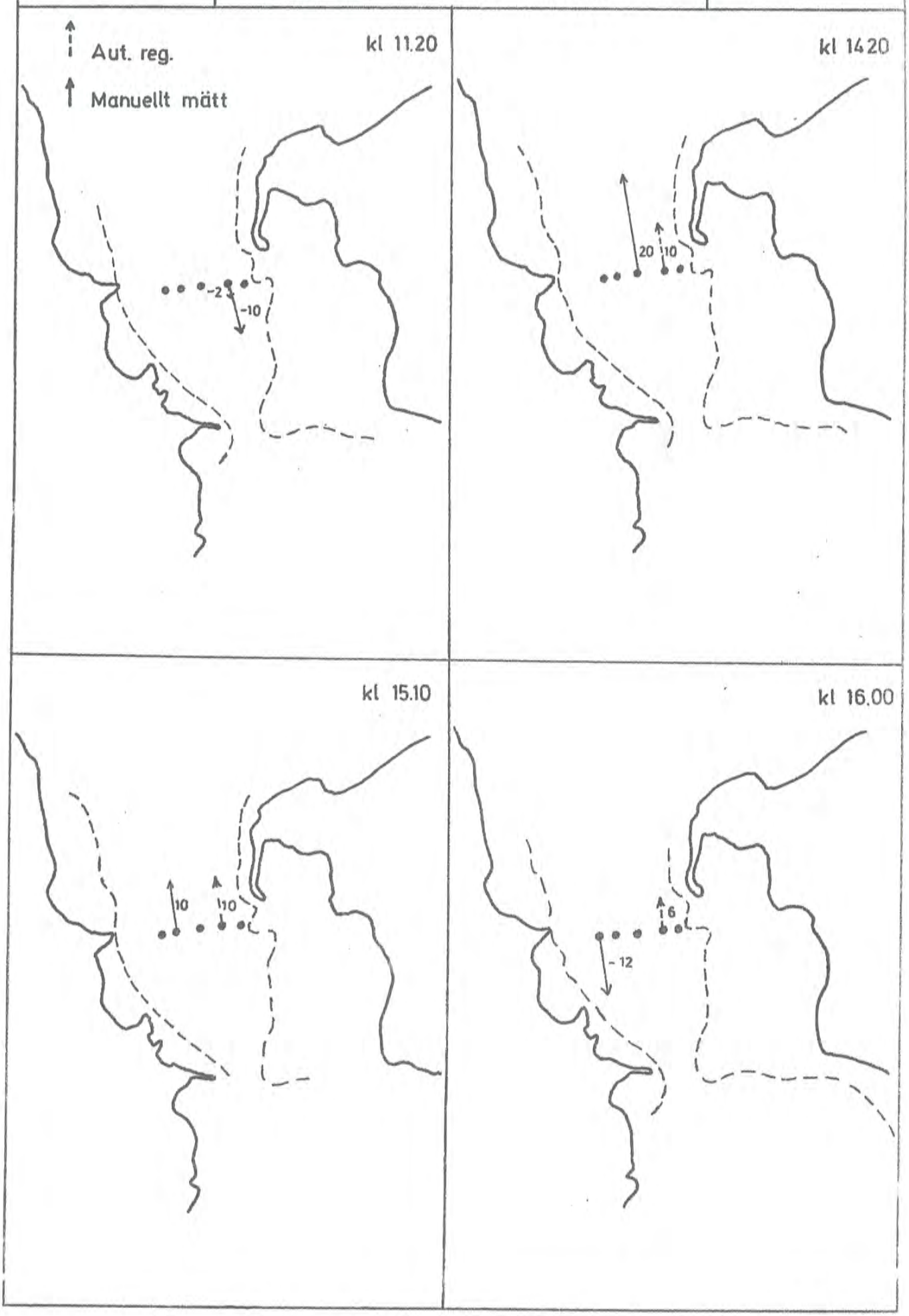
SMHI HBO	JÄMFÖRELSE MELLAN MANUELLT MÄTT OCH AUTOMATISKT REGISTRERAD STRÖM PÅ 1,5 m DJUP (VIND SW 8-10 m/s)	Bilaga 7 SUNNINGEN



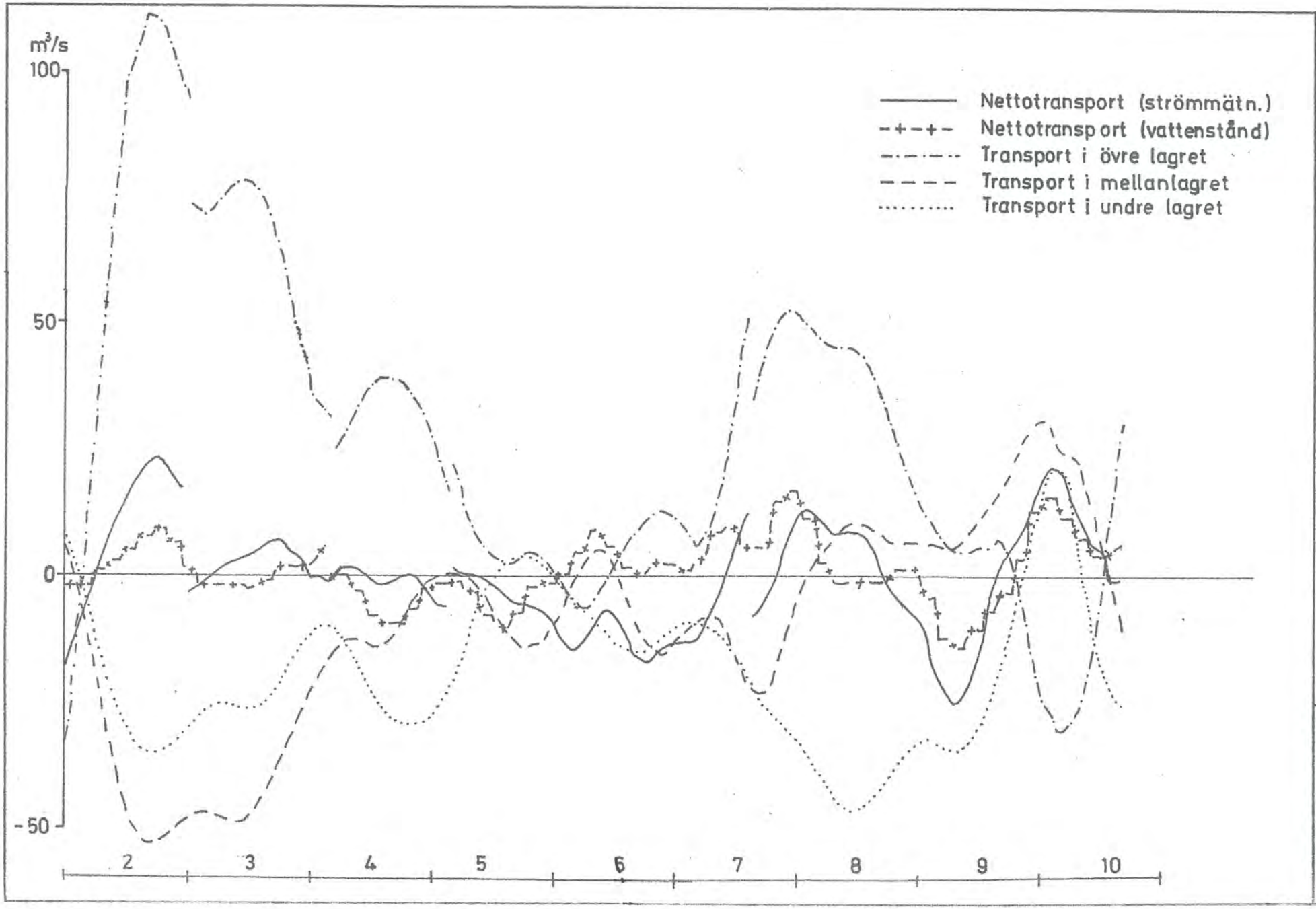
I punkt 5 var strömriktningen odecidered.
Aut. instrument visade samtidigt 17 m/s ingående

AL

SMHI HBO	JÄMFÖRELSE MELLAN MANUELLT MÄTT OCH AUTOMATISKT REGISTRERAD STRÖM PÅ 5m DJUP (VIND SW 8-10 m/s)	Bilaga 8 SUNNINGEN



AL



SMHI
HBO

TRANSPORTER I DE OLIKA LAGREN
SAMT NETTOTRANSPORTER

Bilaga 9
SUNNINGEN
1972-07-02--10

AL

Notiser och preliminära rapporter

Serie HYDROLOGI

Nr 1 Sundberg-Falkenmark, M
Om isbärighet. Stockholm 1963

Nr 2 Forsman, A
Snösmältning och avrinning. Stockholm 1963

Nr 3 Karström, U
Infrarödteknik i hydrologisk tillämpning: Värmebilder som hjälpmedel i recipientundersökningar. Stockholm 1966

Nr 4 Moberg, A
Svenska sjöars isläggnings- och islossningstidpunkter 1911/12-1960/61. Del 1. Redovisning av observationsmaterial. Stockholm 1967

Nr 5 Ehlin, U & Nyberg, L
Hydrografiska undersökningar i Nordmalingsfjärden. Stockholm 1968

Nr 6 Milanov, T
Avkylningsproblem i recipienter vid utsläpp av kylvatten. Stockholm 1969

Nr 7 Ehlin, U & Zachrisson, G
Spridningen i Vänerns nordvästra del av suspenderat materiel från skredet i Norsälven i april 1969. Stockholm 1969

Nr 8 Ehlert, K
Mälarens hydrologi och inverkan på denna av alternativa vattenavledningar från Mälaren. Stockholm 1970

Nr 9 Ehlin, U & Carlsson, B
Hydrologiska observationer i Vänern 1959-1968 jämte sammanfattande synpunkter. Stockholm 1970

Nr 10 Ehlin, U & Carlsson, B
Hydrologiska observationer i Vänern 17-21 mars 1969. Stockholm 1970

Nr 11 Milanov, T
Termisk spridning av kylvattenutsläpp från Karlshamnsverket. Stockholm 1971

Nr 12 Persson, M
Hydrologiska undersökningar i Lappträskets representativa område. Rapport I. Stockholm 1971

Nr 13 Persson, M
Hydrologiska undersökningar i Lappträskets representativa område. Rapport II: Snösmältningar med snörör och snökuddar. Stockholm 1971

Nr 14 Hedin, L
Hydrologiska undersökningar i Velens representativa område. Beskrivning av området, utförda mätningar samt preliminära resultat. Rapport I. Stockholm 1971

Nr 15 Forsman, A & Milanov, T
Hydrologiska undersökningar i Velens representativa område. Markvattenstudier i Velenområdet. Rapport II. Stockholm 1971

Nr 16 Hedin, L
Hydrologiska undersökningar i Kassjöåns representiva område. Nederbördens höjdberoende samt kortfattad beskrivning av området. Rapport I. Stockholm 1971

Nr 17 Bergström, S & Ehlert, K
Stochastic Streamflow Syntheses at the Velen representative Basin. Stockholm 1971

Nr 18 Bergström, S
Snösmältningen i Lappträskets representativa område som funktion av lufttemperaturen. Stockholm 1972

Nr 19 Holmström, H
Test of two automatic water quality monitors under field conditions. Stockholm 1972

Nr 20 Wennerberg, G
Yttemperaturkartering med strålningstermometer från flygplan över Vänern under 1971. Stockholm 1972

Nr 21 Prych, A
A warm water effluent analyzed as a buoyant surface jet. Stockholm 1972

Nr 22 Bergström, S
Utveckling och tillämpning av en digital avrinningsmodell. Stockholm 1972

Nr 23 Melander, O
Beskrivning till jordartskarta över Lappträskets representativa område. Stockholm 1972

Nr 24 Persson, M
Hydrologiska undersökningar i Lappträskets representativa område. Rapport III: Avdunstning och vattenomsättning. Stockholm 1972

Nr 25 Häggström, M
Hydrologiska undersökningar i Velens representativa område. Rapport III: Undersökning av torrperioderna under IHD-åren fram t o m 1971. Stockholm 1972

Nr 26 Bergström, S
The application of a simple rainfall-runoff model to a catchment with incomplete data coverage. Stockholm 1972

Nr 27 Wändahl, T & Bergstrand, E
Oceanografiska förhållanden i svenska kustvatten. Stockholm 1973

Nr 28 Ehlin, U
Kylvattenutsläpp i sjöar och hav. Stockholm 1973

Nr 29 Andersson, U-M & Waldenström, A
Mark- och grundvattenstudier i Kassjöåns representativa område. Stockholm 1973

Nr 30 Milanov, T
Hydrologiska undersökningar i Kassjöåns representativa område. Markvattenstudier i Kassjöåns område. Rapport II. Stockholm 1973

SMHI Rapporter

HYDROLOGI OCH OCEANOGRAFI

Nr RHO 1 Weil, J G
Verification of heated water jet numerical model
Stockholm 1974

Nr RHO 2 Svensson, J
Calculation of poison concentrations from a hypothetical accident off the Swedish coast
Stockholm 1974

Nr RHO 3 Vasseur, B
Temperaturförhållanden i svenska kustvatten
Stockholm 1975