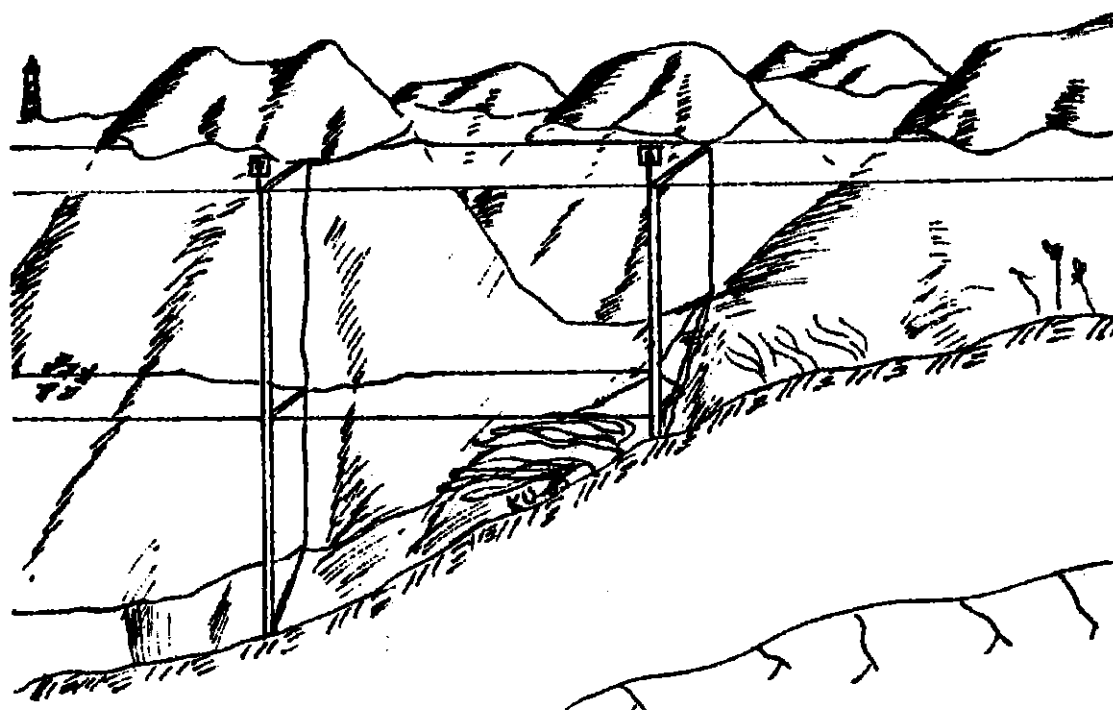


Vatten - och närsaltsomsättning i Göta Älvs mynning

STUDIE AV BOXMODELL



av

Kristina Ullman



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

Vatten- och närsaltsomsättning
i Göta Älvs mynning
Studie av boxmodell

av

Kristina Ullman

Examensarbete

Nr 1983:5

Göteborg 1983

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

SAMMANFATTNING

1. STUDIE AV BOXMODELLEN

1.1 Bakgrund

1.2 Modellens uppbyggnad

1.3 Modellens användbarhet

1.3.1 Strömnings värden

1.3.2 Närsaltsvärden

2. MODIFIERAD MODELL

2.1 Beskrivning av modifierad modell

2.2 Resultat av modifierad modell

3. SLUTSATSER

BILAGA 1

BILAGA 2

LITTERATURFÖRTECKNING

MUNTliga REFERENSER

FÖRORD

Detta examensarbete bygger på värden från en recipientundersökning som pågår i Göteborgs skärgård. Det är AB Hydroconsult från Bromma som utför mätningen. Undersökningen sker på uppdrag från Göteborgs Länsstyrelses naturvårdsenhet, där Johan Söderström har ansvaret för mätningarna.

Jag vill tacka Gunnar Granstrand och Ulla Kellgren från AB Hydroconsult för att jag fått vara med på undersökningarna i år och för att de har lärt mig en del om hur de utförs.

Jag vill också tacka C-G Göransson från VBB, som tog sig tid att diskutera de problem som uppstod under arbetets gång.

Sist men inte minst vill jag framföra mitt varmaste tack till Johan Söderström och Steffen Häggström, utan vilkas hjälp och glada tillrop jag aldrig klarat av arbetet.

Göteborg i augusti 1983

Kristina Ullman

SAMMANFATTNING

Erik Eriksson och Johan Peippo har utarbetat en boxmodell som beskriver Göta älvs utlopp ut i Göteborgs skärgård. Modellen bygger på årsmedelvärden och behandlar vatten- och närsaltsomsättning. Boxmodellen är beskriven i en artikel i tidskriften Vatten nr 2 från 1975.

En undersökning skulle göras för att kontrollera huruvida modellen skulle kunna gälla även för enstaka mättillfällen under ett år.

Vattenomsättningen, vilken bygger på kontinuitetsberäkningar grundade på sötvattenhalter, stämde rent hydrologiskt sett i ca hälften av mättillfällena i alla avseenden utom ett. Det var ett antagande i modellen som vid undersökning visade sig vara fel. Detta gick ut på att det ute i skärgården inte sker något utbyte mellan havsvattnet vid botten och det ovanför liggande brackvattnet, vilket är en blandning av havs- och älvvatten.

Då närsaltsvärdena sattes in i modellen gav det vid vissa mättillfällen "negativa utfällningar". Det betyder att mer närsalter går in i en box än vad som går ut ur densamma.

Resultaten från de mätomgångar som var kvar efter "bortsällning av omöjliga situationer" vid ström- och närsaltsstudier, var för få för att modellen skulle kunna anses som tillförlitlig vid enstaka mättillfällen.

De i undersökningen ofta förekommande felen gav antydning om att det "läckte" in vatten i modellen från omgivande skärgård.

En sammanställning av flera års strömstudier visade att det strömmade relativt stora mängder vatten både in i och ut ur modellen. Det är antagligen fel att avskärma modellen så totalt från sidoströmmarna.

En del av modellen är i det närmaste opåverkade av andra strömmar. Det rör sig om boxarna i Göta älv samt dess mynning. En något modifierad modell begränsad till de inre delarna gjordes. Den modellen torde stämma för de allra flesta tillfällen.

Närsaltssituationen visade på att det sker en ökning av främst fosfor mellan Lärjeån och Rya Nabbe samt att Ryaverket ger en ökning av fosforhalten på mellan 0,5 och 4.5 gånger.

Kvävets värden är mer osäkra, men de visar dock att det som släpps ut från Rya är, i jämförelse med vad som finns i älven i övrigt, av betydande storlek.

1. STUDIE AV BOXMODELLEN

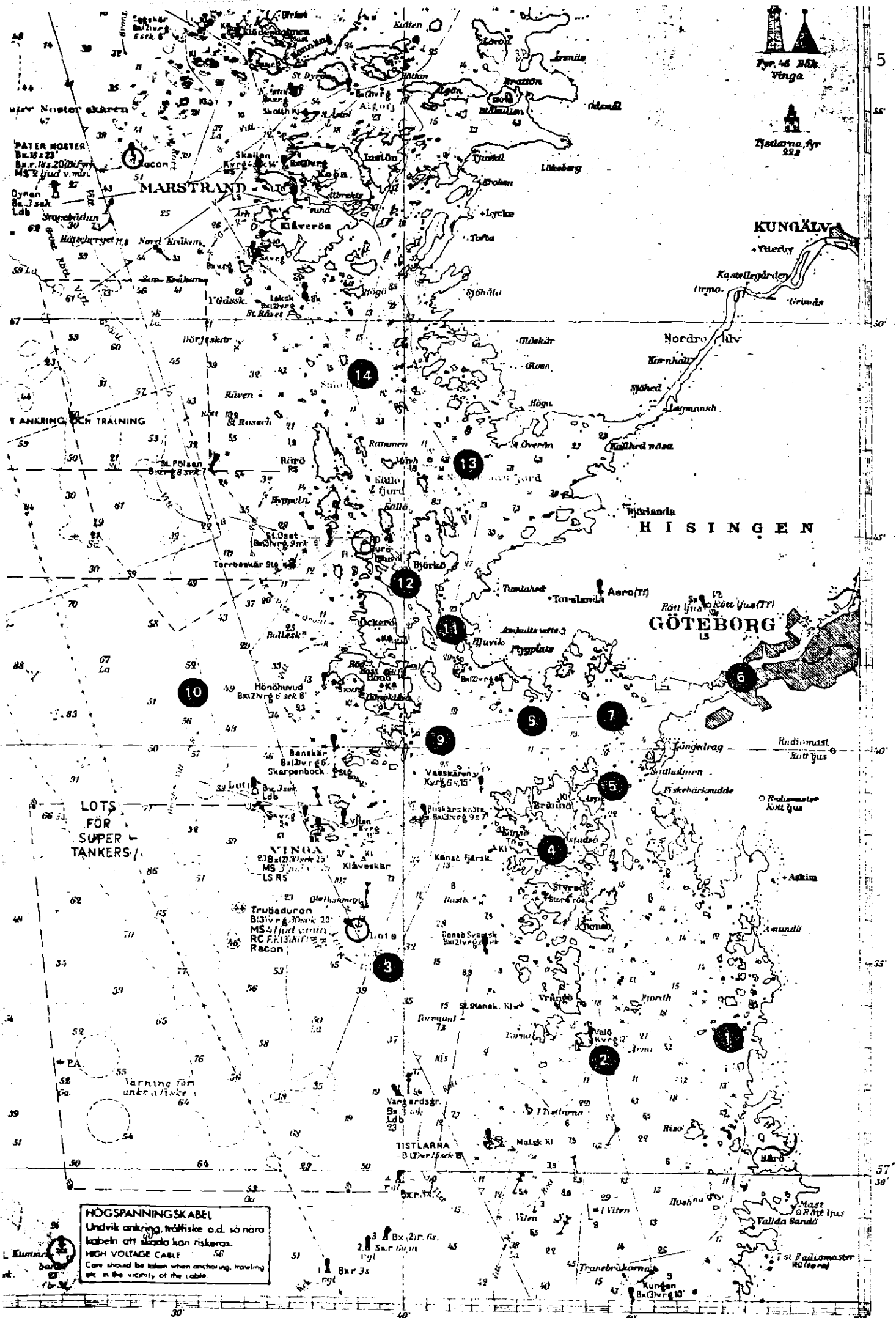
1.1 Bakgrund

Erik Eriksson och Johan Peippo har utarbetat en boxmodell som beskriver utloppet från Göta älv. Modellen beskrivs i tidskriften Vatten nr. 2 från 1975. Syftet med modellen var att ge en bild av hur Göteborgs skärgård påverkas av närsaltsutsläpp från Ryaverket och Göta älv. Det vore önskvärt att kunna studera huruvida minskade utsläppsmängder från Ryaverket skulle ge en förbättring av miljön i recipienten. För att få en bild av hur föroreningarna sprids måste först vattenomsättningen i recipienten studeras.

Modellen är utformad för årsmedelvärden. Johan Söderström på Länsstyrelsens naturvårdsenhet hade en förhoppning om att modellen skulle kunna användas även för enskilda mättillfällen.

Hydroconsult utför varje år en recipientundersökning med ca 11 mättillfällen/år. Vid varje mättillfälle tas prover vid 13 olika stationer (se fig. 1). Provtagningarna omfattar varje gång salthalts-, temperatur-, ström- och syremätningar samt vid ca hälften av tillfällena undersökning av fosfor- och kvävehalter.

I samråd med Steffen Häggström på institutionen för vattenbyggnad bestämdes att ett lämpligt examensarbete skulle vara att studera modellens representativitet för enskilda mättillfällen under året samt att studera närsaltsbalansen i boxarna.



Figur 1. Göteborgs skärgård med provtagningsstationer utsatta.

1.2 Modellens uppbyggnad

Modellen, som är av typ boxmodell, sträcker sig (fig 1) från Lärjeån i Göta älv ut till en station lokaliserad mellan Hönös sydöstra spets och Vasskären för att där vika av och i sydsydvästlig riktning fortsätta 11 km. Modellens hela längd är ca 35 km.

Modellen har i horisontal led delats in i 5 boxar (fig 2) där varje box i sin tur är indelad i 2 resp 3 nivåer beroende på djup.

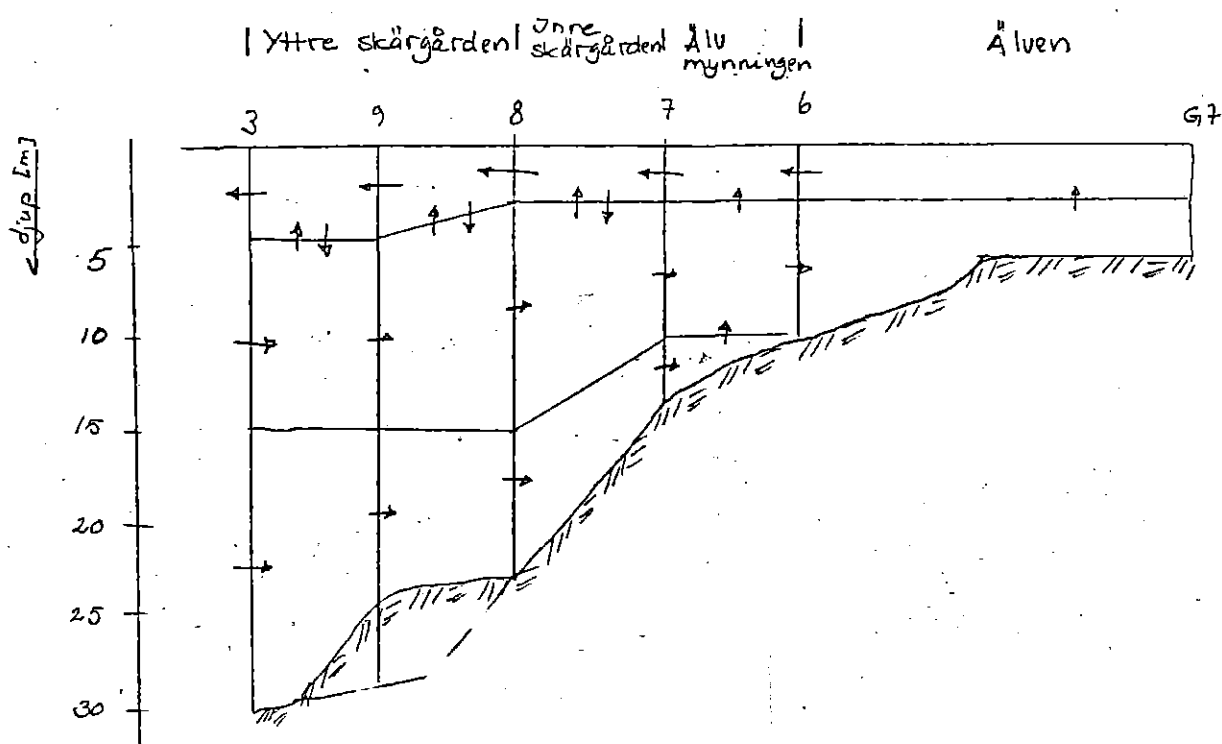


Fig. 2a Principskiss över de olika reservoarerna i området samt deras flödesriktningar

Boxarnas storlek är anpassade till avstånden mellan stationerna i recipientundersökningen. Mätstationerna är förlagda till boxarnas kanter.

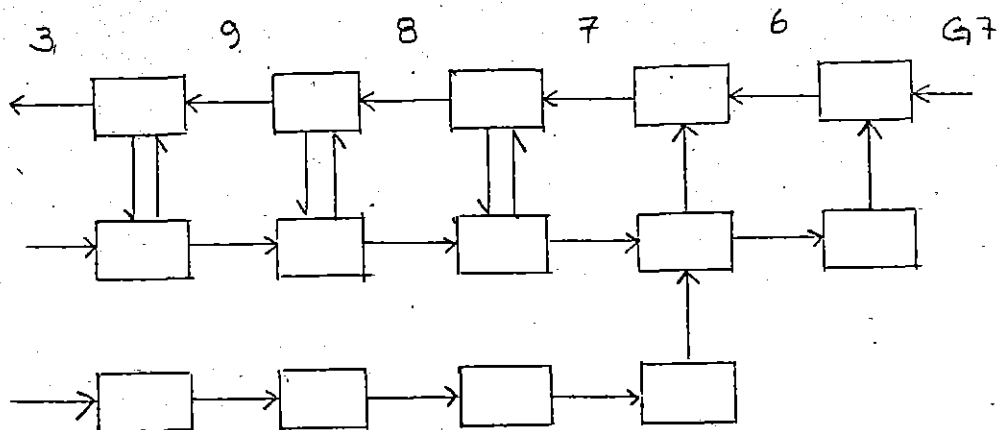


Fig 2b Reservoarerna i form av boxmodell

Vattenomsättningen är löst på följande vis (fig. 2b); i det översta skiktet vilket är 3-5 m djupt går en utåtgående ström, medan strömmarna i de två undre skikten är inåtgående. Mellan yt- och mellanskiktet sker en dubbelriktad transport i vertikal led med undantag av de två innersta boxarna där den vertikala transporten enbart är uppåtriktad.

Mellan djup- och mellanskikten förväntas ingen vertikal transport ske utom i den för djupskiktet innersta boxen, där strömmen enbart är uppåtgående. Det förutsätts också att ingen horisontell vattentransport sker från och till områden som gränsar till modellen.

För att räkna ut hur mycket vatten som far in i respektive ut ur varje box används kontinuitetsekvation (fig 3). Den bygger på antagandet att strömningsförhållandena är stationära och gäller för volym- och saltflöde. Jag har, med stöd av salthaltsmätningar utförda i de yttersta mätstationernas nedersta lager, antagit att havets normala salthalt är 33‰.

Värdena för vattentransporten är givna i m^3/s . När dessa är uträknade får man genom omräkning och insättning av de uppmätta närsaltshalterna fram närsaltstransporten (fig 4). I de boxar där det blir ett överskott av närsalter antas utflockning ske.

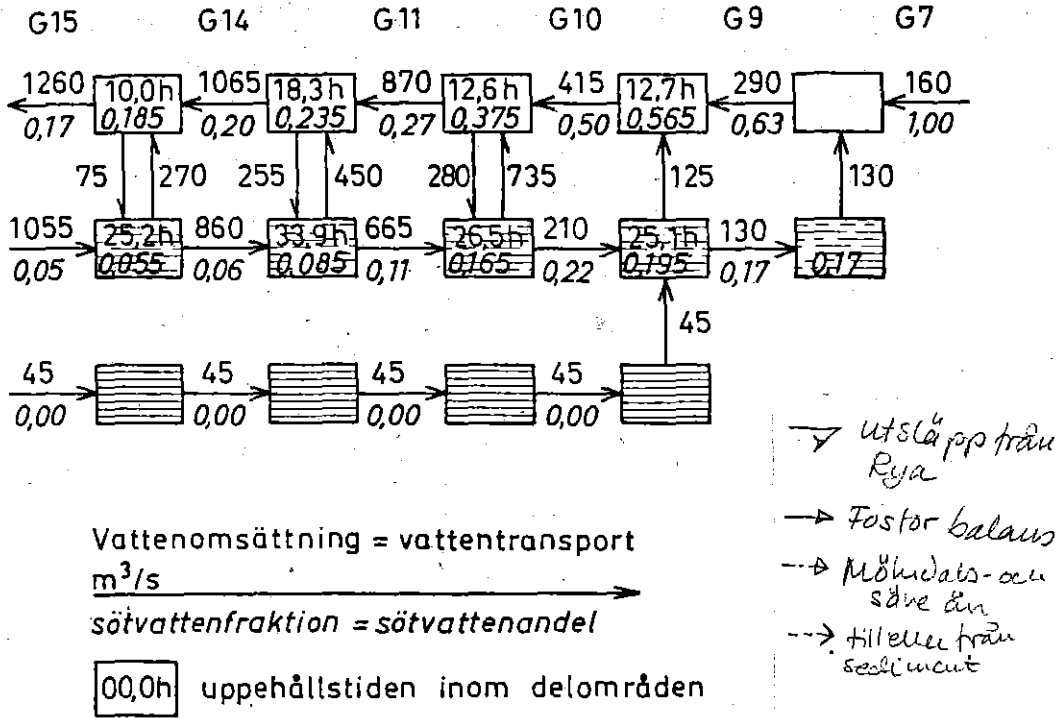


Fig 3 Beräknade flöden av vatten och älvfraktioner i modellen. Övre talen i reservoarerna anger uppehållstider (h) för vattnet, i timmar. Lutande siffror, älvvattenfraktion. Flödena i m³/s.

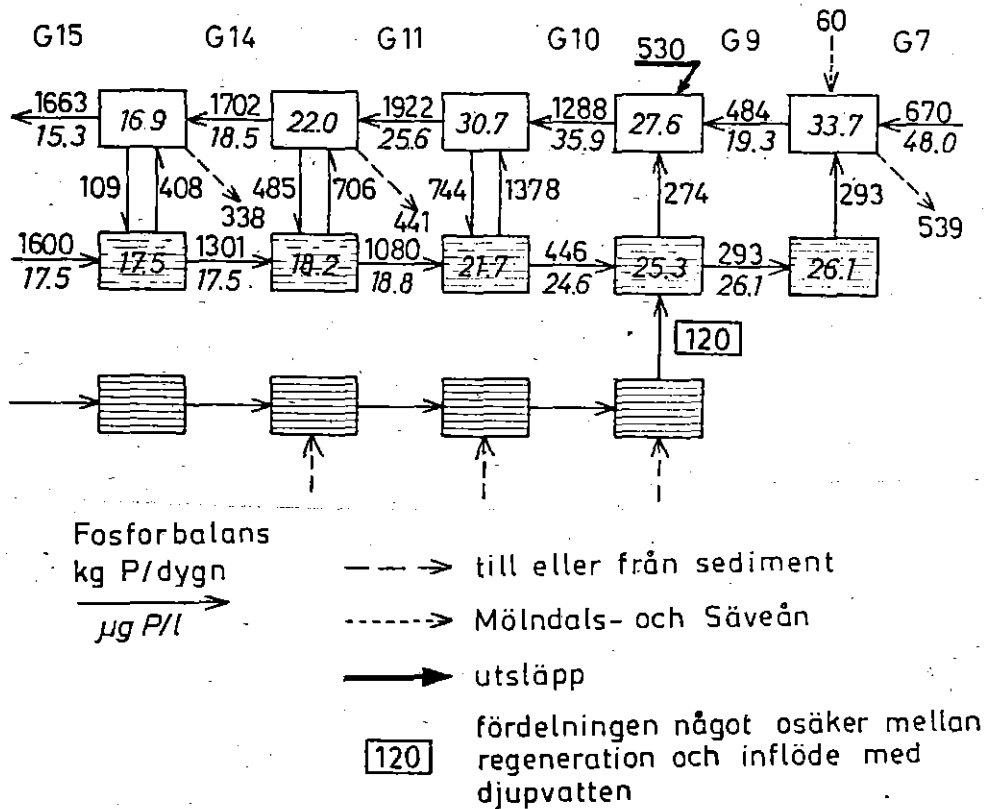


Fig. 4 Simulerade fosforflöden och fosforkoncentrationer vid utsläpp av 530 kg/dygn tot.P i ytan

1.3 Modellens användbarhet

1.3.1 Strömningsvärden

Vid genomräkning av de 11 mättillfällena som utfördes 1982 visade det sig att endast 5 st gav fysikaliskt rimliga resultat medan 6 st var orimliga (någon egentlig möjlighet till verifiering av resultaten finns inte, då strömningsmätningar ej utförts i tillräckligt hög grad).

Jag upptäckte ett i samtliga fall genomgående fel. Antagandet att det inte skulle ske något vertikalt utbyte mellan djup och mellanskikt med undantag av stn.nr 7 visade sig vara felaktigt (fig 5).

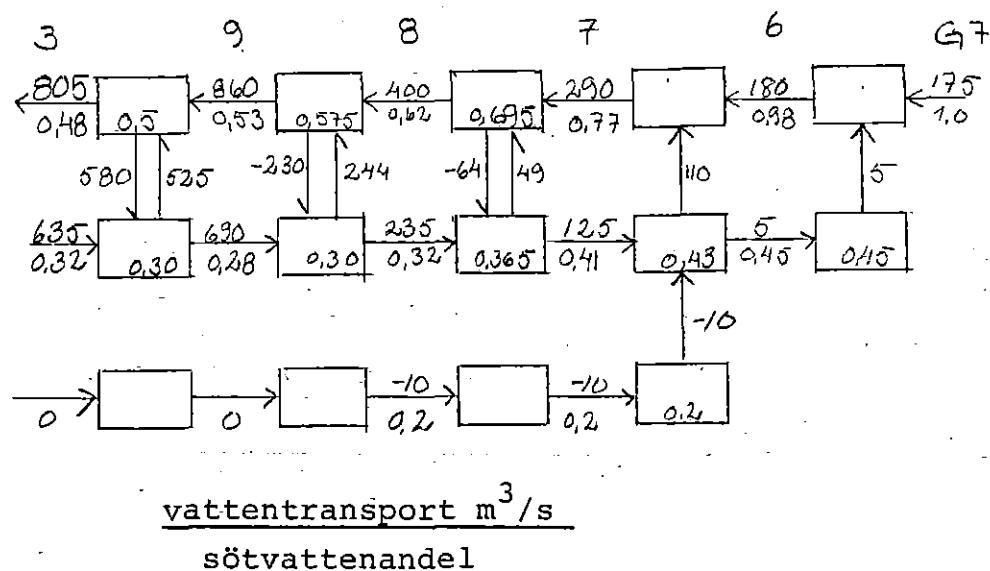


Fig 5 Beräknade flöden av vatten och älvvattenfraktioner i modellen 82-03-30/31

De sex orimliga mättillfällena var orimliga beroende på att "negativa strömmar" uppstod mellan några boxar (fig. 5). En tanke var då att helt enkelt "vända på en negativ strömpil". Detta gick emellertid inte då det medförde orimligheter på andra håll i modellen.

Dessa orimligheter förekom i de yttre boxarna. Att felen inte förekom i de inre, beror antagligen på att där är strömmarna relativt opåverkade av andra strömmar. Strömförhållandena är mer regelbundna i älven och dess mynning än vad de är längre ut i skärgården.

Antagandet att det inte kommer in något vatten från modellens sidor är troligen korrekt för dess inre delar men inte för dess yttre.

Efter att ha sammanställt strömmätningar från 1972-1980 och tagit medelvärden för olika strömriktningar visade det sig att betydande vattenmängder både kom in till och ut från de två stationerna nr 5 och 11 (fig. 6).

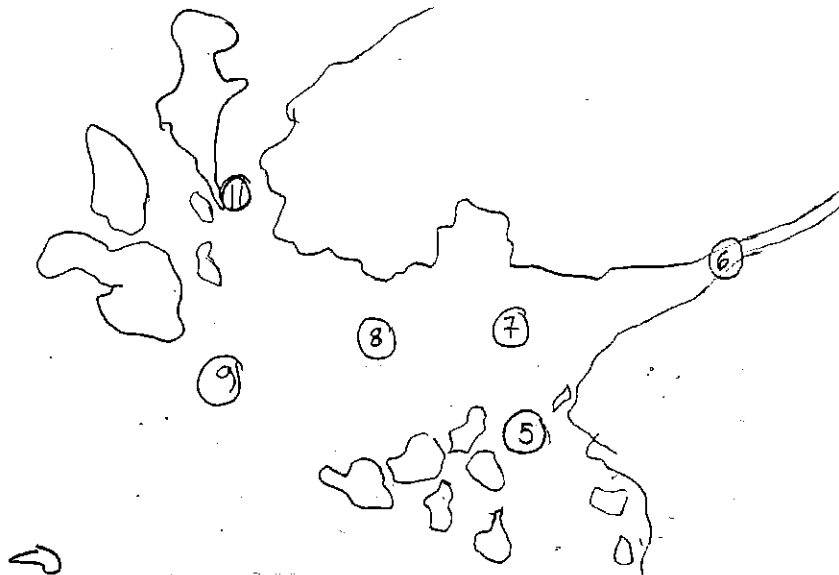


Fig 6 Förenklad karta över Göta älvs mynning

Vid station nr 11 förekom en klart övervägande ytström (0-8 m djup) från norr med en vattenmängd på 60-80 m³/s. I de undre lagren låg den uppmätta sydliga medelströmmen på ca 30 m³/s. Även vid station nr 5 var de sydgående strömmarna dominerande med vattenmängder mellan 0-2 m djup på 80 m³/s och mellan 2-20 m djup på ca 230 m³/s.

Dessa siffror talar ett enkelt språk; det går helt enkelt inte att avskärma modellen från sidoströmmar.

Ytterligare en anledning till de felaktiga värdena är att

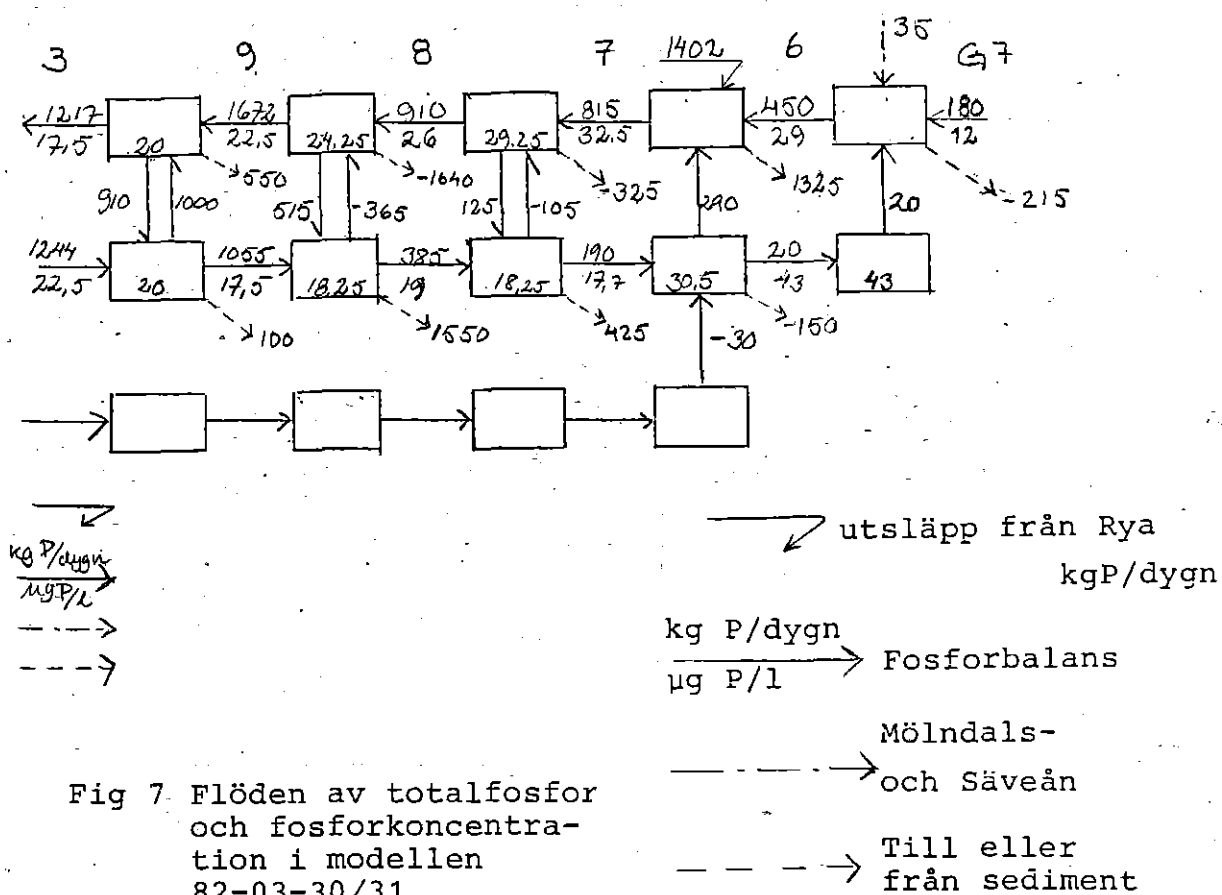
språngskiktet inte ligger så statistiskt som det antagits i modellen.

Isohalinerna för de aktuella mättillfällena visar att det sker relativt stora fluktuationer av salthalter i djup- och längsled (se bil. 1 och 2).

1.3.2 Närsaltsvärden

Eriksson och Peippo har för årsmedelsituationer antagit att utflockning av fosfor ägde rum i de boxar där det blev ett överskott av ämnet. Med andra ord; det transporterades in mer närsalter än vad som med strömmar transporterades ut ur en och samma box (fig 4).

Då närsalternas mätvärden från 1982 sattes in i modellen visade sig vissa underligheter. Det blev visserligen utflockning, men vid vissa tillfällen visade det även på "negativ utflockning" (fig 7).



Det var alltså större mängder närsalter som gick ut ur boxen än vad som gick in i den. Detta kan för de yttre boxarna förklaras med den "störning" som strömmarna från sidorna medför och för boxen mellan station G7 och station 6 som föroreningar i det dagvatten som har sin avrinning ner i Göta Älv.

För boxar i botten kan det bero på urlakning från bottensediment.

2. MODIFIERAD MODELL

2.1 Beskrivning av modifierad modell

Modellen kan förenklas och göras säkrare genom att den avslutas efter station nr 7. I de fall där ett negativt strömningsvärde förekommer från djupboxen upp till mellanboxen (stn nr 7), så kapas djupboxen helt enkel av och ersätts med dubbelriktade pilar mellan de två övre boxarna vid samma station (fig 8a).

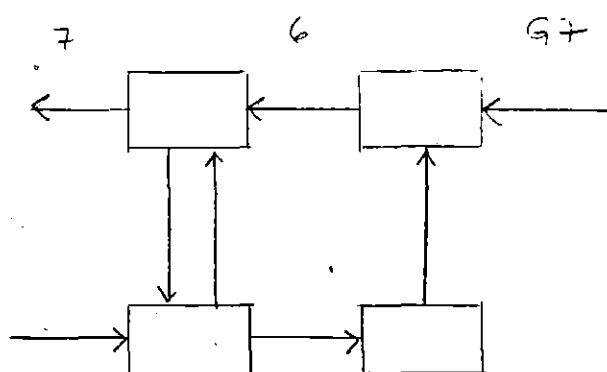


Fig 8a Förenklad modell
med avkapad djupbox

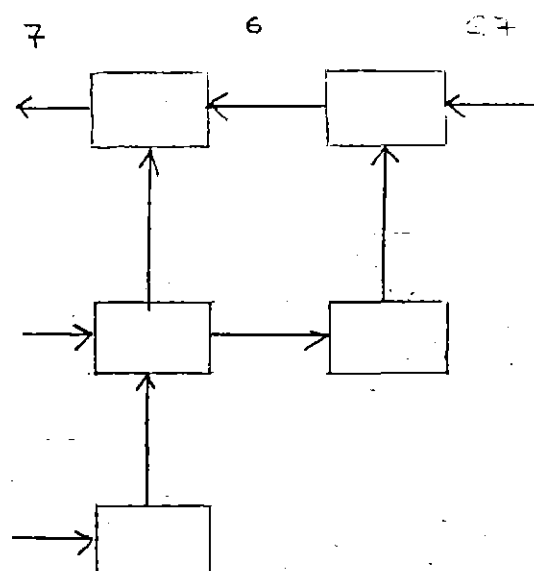


Fig 8b D:o utan avkapad
djupbox

I övriga fall finns den understa boxen kvar (fig 8b).

- Att man kan kapa den understa boxen beror på att det är så pass grunt vid stn nr 7 att vattentungan med rent havsvatten inte alltid går så långt upp mot Göta älvs mynning.

Den del av modellen som efter modifiering är kvar är relativt opåverkad av strömmar från omgivande vatten. Däremot är den inte opåverkad av de närsalter som kommer ut med avrinningar från omgivande natur.

2.2 Resultat av modifierad modell

Strömmarna i den modifierade modellen visar inte några negativa värden (fig. 9a-f).

De kan antas överensstämma med de verkliga strömmarna. Fosforanalysen visar i de flesta fall både positiva och negativa utflockningar (fig 10a-e).

De negativa värdena för utflockning vid station nr 6 beror antagligen på, som tidigare nämnts, dels en avrinning från omgivningen, dels en urlakning av fosfor från bottensedimenten.

Att koncentrationen av fosfor stiger mellan stationerna 6 och 7 kan till en del bero på avrinning, men till en betydligt större del torde det härröra från Ryaverkets utsläpp.

Fosforhalten stiger mellan 0,5-4,5 gånger, då vattnet passerat Rya (fig. 10a-e).

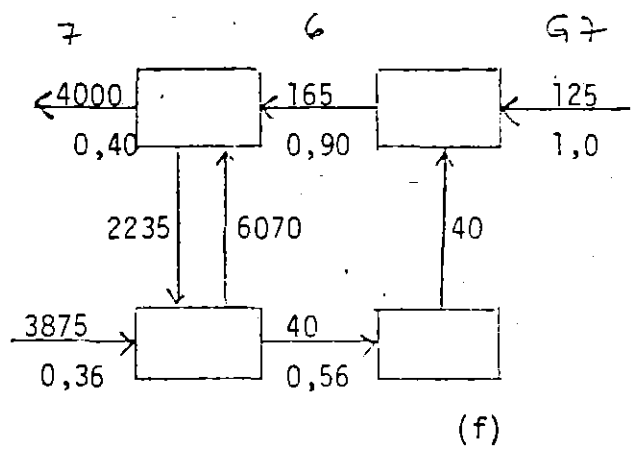
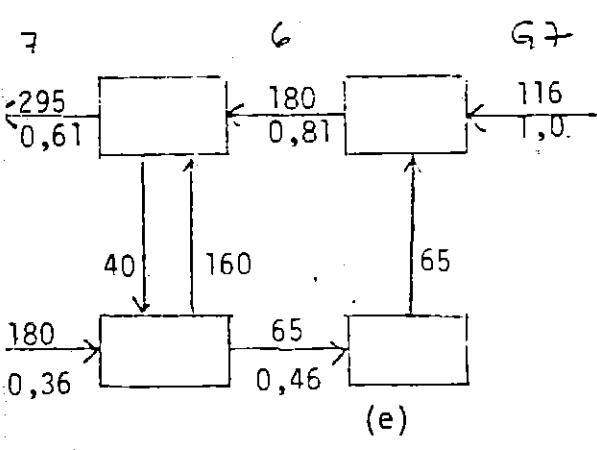
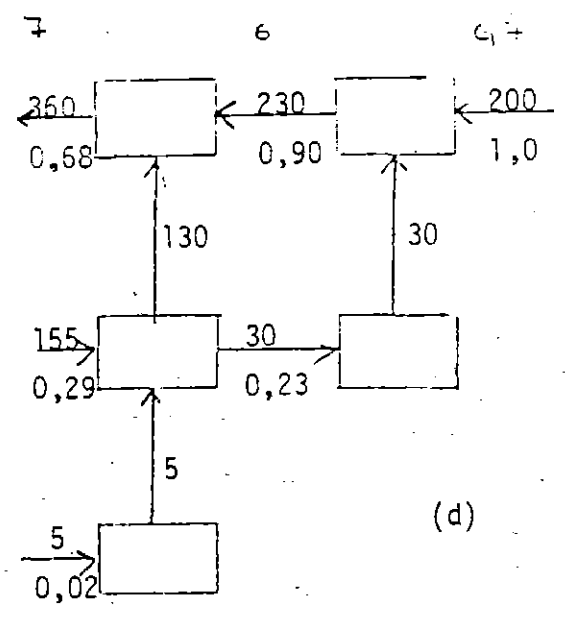
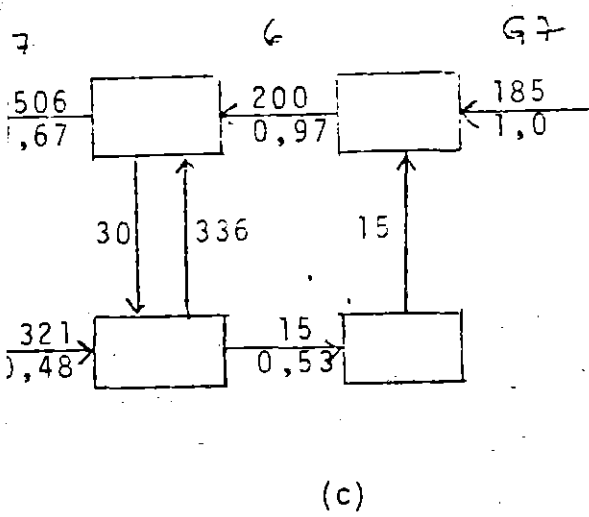
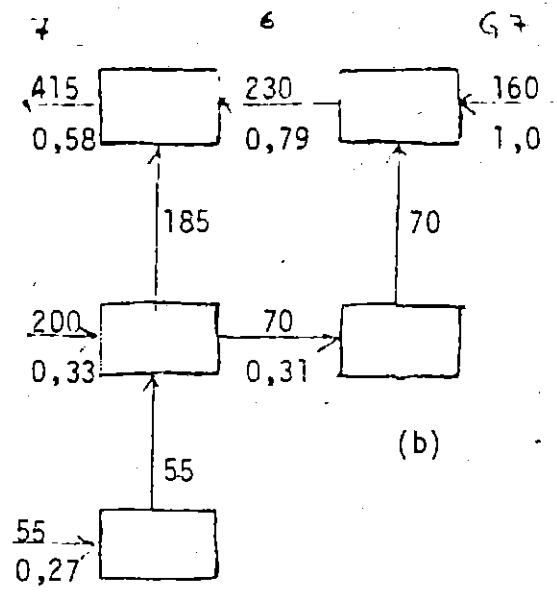
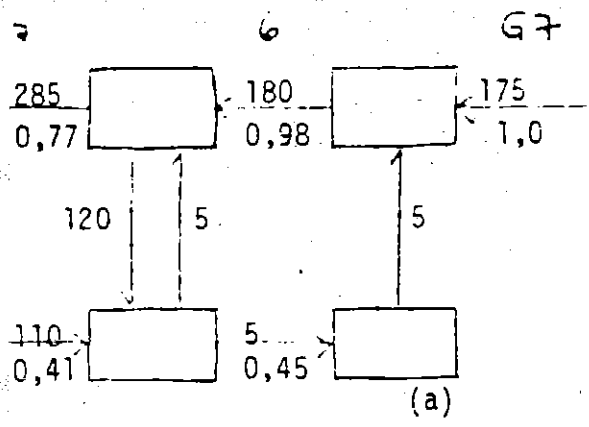
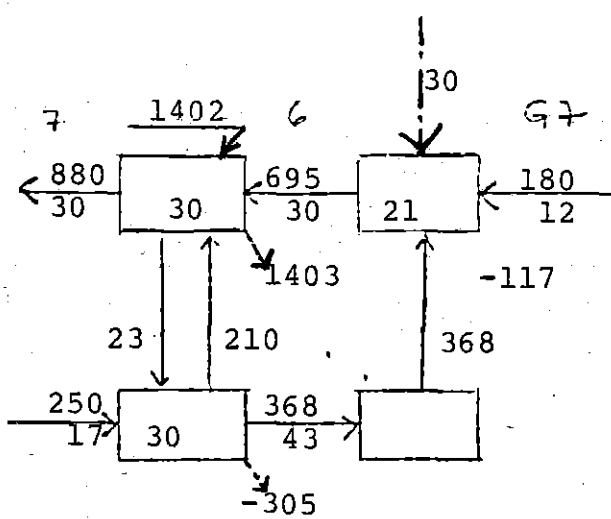
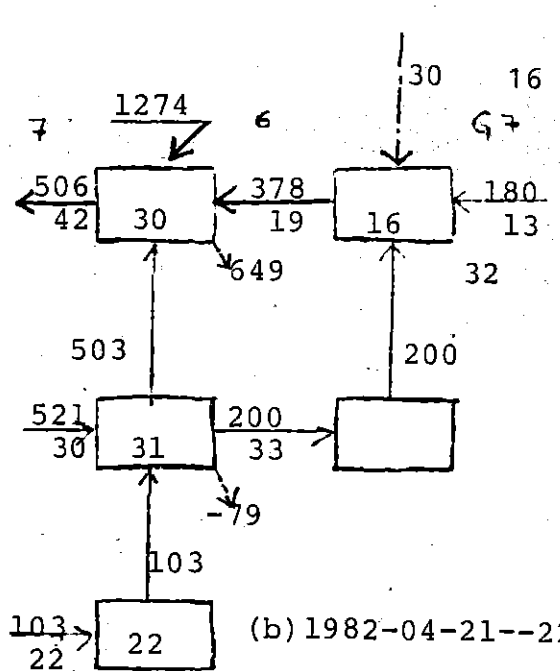


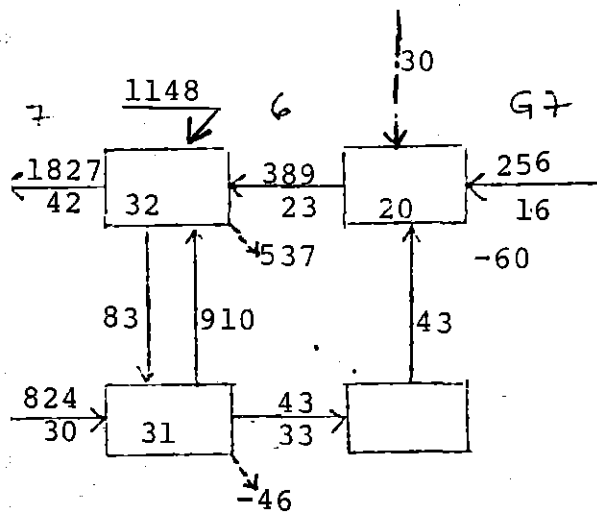
Fig. 9a-f. Simulerade flöden för olika måttillfällen 1982 enligt modifierad modell.



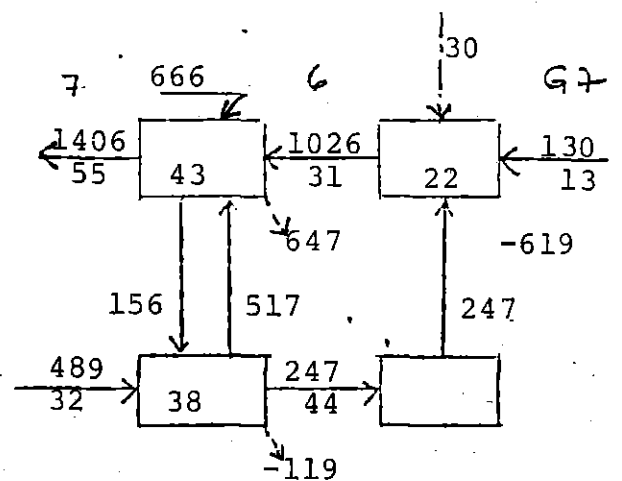
) 1982-03-30--31



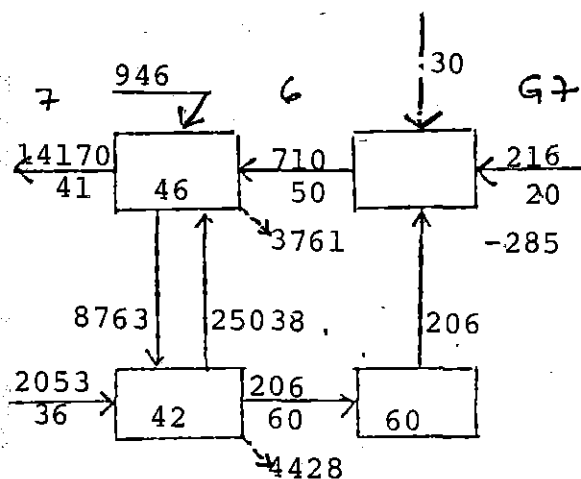
(b) 1982-04-21--22



) 1982-05-24--26



(d) 1982-07-20--22



) 1982-09-22--24

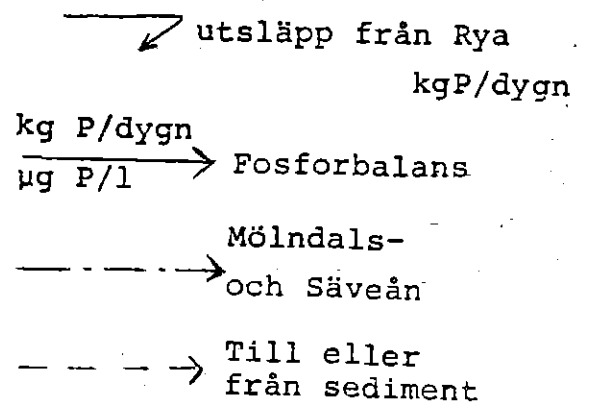


Fig. 10a-e. Simulerade fosforflöden f. olika mättilfällen 1982

3. SLUTSATSER

Efter försöken att sammanställa resultaten från recipientundersökningar i Göteborgs skärgård med hjälp av Erikssons och Peippos boxmodell kan man konstatera att modellen i dess ursprungliga skick inte kan användas som ett tillförlitligt hjälpmedel.

Tanken att avgränsa modellen i den "fåra" och i de skikt som förelåg, torde ur hydrologisk synpunkt vara att förenkla för mycket.

Att det skulle kunna gå att använda modellen i modifierat skick för framtida bruk vill jag låta vara osagt. Rent hydrologiskt sett bör den dock ge korrekta resultat för de flesta situationer. Detta beroende på att den del av modellen som är kvar domineras så mycket av den ström som älven ger upphov till, samt att det kan korrigeras för längden på saltvattentungan som går upp mot station nr 7.

Används modellen måste man avgränsa boxarna, där de egentliga språngskikten ligger och inte förutsätta ett statistiskt språngskikt på 3 m djup.

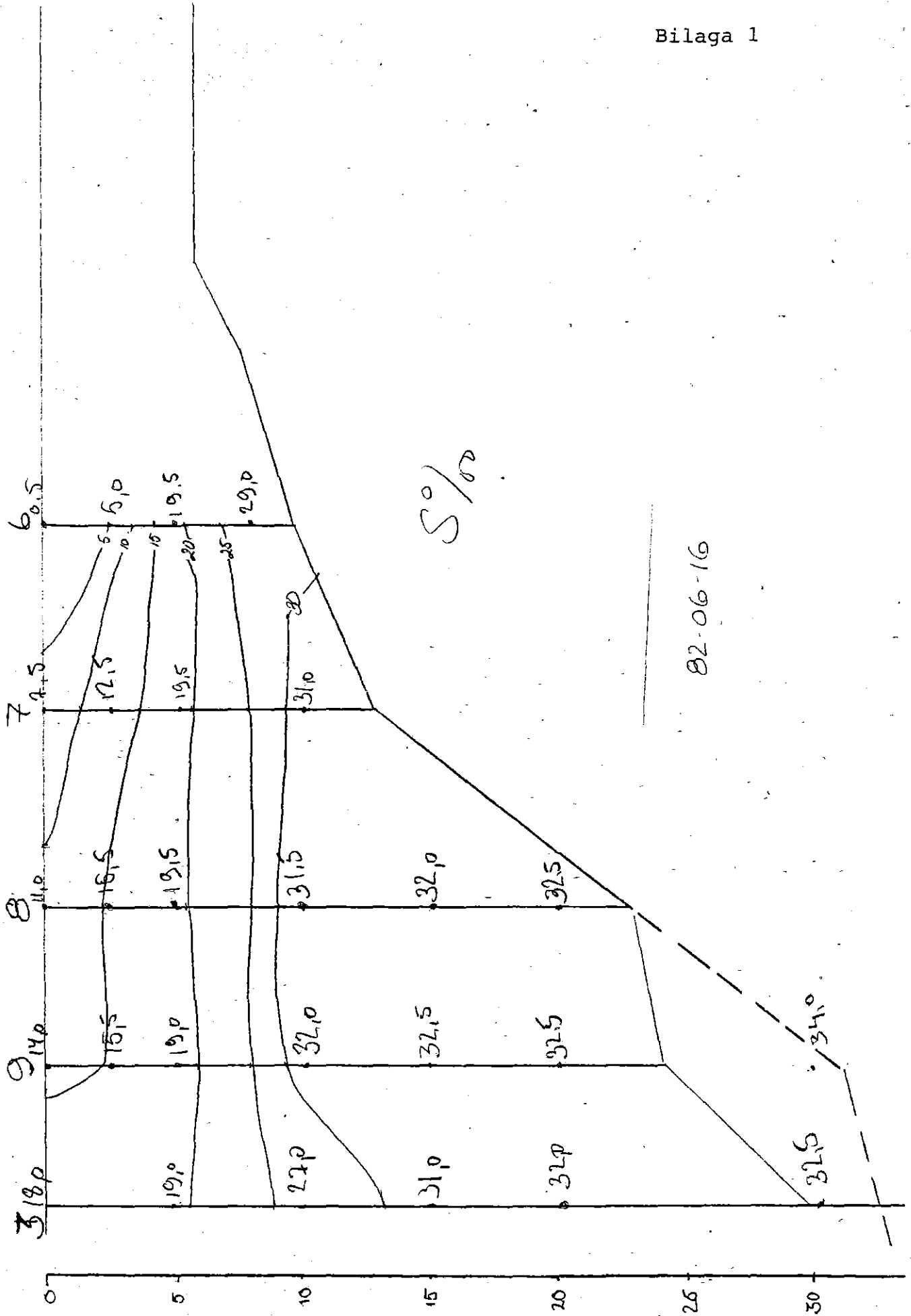
Vad det gäller resultaten av fosfor-situationen kan man se en klar höjning av halterna då vattnet passerat Ryaverkets utsläppspunkt. Koncentrationen stiger mellan 0,5 till 4,5 gånger.

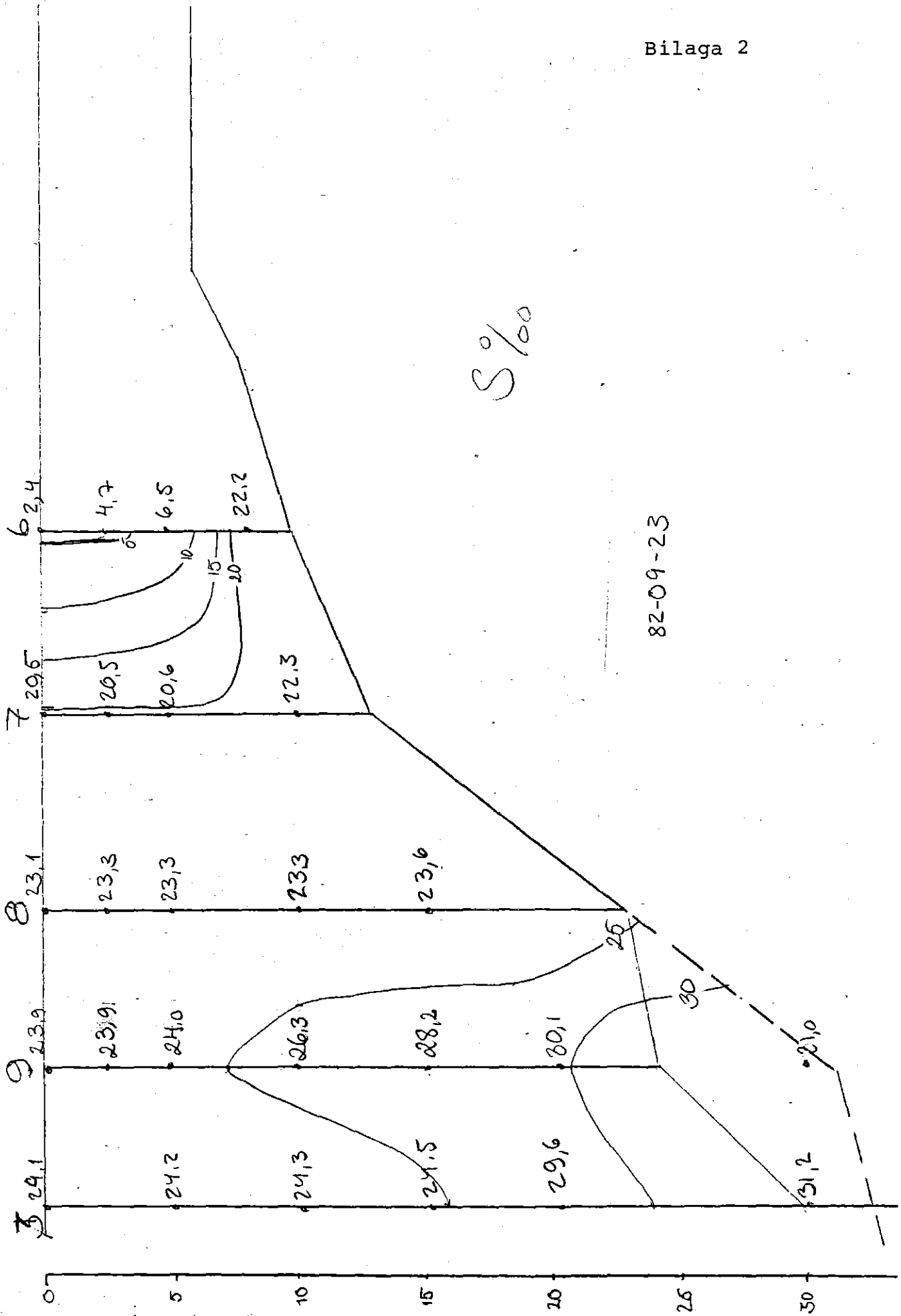
Även halterna av kväve ökar efter Rya, men värdena på kväve är så höga och osäkra att jag inte anser mig kunna kommentera dem vidare.

Eriksson och Peippo hade vissa funderingar om att det skulle kunna finnas ett samband mellan andelen utflockat fosfor och andelen fosfor i älvvattnet. Vid genomgång av alla mättillfällen har jag dock inte kunnat påvisa några samband.

Till sist

För att få en modell för hela estuariet att stämma måste man ta hänsyn till var språngskiktet ligger, hur strömmarna går samt räkna med de vattenmassor som från sidorna påverkar modellen.





S%

82-09-23