



Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

ISSN 0348 - 1069

Användning av simuleringsmodellen MITSIM vid vattenresursplanering för Svartån

av

Steffen Häggström

Henriette Melin

Report

Göteborg 1982

Series B : 31



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

ANVÄNDNING AV SIMULERINGSMODELLEN MITSIM
VID VATTENRESURSPLANERING FÖR SVARTÅN

av

Steffen Häggström Henriette Melin

Bidrag till:

NHF NHK'82

Den 7. Nordiske Hydrologiske Konferanse
Førde 28-30 juni 1982

Report

Series B:31

Göteborg 1982

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
 Chalmers Tekniska Högskola
 412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid.</u>
FÖRORD	
ABSTRACT	1
MODELLER SOM ANVÄNDS I SVARTÅPROJEKTET	1
SIMULERINGSMODELLEN MITSIM	2
TILLÄMPNING AV MITSIM PÅ LAXÅNS REGLERING	4
MITSIM - NYTTIGT ATT VETA FÖR EN PRESUMTIV ANVÄNDARE	8
MITSIM SOM HJÄLPMEDEL I PRAKTISK VATTEN-RESURSPLANERING	9
REFERENSER	10

FÖRORD

Denna rapport är ett bidrag till Nordisk Hydrologisk Förenings konferens i Förde 28-30 juni 1982 (NHK'82).

Det arbete som ligger till grund för rapporten har huvudsakligen skett inom forskningsprojektet "Vattenresursplanering Svartån" som utförs med medel från Statens Naturvårdsverk.

ANVÄNDNING AV SIMULERINGSMODELLEN MITSIM VID VATTENRESURS- PLANERING FÖR SVARTÅN

Steffen Häggström

Henriette Melin

ABSTRACT

MITSIM, Massachusetts Institute of Technology Simulation Model, is a computer model for the simulation of flows in a river basin. It is used to study the consequences of measures such as changes in stream flow regulation, increased irrigation etc.

Input to the model is data about the physical components and hydrological data of the basin. Output consists of mean flow values and statistical data about the fulfilment of different water demands.

The model has been tested on the Laxå river system in which there are several regulated lakes and a diversion of water to the town of Laxå. There is a need of lake regulations to lessen the flooding risks and ensure at least a minimum flow in the river. MITSIM simulations show that this can be achieved, much better than it is today, by altering the lake regulations.

With a new more user-oriented manual MITSIM might be a useful tool for water resource planning.

MODELLER SOM ANVÄNDS I SVARTÅPROJEKTET

Forskning avseende vattenresursplanering med Svartån i Närke som tillämpningsområde bedrivs med medel från Naturvårdsverket (SNV). Inom projektet har en översiktlig modell, SLUMOD, (Persson och Söderström, 1981) utarbetats. Med modellens hjälp kan man analysera hur vattenkvalitet och ekonomi inom området påverkas vid utveckling i olika riktning av jordbruk, industri m.m.

Speciellt för den hydrologiska beskrivningen behövs emellertid en mer detaljerad modell med vars hjälp man kan studera hur olika vattenbehov kan tillgodoses och hur man genom ändrade regleringsrutiner kan öka lågvattenföringar och minska högvattenföringar, vilket i många vattendrag inklusive Svartån anses önskvärt. Därför studeras nu hur simuleringsmodellen MITSIM kan tillämpas på svenska förhållanden. Vid MIT har man ursprungligen utvecklat modellen för vattenfattiga områden, där den också använts (Strzepek et al. 1979, Strzepek och Lenton 1978). Under senare år har också en variant utvecklats för att kunna användas för svenska förhållanden (Strzepek 1981).

SIMULERINGSMODELLEN MITSIM

MITSIM är en modell med vars hjälp man simulerar flödet i ett vattendrag med hänsyn tagen till naturlig tillrinning, magasinering i reglerade och oreglerade sjöar, överföring av vatten till andra områden samt uttag för kommuner, industrier och jordbruk. Man simulerar med ett tidssteg på en månad och helst för en tidsperiod av 20 år eller mer för att få med extremsituationer.

Vattendraget schematiseras med hjälp av s.k. noder och förbindelser mellan dessa, där förbindelserna endast överför vatten från en nod till en annan. Noderna representerar tillrinning, sammanflöden, uttag, magasinering, överföring av vatten eller används för registrering av vattenföring. De finns listade i tabell 1.

Tabell 1 Noder representerade i MITSIM

<u>Symbol</u>	<u>Benämning</u>	<u>Viktigaste indata och kommentar</u>
	Start- eller tillrinnings-nod	Tillrinning till vattendraget som månadsmedelvärde för hela simuleringsperioden
	Reservoir eller sjö	Magasinering beräknas. Tappningsställe och avbördningsfunktion kan ges. Hänsyn kan tas även till avdunstning.

<u>Symbol</u>	<u>Benämning</u>	<u>Viktigaste indata och kommentar</u>
	Kraftverk	Kraftverk där kraftproduktion kan beräknas.
	Kommunalt eller industriellt uttag	Önskat uttag (m^3/s) för varje månad anges. Brist registreras i modellen och anges i utdata.
	Bevattningsuttag	Önskat uttag för varje månad anges. Modellen kan även ta hänsyn till minskat behov vid nederbörd om sådana indata ges för simuleringsperioden.
	Överledningsnod	Överledning till annat område eller annat delområde. Önskad överledning för varje månad anges.
	Hydrografnod	Används endast för registrering av simulerat flöde.
	Sammanflödesnod	Representerar sammanflöde och summerar endast flödena för vidare transport i systemet.
	Grundvattennod	Grundvattenuttag där akvifären har viss samband med vattendraget.
	Slutnod	Utgör slutpunkt i systemet. Flera slutpunkter kan förekomma.

Modellen simulerar magasineringen i systemet, vilket man måste ta hänsyn till när man tar fram indata. Dessa måste därför tas fram för små avrinningsområden med så liten sjöprocent som möjligt. Sådana data är svåra att få tag i på grund av det glesa nät för vattenföringsmätningar man har i dag.

En riktig simulering av magasineringseffekterna kan också vara svår att göra då tappningen i många fall sker "på känn". Vattenuttag till intressenter prognosticeras enligt olika alternativ. Vid simuleringen ser man om uttagen kan tillgodoses. Möjlighet finns också att prioritera t.ex. ett kommunalt uttag före kravet på en viss minimitappning i vattendraget. Tidssteget vid simulering är en månad. Tillflödet till varje nod utgör utflödet från den föregående. I varje nod utförs sedan de operationer som angetts för noden och hela systemet räknas igenom för en månad. Därefter upprepas beräkningen för nästa månad.

I MITSIM finns också en del som utför ekonomiska beräkningar. Detta bedöms emellertid som mindre värdefullt för svenska förhållanden då åtgärder i vattendragen av större ekonomisk betydelse för områdena som helhet knappast är aktuella. De beräkningar som kan göras är utvärdering av elkraftproduktionen och vattenuttag till kommuner och industrier samt för bevattning. Detta under förutsättning att man kan sätta ett å-pris på vattnet.

TILLÄMPNING AV MITSIM PÅ LAXÅNS REGLERING

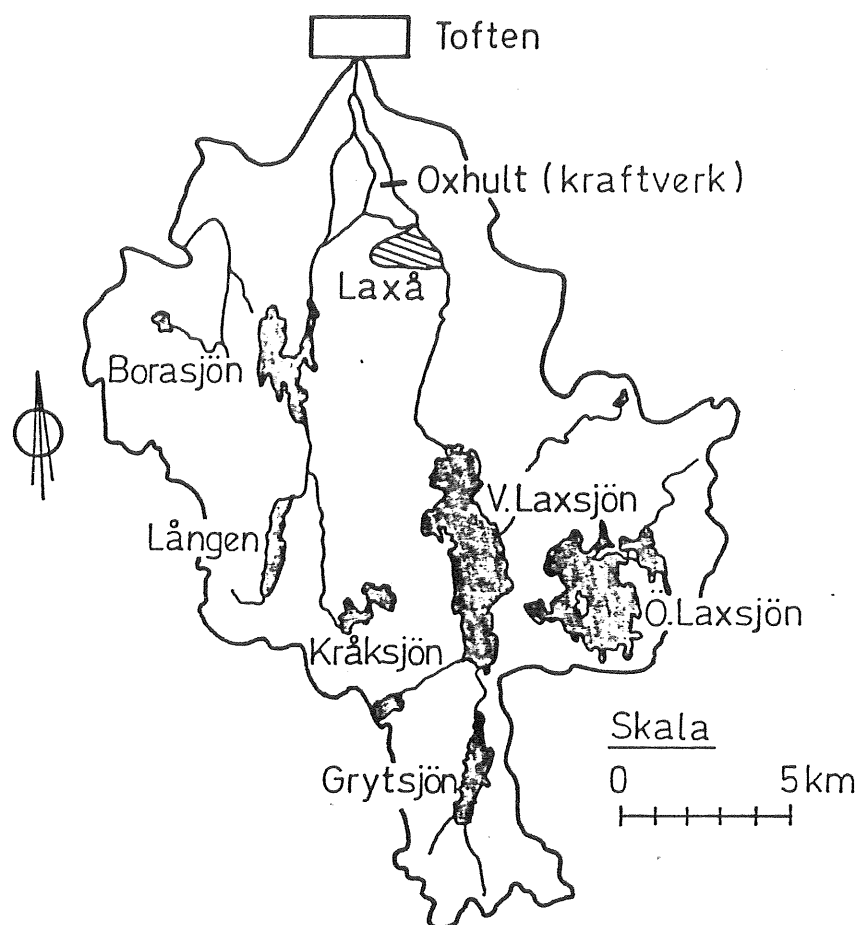
Laxån representerar ett 235 km² stort delavrinningsområde i Svartåsystemet, figur 1. I Svartån nedströms Laxåns inflöde finns följande två klart uttalade problem (Stöllman 1980, Stöllman 1979):

- Vattenföringen är låg sommartid med relativt dålig vattenkvalitet, vilket kombineras med ett stort kommunalt vattenuttag (Örebro med 100 000 inv.)
- Risken för översvämning av invallade åkrar i den nedre delen av Svartån är stor vid extrema högvattenflöden

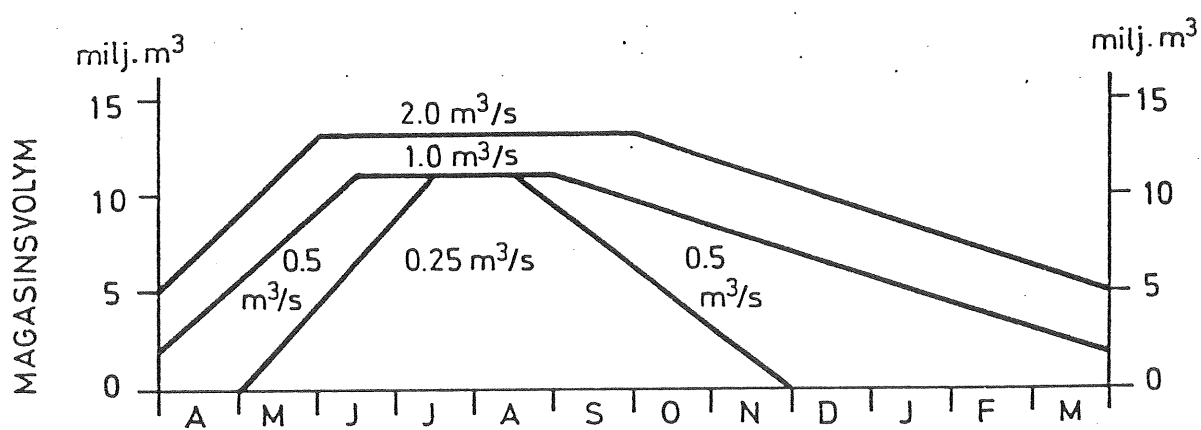
En utjämning av flödet i Laxån så att lågvattenflödena ökar och högvattenflödena minskar är därför önskvärd.

Simulering med MITSIM för en 30-årsperiod visar att det går att förbättra vattenföringsfördelningen i önskad riktning. Två olika tappningsrutiner för Laxån har studerats. Den ena, A, är den som vattendomstolen fastställt där totala magasininnehållet i systemet styr tappningen, figur 2. Den andra, B, utgörs av tappningsplanen för de enskilda magasinerna med i princip samma uppbyggnad som den i figur 2 men med förhållandevis större tappning under vintern och mindre i början av sommaren.

Systematiserat med beteckningar enligt MITSIM får de två alternativen utseenden enligt figur 3.

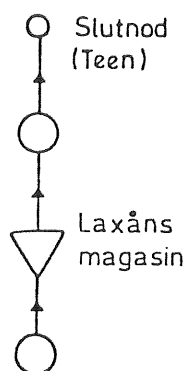


Figur 1 Laxåns avrinningsområde

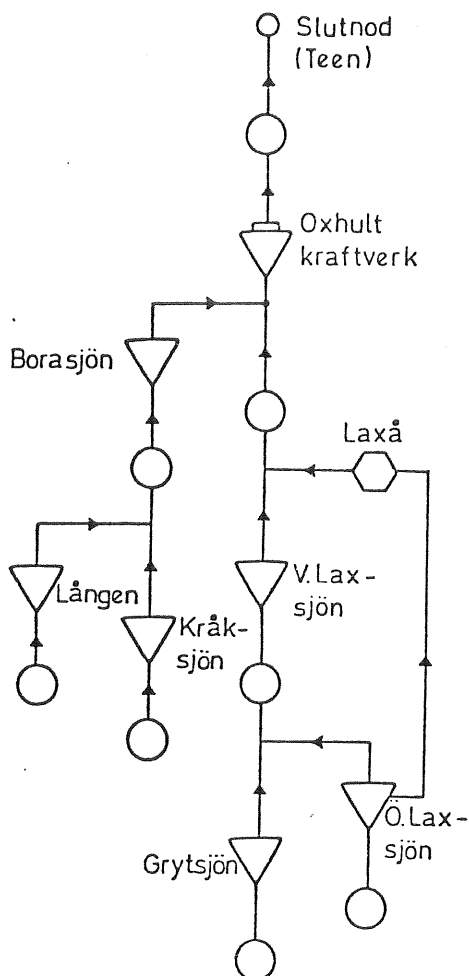


Figur 2 Tappningsplan för magasinerna i Laxå enligt vattendom. De angivna flödena skall gälla vid utflödet i Toften (Stöllman 1980)

Tappningsplan A



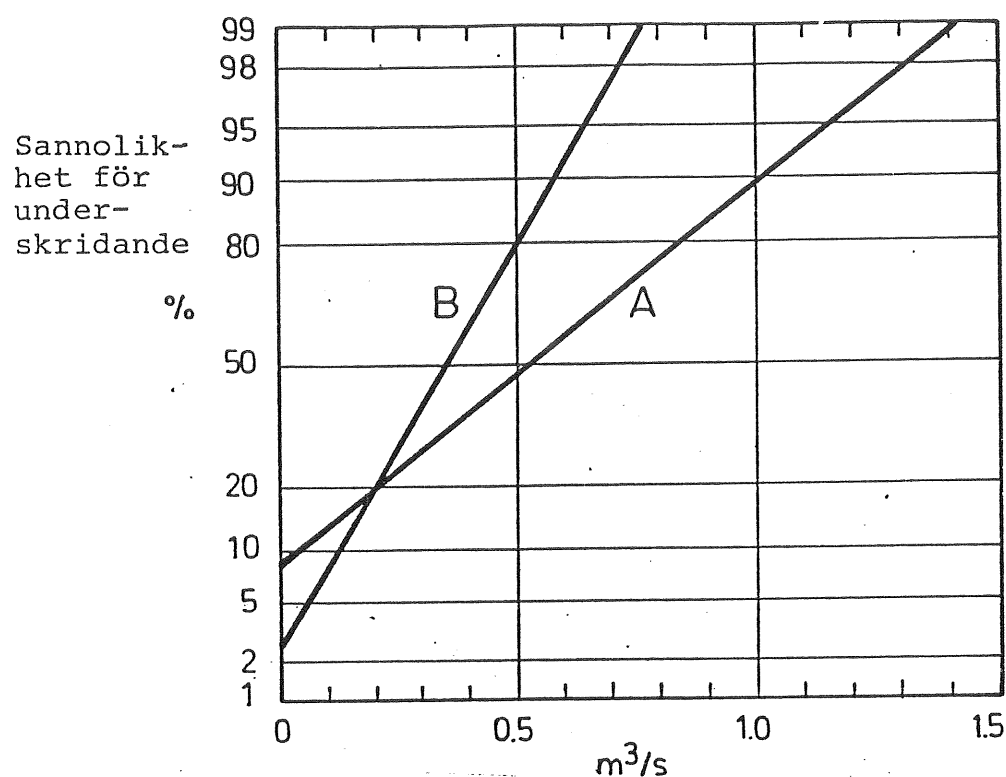
Tappningsplan B



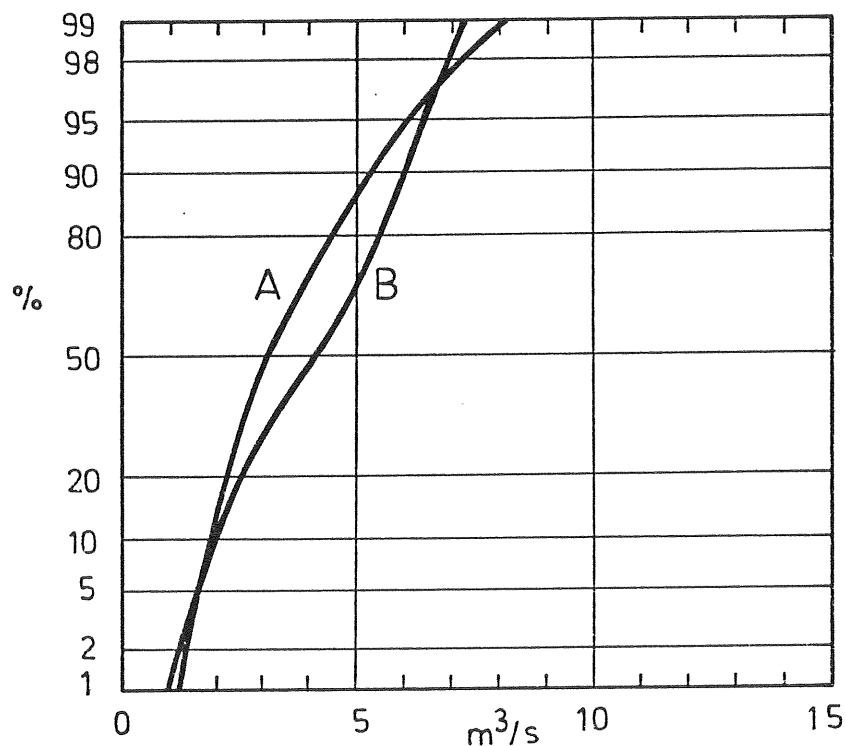
Figur 3 Laxån simulerad i enlighet med vattendomstolens tappningsplan, A, och den modifierade tappningsplanen, B, där även uttaget till Laxå kommun från Ö.Laxsjön finns med. Jämför med figur 1 som beskriver Laxåsystemet

En analys av resultaten visar att årliga minimivattenföringen (på månadsbasis) vid utflödet i Teen blir i medeltal lägre enligt alternativ B men att vid extrema förhållanden alternativ B ändå är bäst enligt figur 4. "10-årstorkan" för B är $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ och för A endast $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$.

Motsvarande gäller för analysen av maximiflöden där alternativ B ger ett större medelvärde. För extrema situationer erhålles emellertid något lägre värden för B. Detta inträffar dock först vid återkomsttider av ca 25 år eller mer enligt figur 5.



Figur 4 Minimiflödet vid utflödet i Teen enligt tappningsplan A och B. Normalfördelning anpassad till 30-årsvärden



Figur 5 Maximiflöden vid utflödet i Teen enligt tappningsplan A och B. Log Pearson typ III-fördelning anpassad till 30-årsvärden

För den mer detaljerade simuleringen enligt alternativ B kunde också konstateras att uttaget $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ men ej mer kunde tillgodoses för Laxå kommun. Totala magasinsinnehållet har jämförts enligt tabell 2 som medelvärden för varje månad och visar att skillnaden i tappningsplanerna främst ligger i att man i alternativ B tappar av magasinen före vårflödet och under sommaren håller uppe magasinsnivåerna.

Tabell 2 Medelvärdet för det samlade magasinshålllet enligt tappningsplan A och B

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	År
A	10.1	9.4	9.8	12.3	11.2	8.1	4.7	3.2	4.4	6.6	10.0	11.0	8.4 Mm^3
B	8.5	8.1	8.8	9.9	9.5	7.1	5.1	4.4	5.1	6.5	8.3	9.5	7.5 Mm^3

Naturligtvis finns möjligheter att vidareutveckla tappningsplanerna ännu mer för att bättre kunna tillfredsställa de krav man kan ställa på dem. Här har de emellertid bara använts för att illustrera modellens användbarhet.

MITSIM - NYTTIGT ATT VETA FÖR EN PRESUMTIV ANVÄNDARE

Till MITSIM finns en manual på engelska "User's Manual" (Strzepek et al. 1979). Manualen innehåller en relativt detaljerad programbeskrivning och anvisningar för hur indata skall ges.

Det torde dock vara svårt att sätta sig in i programmets funktion och att köra det enbart med hjälp av manualen i dess nuvarande form. En ny förbättrad version är emellertid utlovad.

Storlek och/eller detaljeringsgrad på de områden som kan simuleras med MITSIM är begränsad (max 100 noder). Genom att skarva ihop flera körningar kan man dock köra obegränsat stora områden.

Längden på simuleringsperioden är inte begränsad i programmet. På en dator IBM 3033M krävs ca 350 K kärnminnesarea för att

köra MITSIM. En simulering av Laxåsystemet med 21 noder under en tidsperiod av 30 år kostar ca 400 kr. En förenklad version av samma område med endast 7 noder under 30 år kostar 300 kr. Det är alltså huvudsakligen simuleringsperiodens längd som påverkar kostnaden.

MITSIM SOM HJÄLPMEDEL I PRAKTISK VATTENRESURSPLANERING

De erfarenheter som körningar med MITSIM hittills gett visar följande:

- MITSIM kan vara till stor nytta vid vattenresursplanering för utvärdering av dels tappningsplaner, dels hur ökade uttag påverkar vattenföringen. Vid eventuell användning av limnologiska modeller kan MITSIM ge ett lämpligt hydrologiskt underlag.
- Genom att utnyttja de olika noderna och möjligheterna till prioriteringar kan relativt komplexa vattensystem simuleras.
- Hydrologiska indata finns i regel ej direkt tillgängligt, varför specialstudier av avrinningen krävs.
- Nuvarande dokumentation är ej tillräcklig för praktiskt bruk av modellen. Dock är en ny manual utlovad.
- Någon form av introduktion på marknaden krävs för att MITSIM skall bli praktiskt användbar.

Inom Svartåprojektet pågår arbete med att applicera MITSIM på hela Svartån med ca 80 noder för simulering under en 30-årsperiod.

REFERENSER

Person, L.O. och Söderström, L. (1981): "Strategier för vattenhushållning. Modellstudier med exempel från Närkes Svartå". Rapport 185 Institutionen för ekonomi och statistik. Sveriges Lantbruksuniversitet Uppsala.

Strzepek, K.M. och Lenton, R.L. (1978): "Analysis of Multipurpose River Basin Systems: Guidelines for Simulation Modelling". Technical Report No 236 Ralph M. Parsons Laboratory for Water Resources and Hydrodynamics, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

Strzepek, K.M., Rosenberg, M.S., Goodman, D.G., Lenton, R.L. and Marks, D.H. (1979): "User's Manual for the MIT River Basin Simulation Model". Technical Report No 242 Ralph M. Parsons Laboratory for Water Resources and Hydrodynamics, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

Strzepek, K.M. (1981): "MITSIM-2; A Simulation Model for Planning and Operational Analysis of River Basin Systems". Working Paper 81-124, International Institute for Applied Systems Analysis. A-2361, Laxenburg Austria.

Stöllman, L.E. (1979): "Närkes Svartå: Hydrologisk inventering". Report B:17, Inst.f. vattenbyggnad, CTH, Göteborg.

Stöllman, L.E. (1980): "Närkes Svartå: Inventering av vattentillgång och vattenanvändning". Report B:21, Inst.f. vattenbyggnad, CTH. Göteborg.

