



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R33:1977**

(844) 976

Byggnadsstatik

**Kartläggning av totala  
föroreningsutsläpp genom  
dag-, brädd- och renat  
spillvatten**

**Förstudie för utveckling av ett  
forskningsprogram**

**Bengt Andersson**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEK

**Byggforskningen**

R33:1977

KARTLÄGGNING AV TOTALA FÖRORENINGSUTSLÄPP  
GENOM DAG-, BRÄDD- OCH RENAT SPILLVATTEN  
Förstudie för utveckling av ett forskningsprogram

Bengt Andersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760038-7 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för Teknisk Vatten-  
resurslära, LTH, Lund.

Nyckelord:  
vattenförsörjning  
tätorter  
vattenomsättning  
föroreningar  
dagvatten  
bräddvatten  
spillvatten  
mätprogram

R33:1977

ISBN 91-540-2694-6  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

INNEHALLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	4
2	MOTIVERING	5
3	PROJEKTETS MÅLSÄTTNING	9
4	BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	10
5	PROJEKTETS OMFATTNING OCH GENOMFÖRANDE	17
6	PROJEKTETS FÖRVÄNTADE RESULTAT OCH FÖRVÄNTAD ANVÄNDNING AV RESULTATET	25
7	TIDPLAN	26
8	ERFORDERLIGA KOSTNADER	27
9	SAMMANFATTNING	29
	REFERENSER	30
	BILAGA 1	31
	BILAGA 2	33

## 1 INLEDNING

Föreliggande forskningsprogram har utarbetats vid institutionen för teknisk vattenresurslära, LTH/LU, med medel från Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR 760038-7). Anslaget avsåg medel för att täcka kostnaderna för att utarbeta en preciserad ansökan avseende en vattenomsättningsbudget för Lunds centralort. Merparten av arbetsinsatserna har nedlagts för att klargöra avloppsledningssystemen i Lund. Ett omfattande kartmaterial finns härvid vid institutionen. Under planeringen har kontakt tagits med personer och institutioner som bedriver verksamhet inom problemområdet samt med Lunds kommun. Dessutom har befintligt datamaterial insamlats och håller på att bearbetas, ledningssystemet har kartlagts, utrustning för mätning och provtagning har inventerats och möjligheten att applicera denna i ledningssystemet har undersökts. Dessutom har en preliminär tidsplan och kostnadsram för projektet gjorts. En preciserad forskningsansökan har inlämnats till Statens Råd för Byggnadsforskning samt Statens Naturvårdsverk.

## 2 MOTIVERING

Under senare år har behovet av en totalsyn på samhällets vattenhanteringsproblem blivit alltmer uppenbart. Den urbana vattenhanteringen är relativt komplex och för att bäst kunna bedöma var framtida insatser bör göras erfordras en god kännedom om problemen och var problemen finns. McPherson /1/ understryker bland annat det väsentliga i en sådan problemdefinition och problemlokalisering för att kunna erhålla maximal nytta och utbyte av insatta resurser.

Ett övergripande synsätt har använts av Carlsson och Falk /2/, vilka gjort en översikt över forskningsbehovet inom sektorn urban hydrologi. I utredningen har olika problemområden definierats och diskuterats med utgångspunkt från en generell vattenomsättningsmodell för Sveriges tätorter. Utredarna fastslår att det allmänna målet för forskningen bör vara att skapa ökade kunskaper inom det urban-hydrologiska området så att resultaten av forskningen praktiskt kan tillämpas vid planering, dimensionering och drift. Behovet av förbättrade kunskaper om urbana områdens vattenomsättning understryks bland annat, varvid kunskaper måste inhämtas så att vattnets kretslopp inom urbana områden kvantitativt och kvalitativt kan beskrivas.

McPherson /1/ framhåller vikten av att vid några tätortsområden i Sverige igångsätta forskningsprojekt med utgångspunkt från den framlagda modellen över den urbana vattenomsättningen och vilka även kan tjäna som "demonstrationsprojekt". Projekten avses kunna möjliggöra den efterlysta definitionen och lokaliseringen av problemen. Forskningsprojekten bör vara så inriktade enligt McPherson att resultaten praktiskt kan tillämpas vid planering, dimensionering och drift. Vikten av att ställa resultaten i relation till de faktorer som kan påverka dessa är härvid väsentlig för att på så sätt erhålla generaliserbara resultat. McPherson understryker dessutom vikten av att vid projekten betrakta den totala påverkan på recipienten som ett samhälles vattenhantering medför.

Behovet av en vattenomsättningsbudget understryks även av norska erfarenheter, där man vid flera tillfällen bland annat konstaterat att reningsverk tillförs väsentligt mindre föroreningar än vad som kunde förväntas av den samlade aktiviteten i det område som reningsverket betjänar. Begreppet tillförselgrad har introducerats /3/ varmed menas hur stor andel av spillvattenmängden eller föroreningsproduktionen som tillförs reningsverket. För att exempelifiera begreppet har Balmér /4/ beräknat tillförselgraden för 33 avloppsreningsverk ingående i Naturvårdsverkets driftsundersökningar. Härvid framkom att endast 1/3-del av reningsverken tillfördes den föroreningsmängd som producerats i det område reningsverket betjänade och att 1/3-del av reningsverken tillfördes mindre än 70 procent av den producerade föroreningsmängden. I ett område med en 70 procentig tillförselgrad blir den reella reningseffekten endast 63% vid en 90 procentig reningseffekt vid reningsverket. Detta innebär att nyttan av långt gående rening kan vara mycket tvivelaktig på många ställen och att det egentligen är helt andra åtgärder som borde prioriteras.

I Sverige har kraven på sund vattenhushållning bland annat föranlett en kraftig utbyggnad av de kommunala avloppsreningsverken med investeringar uppgående till åtskilliga miljarder kronor. Kraven på en sund vattenhushållning igångsatte även en allmän ombyggnad av avloppsledningsnätet från kombinerat system till duplikatsystem och härför krävs kanske än större investeringar. Riktigheten i att urskiljningslöst bygga om avloppsledningsnätet till separat system är emellertid inte längre lika självklar som tidigare vilket de på senare tid ökade kunskaperna om föroreningsproblemen kring dagvattenfrågorna bidragit till. Så har exempelvis undersökningar i Göteborg av Malmquist och Svensson /5/ visat att dagvatten från ett bostadsområde innehåller cirka 10 gånger mer suspenderat material än renat spillvatten och dagvatten från trafikområden cirka 20 gånger mer. Vidare är halten organiskt material ungefär lika i dagvatten och i renat spillvatten. Forsforhalterna varierar mellan hälften och 1/10-del av halterna i renat spillvatten. Dessutom innehåller dagvattnet relativt höga tungmetallhalter jämfört med renat spillvatten. En jämförelse av utsläppta årsmängder från dag- och bräddvatten



respektive spillvatten visade att dag- och bräddvattnen transporterade per år mer suspenderat material, mindre organiskt material och betydligt mindre närsalter till recipienten än renat spillvatten. Det skall dock härvid påpekas att spillvatten- och bräddvattenmängderna har beräknats med hjälp av schablonvärden. Om däremot hänsyn tas till att utsläppen med dagvattnet endast sker under den tid det regnar, tillför dagvattnet under denna tid mindre närsalter, mer organiskt material och betydligt mer suspenderat material än spillvattnet. Tungmetallerna bly, zink och koppar sammantaget i dagvattnet är cirka 5 gånger större än motsvarande mängd i spillvattnet under den tid det regnar varvid en väsentlig chockbelastning erhålles på recipienten.

I norska undersökningar av Lindholm /6/ har en motsvarande jämförelse gjorts. Om en 90 procentig reningseffekt av spillvattnet antas visar undersökningen att dagvattenföroreningarna blir ungefär av samma storleksordning som den resterande spillvattenföroreningen. Om endast den tid det regnar beaktas visade undersökningen att belastningen från dagvattnet var mellan 5 och 300 gånger större än utsläppet från ett reningsverk beroende på vilken föroreningskomponent som betraktas samt på regnets storlek och karaktär.

En kvantifiering av dag- och bräddvattenutsläpp har även gjorts vid Motala och Uppsala kommuner i samarbete med Naturvårdsverkets RR-undersökning. En sammanfattning av resultaten har presenterats av Forsberg /7/. Undersökningarna i Uppsala visade att mängden organisk substans i dagvattnet var lika stor som i utloppsvattnet från reningsverket betraktat som årsutsläpp. Kväveutsläppet med dagvattnet motsvarade cirka 20 procent och fosforutsläppet cirka 40 procent av de mängder som släpptes ut från avloppsreningsverket. Dessutom framhölls att genom förbättringar vid reningsverket kunde de utsläppta fosformängderna minskas till samma mängd som utsläppen via dagvattnet. Undersökningarna i Motala visade att fosformängden i dagvattnet var ungefär 55 procent av mängden i det renade spillvattnet och kvävemängden drygt 20 procent. Mängden organiskt material i dagvattnet var nästan 5 gånger större än i det renade spillvattnet.

En undersökning av den totala vattenomsättningen för en tätort av Lunds storlek erfordrar stora resurser både i form av utrustning och personal. Ett flertal projekt inom Lunds centralort avseende urban vattenteknik pågår eller planeras emellertid redan. Då dessa projekt är direkt användbara och dessutom utgör väsentliga delar i det planerade projektet blir härigenom erforderliga resurser väsentligt mindre än vad som annars skulle vara fallet. Genom det planerade projektet kan de övriga projekten, vilka vart och ett har en specifik målsättning, dessutom användas i ett större sammanhang varigenom de redan satsade resurserna på urban vattenteknisk forskning i Lund kan utnyttjas rationellt och fullständigt. De pågående och planerade projekt som innefattas i vattenomsättningsstudien för Lunds centralort har sammanställts i tabell 1.

---

Pågående och planerade projekt i Lund inom urban vattenteknik

---

Betydelsen av rumslig variation i nederbördsintensiteten hos kortvariga regn för dimensionering av dagvattensystemet.

Simuleringsmodell för korttidsnederbörd.

Urbaniseringens inverkan på vattenomsättningen.

Avrinning från hårdgjorda ytor.

Avrinning från hårdgjorda ytor. Sammanställning av svenska och utländska undersökningar.

Resursbesparande byggande - ett samarbetsprojekt i anslutning till det sydbaltiska huset.

Materialbalansstudier vid Källby reningsverk.

Drifts- och funktionsstudier vid Källby reningsverk.

Recipientundersökningar för en vattenvårdsplan för Höje å.

---

Tabell 1. Sammanställning av pågående och planerade forskningsprojekt.

### 3 PROJEKTETS MÅLSÄTTNING

Projektets målsättning kan sammanfattas enligt följande

att genom direkta mätningar i alla led upprätta en vattenomsättningsbudget för Lunds centralort.

att genomföra mätningar så att resultaten kan ställas i relation till de faktorer som påverkar dem för att på så sätt i möjligaste mån erhålla generaliserbara resultat.

att jämföra olika alternativa lösningar av den urbana vattenhanteringen.

Projektet är som tidigare nämnts brett upplagt och innefattar i sig flera pågående och kommande projekt inom institutionen rörande urban vattenteknik. Dessutom bygger projektet på ett nära samarbete med Lunds kommun. Inledande kontakter rörande samarbete har även tagits med Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH samt med Norsk Institutt for Vannforskning i Oslo, varvid information getts om det planerade projektet.

#### 4 BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

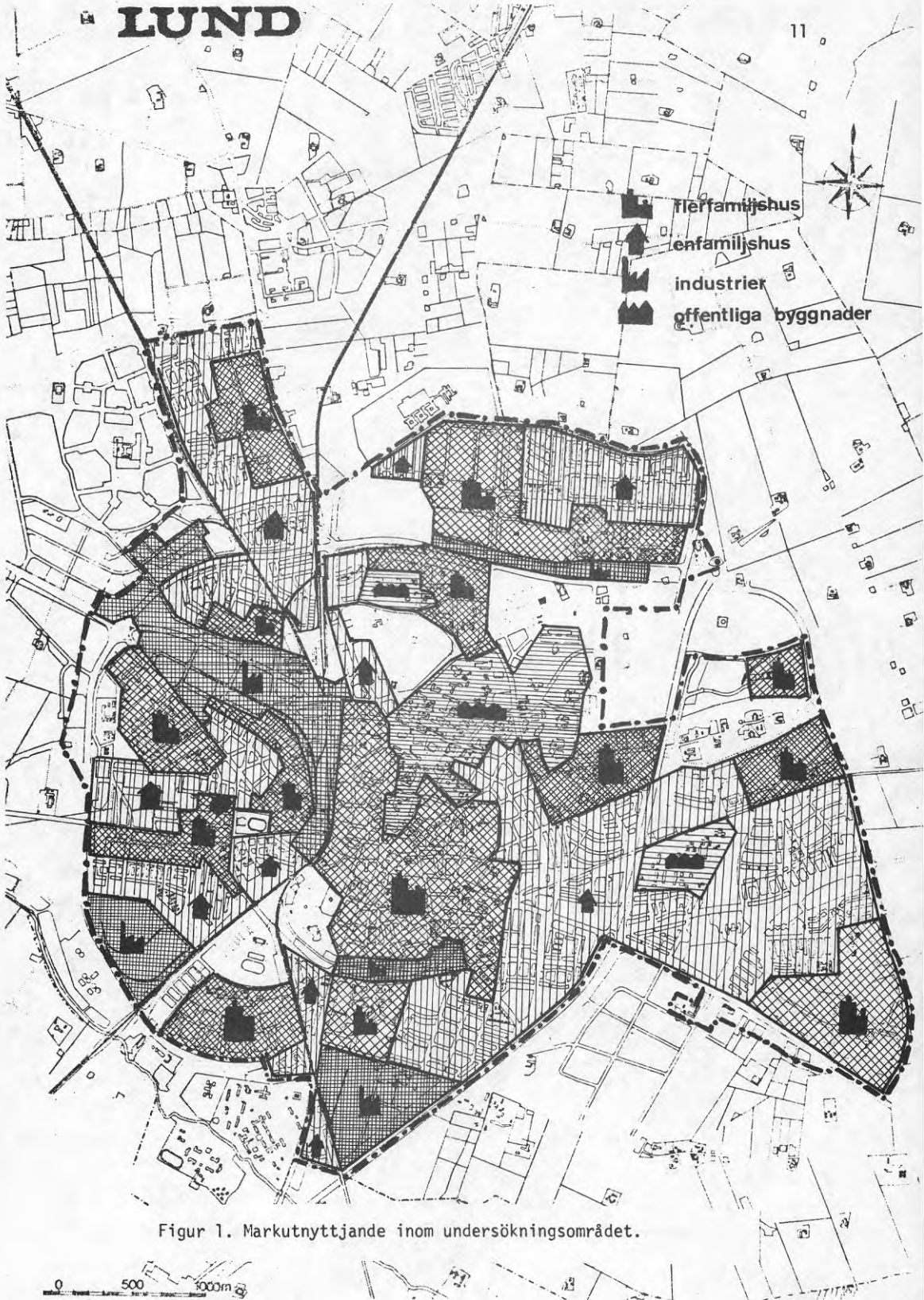
Undersökningsområdet utgörs av dräneringsområdet för Lunds centralort. Den dränerade arean via avloppsledningssystemet uppgår till knappt 20 km<sup>2</sup>. Knappt 2/3-delar av området dräneras genom duplikatsystem och drygt 1/3-del via ett kombinerat system. Inom området bor cirka 55.000 personer.

Stadskärnan i Lund består i huvudsak av äldre flervåningsbebyggelse samt universitets- och lasarettbyggnader. Runt stadskärnan har modernare bebyggelse uppförts med både enfamiljs- och flerfamiljsbebyggelse. Industriområdena är i huvudsak förlagda till ytterområdena. En översikt av markanvändningen visas i figur 1.

Befolkningstätheten och dess fördelning inom undersökningsområdet framgår av figur 2. Hela området har härvid indelats i 21 mindre områden. I varje område redovisas två siffror, varvid den översta anger antalet fast boende inom området i personer/km<sup>2</sup> och den understa antalet anställda icke boende inom området i personer/km<sup>2</sup>. Antalet fast boende varierar mellan 350 och 8.250 personer/km<sup>2</sup> och antalet anställda mellan några få och över 8.000 personer/km<sup>2</sup>.

De östra delarna avskärs från övriga delar genom en fyrfilig motorväg. Trafikintensiteten varierar mellan 15.000 och 25.000 fordon/dygn beroende på sträcka. Genom trafikaneläggningar har stadskärnan avlastats från genomfartstrafik. På en yttre och en inre ringled transporteras dagligen vardera mellan 7.000 och 11.000 fordon. I figur 3 visas de gatu- och vägavsnitt inom undersökningsområdet som har större trafikintensitet än 9.000 fordon/dygn.

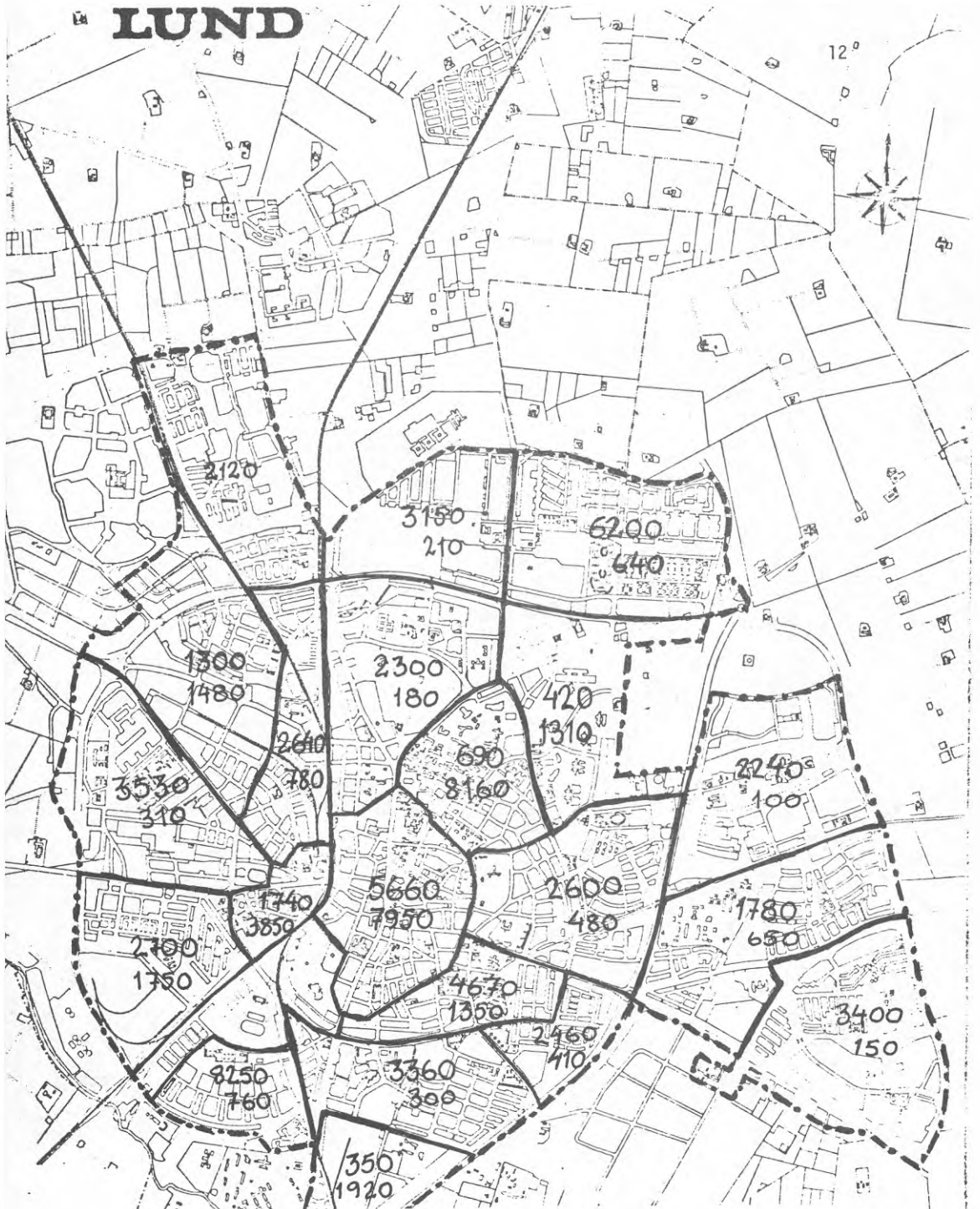
Ett större sammanhängande område kring stadskärnan dräneras via ett kombinerat system. Området är drygt 6 km<sup>2</sup> och dess utsträckning framgår av den högra kartan i figur 4. Dessutom finns ett mindre område med kombinerat system bestående av villabebyggelse. Det kombinerade systemet är försett med bräddavloppsbrunnar varvid bräddning i samtliga fall sker till dagvattennätet. Bräddavloppsbrunnarnas läge framgår även av figur 4. Området med kombinerat system består till cirka 60 procent av hårdgjorda ytor.



Figur 1. Markutnyttjande inom undersökningsområdet.



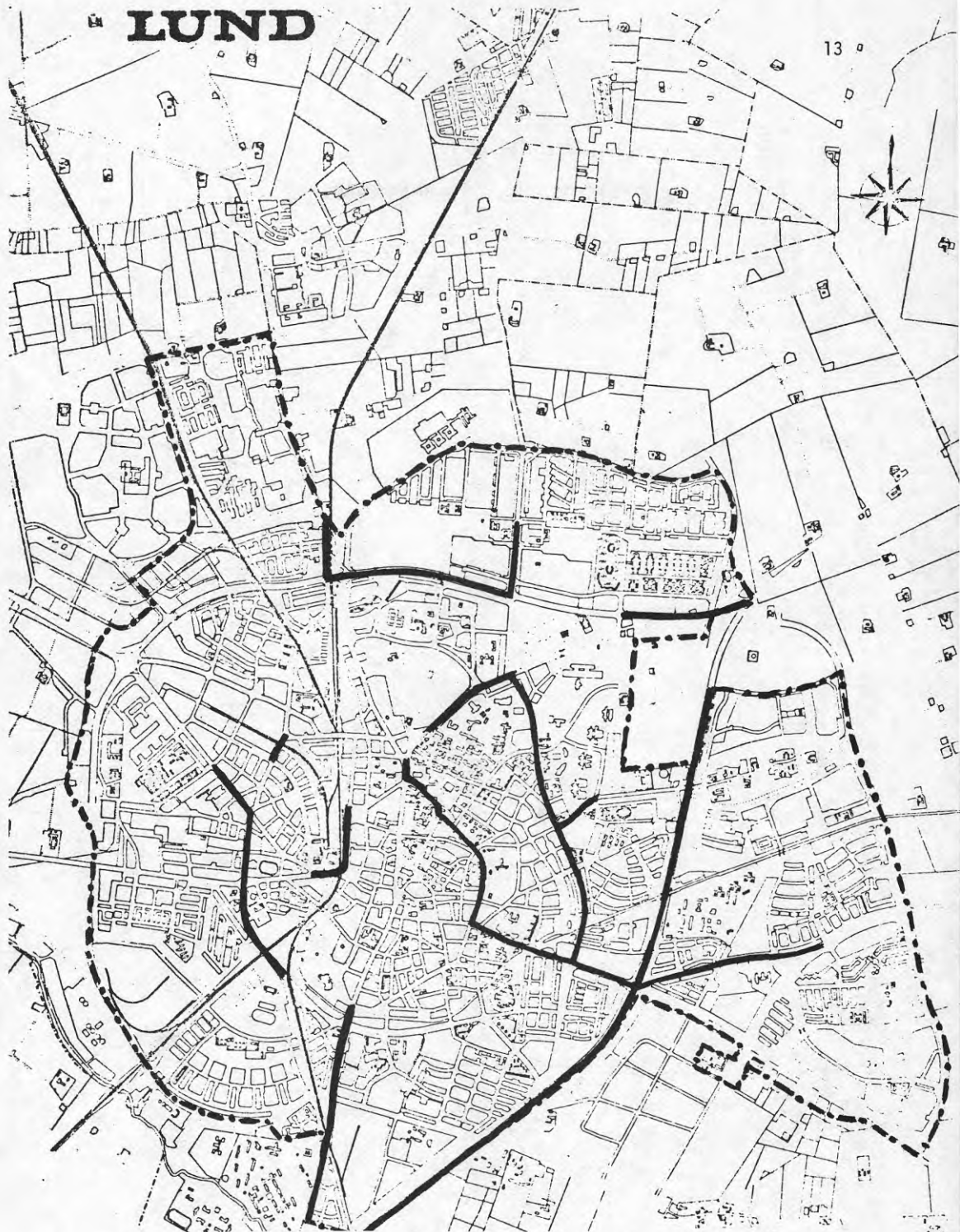
# LUND



Figur 2. Befolkningstäthet inom undersökningsområdet.

Övre siffran anger antalet fast boende inom området i personer/km<sup>2</sup>.

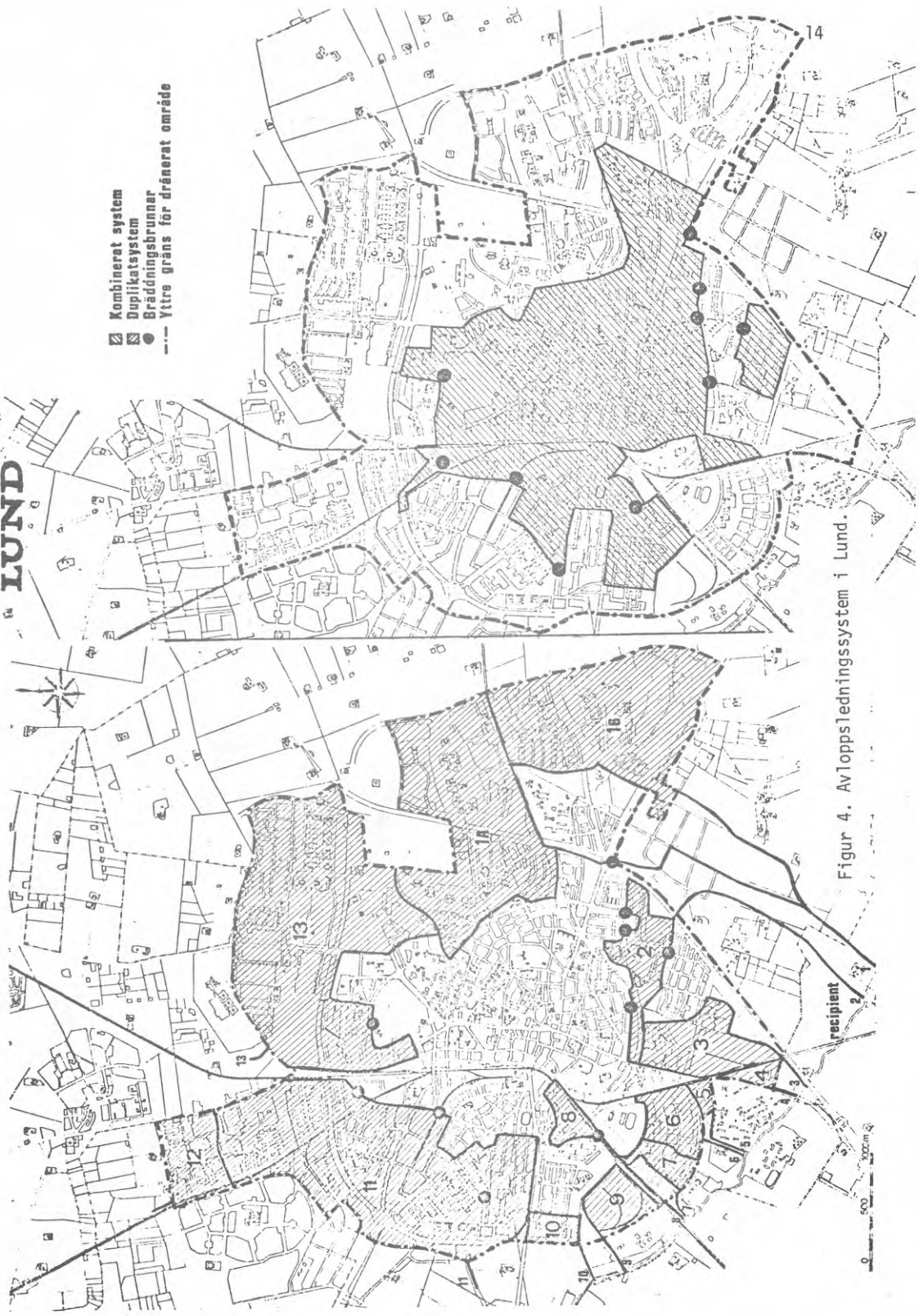
Undre siffran anger antalet anställda icke boende inom området.



Figur 3. Gator och vägar inom undersökningsområdet med större trafikintensitet än 9000 fordon/dygn.

# LUND

- ▨ Kombinerat system
- ▧ Duplikatsystem
- Bräddningsbrunnar
- - - Yttre gräns för dränerat område



Figur 4. Avloppsledningssystem i Lund.



Befolkningstätheten uppgår till knappt 3.000 personer/km<sup>2</sup>. Inom området arbetar ungefär 18.000 personer varje vardag. Trafiken leds i två ringar inom området. Trafikintensiteten uppgår till mellan 7.000 och 11.000 fordon/dygn på vardera ringen. Övriga större trafikstråk är den östra infartsvägen med mellan 13.000 och 19.000 fordon/dygn samt den norra infarten med cirka 11.000 fordon/dygn.

De yttre områdena dräneras via duplikatsystem. En uppdelning kan göras i 13 separata mindre dräneringsområden, varvid dagvattnet från vart och ett av dessa har olika utloppsledning till recipienten. Områdenas utsträckning framgår av den vänstra kartan i figur 4. I tabell 2 ges en kortfattad beskrivning och karakteristik.

Spillvattnet omhändertas i ett nyligen utbyggt modernt trestegs avloppsreningsverk för biologisk/kemisk rening. Verket är uppbyggt med regnvädersbassänger för viss flödesutjämning, försedimentering, biobäddar med mellansedimenteringsbassänger samt kemisk fällning. Det renade avloppsvattnet leds till Höje å via ett system av biodammar för ytterligare polering.

Område	Area ha	Andel hård- gjorda ytor %	Befolknings- täthet pers/km <sup>2</sup>	Karakteristik och beskrivning
1A	220	25	2600	Blandad bebyggelse av villor, radhus och flerfamiljshus. Delar av Tekniska Högskolan. Stora grönområden. Området passerar av en fyrfilig motorväg med cirka 15000 fordon/dygn. En bräddpunkt från ett mindre område med kombinerat system.
1B	220	20	2600	Blandad bebyggelse av villor, radhus och flerfamiljshus. Två utfartsvägar mot östra delarna av storkommunen med sammanlagt cirka 20000 fordon/dygn passerar området.
2	45	45	3200	Arealmässigt lika fördelning mellan villor, flerfamiljshus och småindustrier. En genomfartsväg med cirka 7000 fordon/dygn. 4 bräddpunkter från ungefär hälften av området med kombinerat system.
3	50	50	2700	Flerfamiljshus och ett större industriområde med cirka 1500 anställda. Området begränsas i öster av en fyrfilig motorväg med cirka 24000 fordon/dygn samt i väster av södra infartsvägen till Lund med cirka 10000 fordon/dygn.
4	8	25	2000	Villabebyggelse. Liten trafikintensitet.
5	5	25	2500	Villabebyggelse. Liten trafikintensitet.
6	23	45	11000	Flerfamiljshus samt servicecenter och parkområden. Måttlig trafikintensitet. Vattenomsättningsmätningar pågår (Klostergårdsområdet).
7	15	40	11000	Flerfamiljshus samt skolor och parkområden. Måttlig trafikintensitet.
8	15	--	---	Område under utbyggnad. En bräddpunkt från ett mindre område med kombinerat system.
9	15	70	0	Industriområde med cirka 1500 anställda.
10	9	20	2000	Villaområde och bollplan. Obetydlig trafikintensitet.
11	310	35	2600	Blandad bebyggelse av villor, radhus och flerfamiljshus samt ett sammanhängande industriområde. Området begränsas i öster av en utfartsväg med mellan 7500 och 15000 fordon/dygn. Dessutom passerar området av en större gata med cirka 10000 fordon/dygn. 3 bräddpunkter från ungefär 1/4-del av området med kombinerat system.
12	40	20	2500	Radhusbebyggelse. Nyuppförda radhusområden inkopplas succesivt.
13	310	35	3000	Blandad bebyggelse av villor, radhus och flerfamiljshus samt ett mindre industriområde. Stora grönområden. Två större vägar passerar området, vardera med en trafikintensitet av cirka 9000 fordon/dygn. En bräddpunkt från ett mindre område med kombinerat system. Dagvatten från området ävbördas till ett anlagt utjämningsmagasin och leds därefter genom diken till Höje å.

Tabell 2. Kortfattad karakteristik av avrinningsområden med duplikatsystem.

## 5 PROJEKTETS OMFATTNING OCH GENOMFÖRANDE

Genom pågående undersökningar inom institutionen rörande urban vattenteknik föreligger redan erfarenheter av den typ av mätningar som avses genomföras (Falk /8/). En väl fungerande utrustning har utprovats och utvecklats genom fältmätningar vid institutionens två projekt i Värpinge och Klostergården (bilaga 1). Erfarenheter från andra håll har dessutom inhämtats inom ramen för projektplaneringen. Kunskaper om reningsverket och dess funktion har insamlats av institutionen under drygt ett års tid. (Materialbalansstudier vid Källby reningsverk. Rapport under utarbetande.) Genom detta projekt föreligger dessutom ett väl fungerande samarbete med Lunds kommun.

Det totala mätprogrammet kan bäst exemplifieras genom den schematiska bilden av ett urbanområdes vattenomsättning (figur 5). Figuren har indelats i olika delar för att överensstämma med den förenklade flödesmodell för vattenomsättningen som legat till grund i översikten av forskningsbehovet /2/. Behovet av mätning har utmärkts med ett M.

### 5.1 Vattenförbrukning

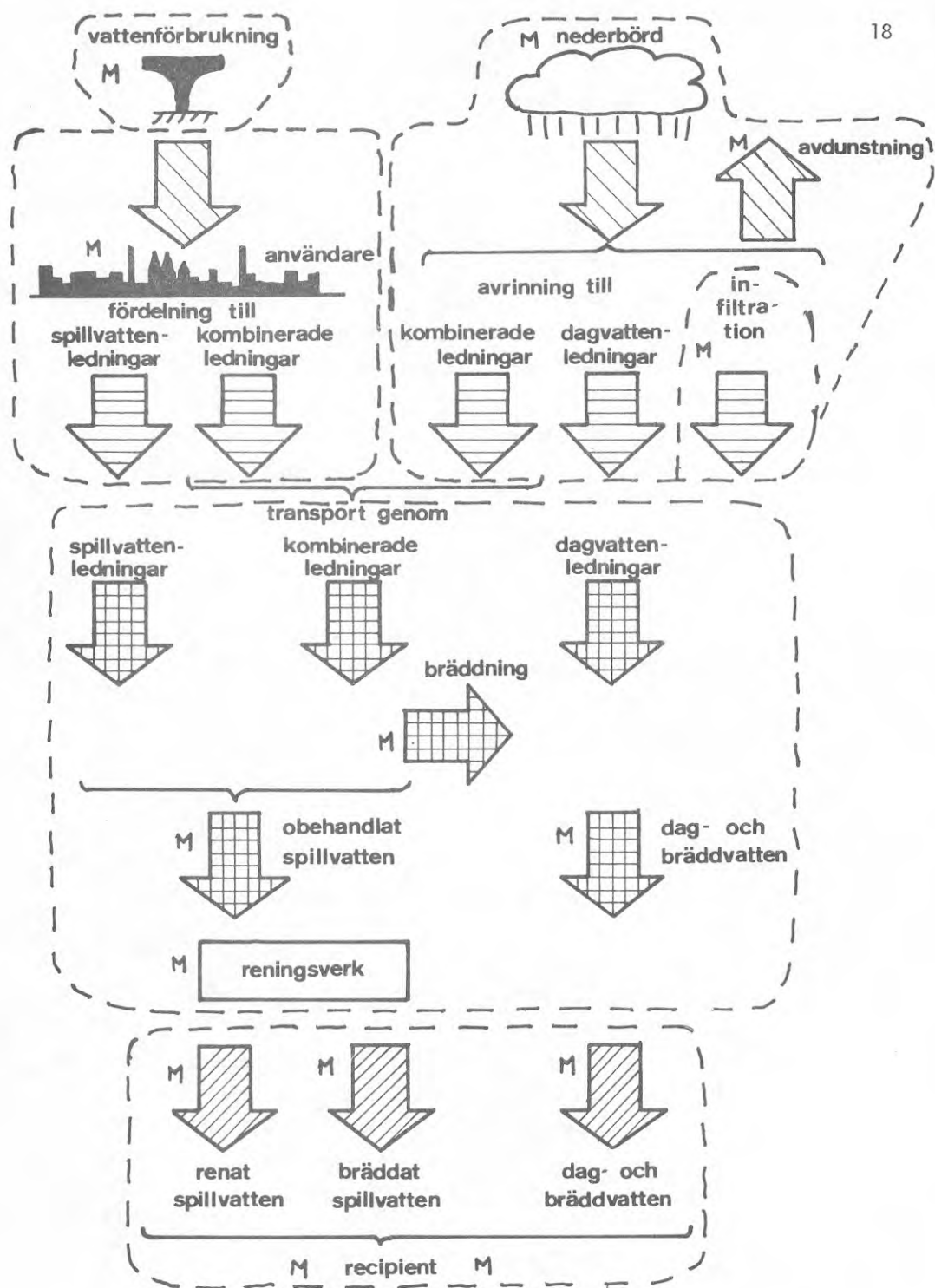
Mätning av vattenförbrukningen inom Lunds centralort sker rutinemässigt och önskade uppgifter kan erhållas från Lunds Tekniska Verk.

### 5.2 Vattnets transitering inom det inre urbana systemet

Inga omfattande mätningar avses genomföras rörande vattnets transitering inom det inre urbana systemet. Större utsläpp från industrier har kartlagts av Hälsovårdsnämnden i Lund /9/ och mätningar avseende tungmetallhalter har genomförts /10/ och planeras även genomföras.

### 5.3 Vattnets transitering inom det yttre urbana systemet

Uppgifter om korttidsnederbörd är väsentlig i sammanhanget eftersom nederbörden tillsammans med vattenintaget från vattentäkten



**Figur 5 Schematisk översikt av urban vattenomsättning**

representerar input till systemet. Vidare är det i denna fas som dagvattnet blir förorenat varför mätningar för att konstatera orsakssamband även erfordras.

### 5.3.1 Nederbörd

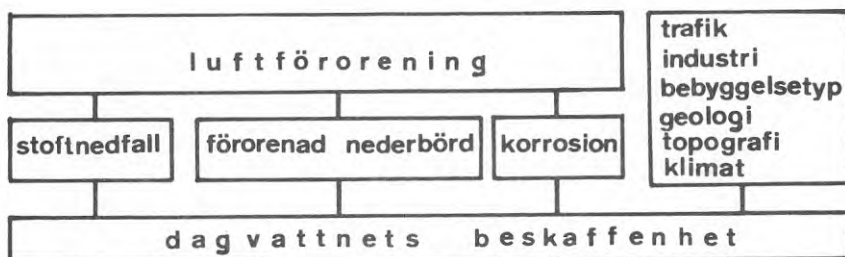
I Lund finns för närvarande ett flertal mätstationer för korttidsnederbörd. Deras placering framgår av figur 6. Nederbördsstation nr 1 ingår i Värpingeprojektet inom institutionen. Stationen har varit i drift sedan slutet av 1969. Nederbördsstation nr 2 nedlades 1969. Den drevs av Geografiska institutionen vid Lunds Universitet. En 28-årsserie avseende korttidsnederbörd föreligger från stationen och institutionen har erhållit 30.000 kronor i bidrag för att utvärdera serien. Nederbördsstationerna 3 och 4 tillhör Lunds kommun. Mätningar har skett sedan 1974. Nederbördsstationerna 5, 6 och 7 ingår i vattenomsättningsundersökningarna vid Klostergården. Mätningar har skett sedan april 1976.

Ett nyligen igångsatt projekt vid institutionen avser att klargöra betydelsen av rumslig variation i nederbördsintensiteten hos kortvariga regn. Härigenom kommer ytterligare 10 nederbördsstationer för intensitetsmätningar att etableras inom Lunds centralort. Dessa data kommer dessutom att överföras via telenätet till LTH. För att genomdriva projektet har cirka 400.000 kronor reserverats under en treårsperiod.

Mätning av korttidsnederbörd kommer således att genomföras på ett fullt tillräckligt antal platser inom undersökningsområdet.

### 5.3.2 Mätning av stoftnedfall och korrosion

Som nämnts tidigare är det väsentligt att vid ett projekt av denna typ kunna ställa resultaten i relation till de faktorer som påverkar dem för att på så sätt i möjligaste mån erhålla generaliserbara resultat. En med framgång använd modell uppställd av Malmquist /5/ har följande utseende.



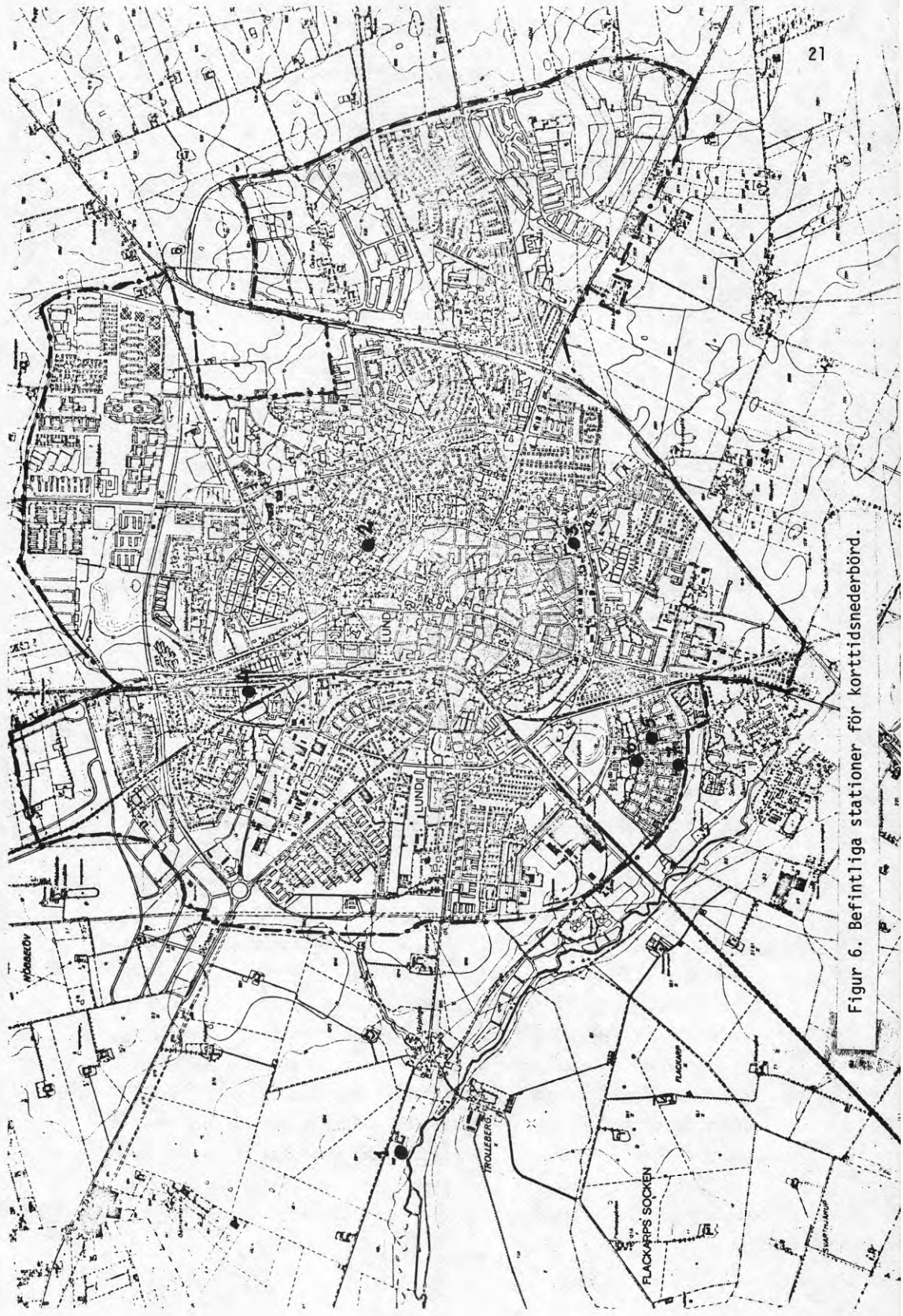
Undersökningarna i Göteborg visade att kopparhalten i dagvattnet från ett bostadsområde till största delen orsakades av korrosion medan zinkhalten berodde på stoftnedfall. Dagvattnets sammansättning beror även på luftföroreningar och nederbördens beskaffenhet. Beroendet är dubbelt eftersom nämnda parametrar även bestämmer korrosionens storlek och omfattning. Dagvattnets beskaffenhet varierar således med stor sannolikhet även regionalt inom landet. För att få detta kontrollerat är det av väsentligt intresse att komplettera utförda och pågående undersökningar i Göteborg. För mätning av stoftnedfall och korrosion finns standardiserad mätteknik och ytterligare erfarenheter kommer att inhämtas från CTH.

Dessutom kan nämnas att inom ramen för projektet Sydbaltiska huset pågår en undersökning inom institutionen som har som syfte att undersöka dagvattnets kvalitet på olika nivåer i systemet för att kunna bedöma eventuell återanvändning.

#### 5.4 Förändringar av markvatten- och grundvattenmagasin

En del vatten infiltrerar varvid mätningar av markvatten- och grundvattenmagasinens förändringar även erfordras. Markvattenmätningar och grundvattenobservationer har utförts vid Värpinge sedan maj månad 1971. Mätningar kommer även att igångsättas vid Klostergården. I samband härmed kommer även ytterligare markvatten- och grundvattenrör att slås ned inom de övriga områdena.





Figur 6. Befintliga stationer för korttidsnederbörd.

## 5.5 Vattentransitering i avloppsledningsnät, reningsverk och bräddning

---

Vattentransiteringen i avloppsledningsnätet, reningsverket samt genom bräddning innefattar flera mätpunkter. Mätning av bräddat vatten från det kombinerade systemet samt av obehandlat spillvatten vid avloppsreningsverket ger möjligheter att bestämma tillförselgraden. Vidare erfordras mätning av dagvattnet samt renat spillvatten vid olika grad av rening.

### 5.5.1 Bräddning från kombinerat system

Som framgår av figur 4 finns 10 bräddavloppsbrunnar på det kombinerade systemet. För närvarande är kännedomen om bräddningsförhållandena vid brunnarna dålig och det är även troligt att några inte längre används. Ritningsmaterial över brunnarna har erhållits från Lunds kommun. Behov av mätutrustning föreligger för nivåmätning och provtagning. Till en början bör dock bättre information om funktionen inhämtas. På grund av det relativt stora antalet bräddningsbrunnar är det lämpligt att mätutrustningen görs portabel.

### 5.5.2 Dagvatten

Avrinningsstudier inom urbanområden och opåverkade jordbruksområden har pågått sedan en längre tid tillbaka vid institutionen. Resultatet av undersökningarna har nyligen sammanfattats av Falk /8/, bilaga 2.

För att mäta alla dagvatten från undersökningsområdet erfordras mätningar i 13 punkter. En del områden är dock så små att mätningar från dessa saknar praktisk betydelse i det totala sammanhanget. En inventering i fält har utförts för att bestämma lämpliga mätpunkter inom undersökningsområdet. Vid uppbyggandet av mätstationerna har hjälp utlovats av Lunds kommun. 8 mätstationer erfordras. Det är härvid alltför kostsamt att ha en kontinuerlig total mätning vid samtliga stationer. Två stationer avses göras fast och tjäna som referensområden och en portabel utrustning avses flyttas mellan övriga stationer. Erforderlig fast



installation i form av skibord uppsättes vid samtliga stationer samt en enkel registrerande pegel. Erforderlig mätutrustning utgörs av nivåutrustning, styrutrustning samt provtagningsutrustning.

Pågående mätningar i Värpinge medför även att en vattenomsättningsbudget kan göras för ett naturligt jordbruksområde och härvid ställas i relation till en budget för det urbana området.

### 5.5.3 Reningsverket

Genom just avslutade undersökningar vid reningsverket finns ett referensmaterial från verkets funktion. Under budgetåret 1977/78 kommer dessutom ytterligare funktionsundersökningar vid reningsverket att utföras på uppdrag av Lunds kommun. Härvid kommer flödesmätning och kvalitetsmätning att ske på inkommande avloppsvatten. Vidare kommer kvalitetsmätningar att ske på biologiskt renat vatten, kemiskt renat vatten, utgående vatten från biodamarna samt sandfiltrerat och mikrosilat vatten från pilotanläggningar. Genom dessa undersökningar kommer ett tillräckligt datamaterial över reningsverkets funktion vid olika grad av rening att erhållas.

### 5.6 Mätning i recipient

Höje å är recipient för Lunds centralort. Recipienten är tämligen enkel och okomplicerad. Tre mätstationer för vattenföring föreligger varav en finns uppströms och en nedströms samtliga utsläpp. Inom ramen för uppdraget från Lunds kommun avseende funktionsundersökningar av reningsverket kommer även mätningar i recipienten att genomföras.

### 5.7 Undersökningsparametrar

Den planerade vattenomsättningsbudgeten för Lunds centralort omfattar följande parametrar:

Flöden

Suspenderat material

Organiskt material

Närsalter (fosfor och kväve)

Tungmetaller (främst koppar, zink och bly)

## 5.8 Dataanalys

Med utgångspunkt från insamlade data avses utföras en analys av resultatet av olika lösningar för den urbana vattenhanteringen. Vidare kommer vid varje nederbördstillfälle ett avsevärt data-material att erhållas. Det är härvid väsentligt att detta material bearbetas direkt. Dessa förhållanden förutsätter användningen av en datormodell för dataanalysen. Idag existerar ett flertal olika datormodeller. En genomgång har gjorts av Svensson /11/. Vid CTH har nyligen den norska modellen från NIVA implementerats och av praktiska skäl är det därför lämpligt att även använda denna modell vid den planerade undersökningen i Lund. Inledande kontakter har tagits med Norsk Institutt for Vannforskning.

## 6 PROJEKTETS FÖRVÄNTADE RESULTAT OCH FÖRVÄNTAD ANVÄNDNING AV RESULTATET

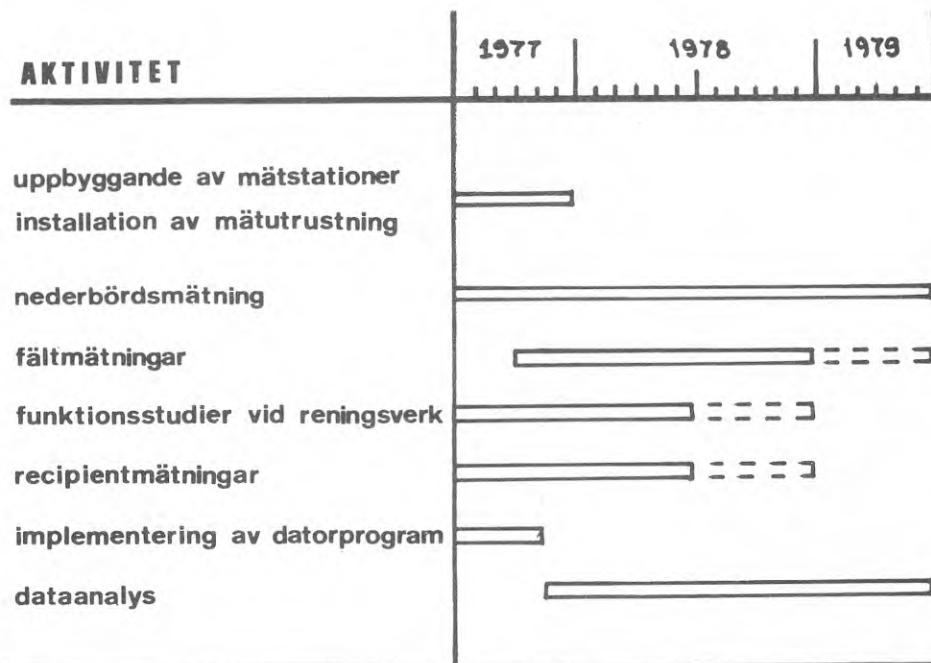
Den för närvarande enda presenterade modellen för vattenomsättningen i tätorter har upprättats av Carlsson och Falk i "Urban Hydrologi" och avser en total vattenomsättningsmodell för Sveriges tätorter. Modellen är dock mycket grov och schematisk och bygger på en rad mer eller mindre grova antaganden. Den beskriver dessutom ej den rumsliga fördelningen av utsläppen och avser endast ett hydrologiskt medelår. Vattenomsättningsförhållandena i en tätort varierar dock kraftigt under ett år beroende på regnens ojämna fördelning i tiden.

Det förväntade resultatet av projektet kan uppdelas i två nivåer. Genom projektet kan en vattenomsättningsbudget, d v s en kvantitativ och kvalitativ vattenbalans för hela det urbana systemet, urättas för en tätort (Lunds centralort) genom direkta mätningar i alla led. Vattenomsättningsbudgeten upprättas både på årsbasis och på kortare tidsbasis, t ex månadsbasis. Resultatet förväntas härmed kunna ge ett underlag för den totalsyn på ett samhälles vattenhanteringsproblem som medger en lokalisering och definition av existerande problem. Dessutom kommer mätresultaten att användas för att kalibrera en datormodell med vars hjälp olika alternativa lösningar av den urbana vattenhanteringen kan jämföras.

Ett mera generaliserbart resultat av projektet förväntas även. Det är väsentligt att vid projekt av denna typ kunna ställa resultaten i relation till de faktorer som påverkar dem för att på så sätt i möjligaste mån erhålla generaliserbara resultat. Genom de pågående LTH-projekt, som innefattas i projektet, eftersträvas t ex att klargöra orsakssambanden vad gäller avrinningsförloppet och studier av orsakssambanden vad gäller dagvattnets kvalitet har planerats efter den vid CTH använda modellen. Målsättningen är dessutom att kontinuerligt komplettera med andra mätningar med avsikt att ytterligare klargöra förloppen i takt med vunna kunskaper och erfarenheter under projektets gång. På basis av erhållna resultat kommer datormodellen att successivt byggas ut och kompletteras, varvid eftersträvas att erhålla en generell modell som kan tillämpas även vid andra tätorter. Härigenom kommer resultatet att kunna bidra till den framtida planeringen av det urbana vattensystemet i Sverige.

## 7 TIDPLAN

Projektet föreslås pågå under en tvåårsperiod. En preliminär översiktlig tidsplanering framgår av figur 7.



Figur 7. Preliminär översiktlig tidsplanering för projektet.

## 8 ERFORDERLIGA KOSTNADER

De totala erforderliga kostnaderna för att upprätta en vattenomsättningsbudget för Lunds centralort har beräknats till drygt 2 miljoner kronor. Härav täcks omkring 1.25 miljoner kronor av medel från pågående och planerade undersökningar vid institutionen samt av insatser från LTH i form av personal och andra resurser. Den totala kostnadsplanen framgår av tabell 3.

Aktivitet	Andra LTH-projekt	Lunds kommun	Inlämnad ansökan	Totalt
Nederbörds-mätning, mm	450 000 <sup>1)</sup>	5 000 <sup>6)</sup>	20 000 <sup>10)</sup>	475 000
Markvatten	60 000 <sup>2)</sup>	-	-	60 000
Bräddning	-	5 000 <sup>7)</sup>	50 000 <sup>10)</sup>	55 000
Dagvatten	280 000 <sup>3)</sup>	10 000 <sup>7)</sup>	110 000 <sup>10)</sup>	410 000
Reningsverket	-	130 000 <sup>8)</sup>	-	130 000
Recipienten	-	50 000 <sup>8)</sup>	-	50 000
Dataanalys	40 000 <sup>4)</sup>	-	35 000	75 000
Löner	210 000 <sup>5)</sup>	- <sup>9)</sup>	550 000	760 000
<b>Totalt</b>	<b>1 050 000</b>	<b>200 000</b>	<b>765 000</b>	<b>2 015 000</b>

Tabell 3. Kostnadsplan för projektet "Vattenomsättningsbudget för Lunds centralort".

- 1) "Betydelsen av rumslig variation i nederbördsintensiteten hos kortvariga regn för dimensionering av dagvattensystemet", (inkl. löner) BFR, NFR, samt delar av "Resursbesparande byggnade - ett samarbetsprojekt i anslutning till sydbalitksa huset", (inkl. löner), BFR.
- 2) Delar av "Urbaniseringens inverkan på vattenomsättningen", NFR.
- 3) Delar av "Urbaniseringens inverkan på vattenomsättningen", NFR, delar av "Avrinning från hårdgjorda ytor", BFR, delar av "Avrinning från hårdgjorda ytor. Sammanställning av svenska och utländska undersökningar", BFR, samt delar av "Resursbesparande byggande", BFR.

- 4) "Simuleringsmodell för korttidsnederbörd", NFR samt delar av "Urbaniseringens inverkan på vattenomsättningen", NFR.
- 5) Assistenttjänster inkopplade på projektet.
- 6) Drift, skötsel och bearbetning av två stationer för korttidsnederbörd.
- 7) Grovt skattade belopp för insatser i form av arbetskraft etc.
- 8) Skattade belopp inkl. löner.
- 9) Löner har inräknats vid andra aktiviteter.
- 10) Inklusiv drift, underhåll och resor.

En något mera detaljerad fördelning av de kostnader som avses täckas genom denna ansökan framgår av tabell 4.

	1977/78	1978/79
<b>Personal</b>		
1 försöksledare	24 mån	145.750:-
1 ingenjör	24 mån	114.120:-
1 lab.ass.	20 mån	85.560:-
Tillfällig arbetskraft		25.000:-
Reservation för löneökningar		20.000:-
Sociala kostnader		152.270:-
	<u>271.300:-</u>	<u>271.400:-</u>
<b>Utrustning</b>		
Mätstationer vid dagvattenledningar	25.000:-	
Mätutrustning för flöde och provtagn.		
2 fasta stationer	30.000:-	
1 portabel utrustning	15.000:-	
Mätutrustning vid bräddavlopp	30.000:-	
4 registrerade pglar	10.000:-	
Utrustning för stoftnedfall och korrosion	10.000:-	
Drift och underhåll	10.000:-	30.000:-
Resor	10.000:-	10.000:-
Implementering av datormodell	15.000:-	
Datamaskintid	10.000:-	10.000:-
Förvaltningskostnadspålägg	4.400:-	3.200:-
<b>TOTALT</b>	<u>440.700:-</u>	<u>324.600:-</u>

Tabell 4. Detaljerad kostnadsplan.

## 9 SAMMANFATTNING

Under senare år har behovet av en totalsyn på samhällets vattenhanteringsproblem blivit alltmer uppenbart. Den urbana vattenhanteringen är relativt komplex och för att bäst kunna bedöma var framtida insatser bör göras erfordras en god kännedom om problemen och var problemen finns. Avsikten var att utarbeta ett forskningsprogram avseende ett samhälles totala vattenhantering.

Målsättningen med det föreslagna projektet är att genom direkta mätningar upprätta en vattenomsättningsbudget för Lunds centralort, att genomföra mätningarna så att resultaten kan ställas i relation till de faktorer som påverkar dem för att på så sätt i möjligaste mån erhålla generaliserbara resultat samt att jämföra olika alternativa lösningar av den urbana vattenhanteringen. Projektet förväntas kunna ge ett underlag för den totalsyn på ett samhälles vattenhanteringsproblem som medger en lokalisering och definition av existerande problem och som kan bidra till den framtida planeringen av det urbana vatten-systemet i Sverige.

Projektet är brett upplagt och innefattar i sig flera pågående och planerade projekt inom institutionen rörande urban vattenteknik. Dessutom bygger projektet på ett nära samarbete med Lunds kommun.

Det totala mätprogrammet omfattar mätningar av vattenförbrukning, korttidsnederbörd, stoftnedfall och korrosion, förändringar av markvatten- och grundvattenmagasinen, tungmetaller från industri, brädning från kombinerat system, dagvatten, obehandlat spillvatten, reningsverkets funktion vid olika grad av rening samt recipienten. Vattenomsättningsbudgeten omfattar flöden, suspenderat material, organiskt material, fosfor, kväve samt tungmetaller.

Projektet avses pågå under en tvåårsperiod.



## REFERENSER

- /1/ McPherson M B "Notes on recommended Plan for national research on urban hydrology in Sweden", Lund 1976.
- /2/ Carlsson L, Falk J "Urban hydrologi. Översikt över forskningsbehovet", LTH, Inst. f. Teknisk vattenresurslära, Bulletin serie A nr 56, Lund 1976.
- /3/ Vråle L "Tillförselgrad - Ett nyttigt begrepp vid prioritering mellan rening och transport av avloppsvatten", Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo 1975.
- /4/ Balmér P "Var finns Sveriges avloppsvatten?", Konzept, 1976.
- /5/ Malmquist P-A "Dagvattnets föroreningar", CTH, Inst. f. VA-teknik, Göteborg 1976.
- /6/ Lindholm O "Forurensning i overvann", PRA 4.7, Norsk Institutt for Vannforskning, 1976.
- /7/ Forsberg C "Kvantifiering av dag- och bräddvattenutsläpp", Svenska Vatten- och Avloppswerksföreningen, VAV-dagen 1976.
- /8/ Falk J "Vattenomsättningen vid Värpinge och Klostergården", Inst. f. Teknisk vattenresurslära, LTH, Lund 1977.
- /9/ Hansson B "Inventering av industriavfall i Lunds kommun", Lunds Hälsovårdsnämnd, 1972.
- /10/ Joackimsson E, Pauler N "Undersökning av tungmetallhalter i röt-slam, industriavloppsvatten samt ledningsvatten i Lunds kommun", Lunds Hälsovårdsnämnd 1974.
- /11/ Svensson G "Planeringsmodeller för dagvatten. Litteraturgenomgång 1975", Inst. f. VA-teknik, CTH, Publikation C 76:2, 1976.



## DATA COLLECTION SYSTEM AT THE KLOSTERGÅRDEN CATCHMENT AREA IN LUND

### Background

As a complement to the rural basin Värpinge, which has been studied for 6 years, an urban catchment Klostergården in the southwestern part of Lund was chosen for study. The purpose of this investigation is to compare the parameters of the respective water balances for the rural and urban catchments and to study the urban runoff process. The Klostergården catchment is dominated by six to eight story dwellings. The catchment area is 13.9-ha, out of which 48% consists of impermeable surfaces such as roads, parking-lots and roofs. Field measurements were started in June 1976.

### Rainfall Measurements

For the recording of rainfall intensity, an instrument which operates on the "tipping-bucket" principle has been constructed. In order to assure good measurement, the instrument has been equipped with a 3000 cm<sup>2</sup> catchment surface. The volume of water resulting in a tipping is dependent on the rainfall intensity. Thus a conversion from the recorded number of tipplings to intensity must be made via a calibration curve. On the average for the three gauges involved, each tipping is equal to 0.02 mm of rain.

### Runoff Measurements

Runoff is measured at the outlet of the basin and at four small impermeable subareas within the basin. The principle of the gauge is shown in fig. 13. A vertical pipe filled with an electrolyte (0.5% NaCl) is connected to the water in an inlet; and for the catchment gauge is connected to the storm drain through a rubber membrane. Two parallel platinum wires are mounted in the vertical pipe. By measuring the electrical conductivity of the wires in the electrolyte the water level can be obtained. Because the pipes are placed upstream from V-notch weirs the runoff is determined by a rating curve. To increase the reliability of the system a supplemental mechanical recorder has been installed at the catchment outlet.

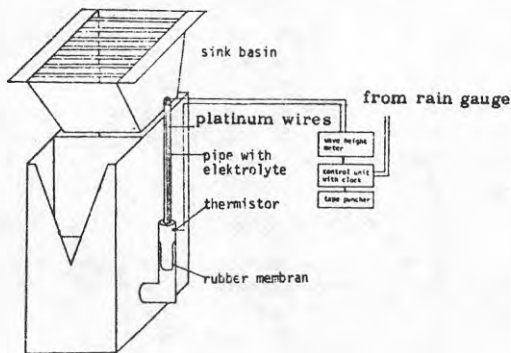


Fig. 13. Apparatus for runoff measurements in a gutter inlet.

### Central Recording

In order to transfer signals from the measuring units to a tape puncher, a special control unit has been developed. This unit consists of a clock, a digital voltmeter and a pulse counter. The recording (tape punching) starts automatically when an initial pulse from a rain-gauge triggers the control unit. The time interval between each punching is set at one minute. That is each minute the voltage of the runoff gauges and the number of tipplings for each rain-gauge are punched. Termination of recording is determined by the

elapsed time since the last pulse from any rain-gauge was received, the limit being one hour. Since all the instruments are connected to the same clock, there is an absolute synchronization of recording time for rainfall and runoff (fig. 14).

The central unit where recording takes place is situated in the cellar of a building within the catchment. All cables connected to the gauges are placed in the storm drains.

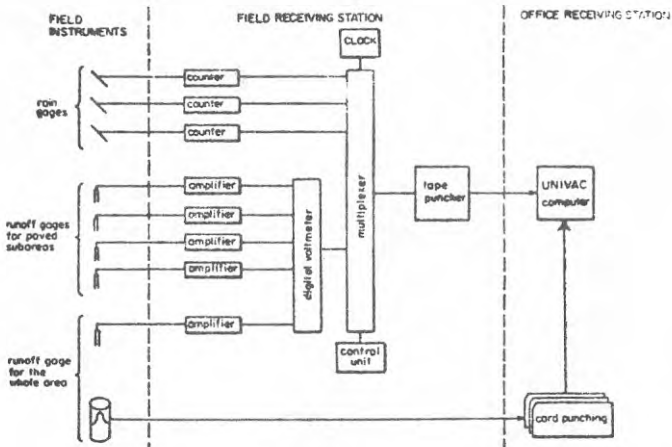


Fig. 14. Klostergård data collection system.

#### Water Sampling

During the first months of recording, water samples have been taken during one storm.

#### Data Analysis

As an example of the simultaneous recordings of precipitation and runoff from an impermeable parking-lot, with an area of 291 m<sup>2</sup>, are shown in fig. 15. The figure also shows a calculated hydrograph by means of a non-linear model

$$Q = A \cdot S^B \quad \text{where } A \text{ and } B \text{ are constants, } S \text{ storage and } Q \text{ runoff.}$$

The constants were determined from 30 other storm events. (Falk & Niemczynowicz, 1976).

For the rural basin of Värpinge the water budget is calculated on a monthly basis as the soil moisture contents and the groundwater level are recorded. The same calculations will be carried out for the Klostergård area.

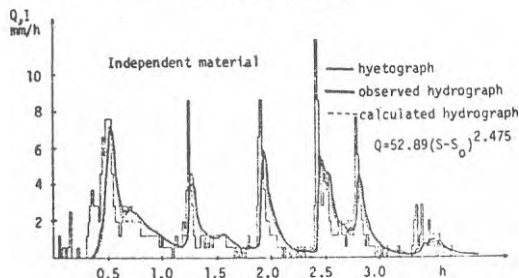


Fig. 15. Rainfall 75-08-18. Observed hyetograph and hydrograph. Calculated hydrograph with non-linear model. Independent material.

## VATTENOMSÄTTNING I VÄRPINGE OCH KLOSTERGÅRDEN

Jan Falk

Institutionen för teknisk vattenresurslära, LTH/LU  
Lund, januari 1977

Inledning

Värpingeområdet, som enligt stadsplanen av 1969, nu skulle vara utbyggt till två tredjedelar med bostadshus är fortfarande ett jordbruksområde. Området har dock påverkats av mänsklig aktivitet genom att en dagvattenledning har anlagts i avrinningsområdets östra del. Ledningsdragningen har medfört att avrinningsområdets storlek minskat från 3.25 till 1.95 km<sup>2</sup> (figur 1).

Ett urbant avrinningsområde i Klostergården i Lunds sydvästra del utrustades i mars 1976 med en SMHI-pegel vid ett mätöverfall i en dagvattenledning som avvattnar ett 13.9 ha stort område. Figur 2 visar belägenheten av Klostergården och Värpinge. Avståndet mellan områdena är ca 3 km, de ligger båda på norra sidan av Höje å och har båda en medelhöjd av ca 20 m ö h. Figur 3 visar markanvändningen i Klostergården. Området domineras av sex till åtta våningars bostadshus lokaliserade till avrinningsområdets nedströmsdel. Totalt utgörs 48 % av ogenomsläppliga ytor såsom tak, gator och parkeringsplatser.

Figur 4 visar placeringen av mätinstrumenten i Klostergården. Förutom vid utloppet mäts avrinningen även i fyra rännstensbrunnar med tillrinningsområden mellan 70 och 360 m<sup>2</sup>. Nederbördsintensiteten mäts i tre punkter. Alla mätare är via kablar i dagvattenledningarna anslutna till en centralenhet placerad i en källare i områdets centrala delar. Centralenheten består av en klocka, en digital voltmeter och pulsräknare. Registrering på pappersremsa startar automatiskt när en puls från en nederbörds-mätare, som är av tipping-bucket typ når centralenheten. Tidsintervallet mellan varje registrering är en minut. Dvs varje minut stansas spänningen vid varje avrinningsmätare och antalet tippningar vid varje nederbörds-

station (figur 5). Registreringen upphör en timme efter sista nederbördsimpulsen. Eftersom alla instrument är koplade till samma klocka är tidssynkroniseringen absolut. Datainsamlingen via centralenheten startade i juni 1976.

#### Vattenomsättning i Värpinge

I Värpinge mäts nederbörd och avrinning kontinuerligt liksom de flesta av de variabler som erfordras för beräkning av potentiell avdunstning med Penmans formel. Markvattenhalten mäts vid ungefär femton tillfällen per år. I figur 6 visas fuktighetsvariationen i markvattenmagasinet i mm vp under observationsperioden. Förutom den totala fluktuationen i markzonen 0-200 cm visas detta magasinet uppdelat i tre skikt 0-75 cm, 75-130 cm och 130-200 cm under markytan. Amplituden utgör mer än en tredjedel av den genomsnittliga nederbörden. Markvattenhalten varierar inom mycket små intervall i de lägre markskikten varför grundvattenmagasineringsen ej beaktas vid vattenomsättningsberäkningen i tabell 1 nedan. Tabellen visar månadsvärden av nederbörd (P), avrinning (Q), magasinförändring ( $\Delta M$ ), verklig avdunstning ( $P-Q-\Delta M$ ) och potentiell avdunstning enligt Penmans formel ( $E_p$ ). Tabellen visas även grafiskt i figur 7.

TABELL 1 Värpinge - vattenomsättning 1971-1976 mm v.p.

1971	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR	
P	22	26	35	26	32	67	43	44	49	54	68	32	497	
Q	5	5	3	2	1	1	0	0	0	0	2	4	23	
$\Delta M$						-8	-53	-20	28	40	47	20	--	
P-Q- $\Delta M$						74	96	64	21	14	19	8	--	
$E_p$	11	19	26	46	93	84	109	88	42	20	7	12	557	
1972	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR	
P	9	24	27	57	53	40	49	71	38	12	78	17	475	
Q	2	3	6	12	1	0	0	0	0	0	2	3	29	
$\Delta M$	5	12	9	-7	-26	-47	-22	21	-15	-11	62	11	-8	
P-Q- $\Delta M$	2	9	12	52	78	87	71	50	53	23	14	3	454	
$E_p$	6	4	13	44	96	107	101	90	47	26	16	11	571	
1973	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR	
P	31	58	41	66	49	15	98	21	86	24	75	40	604	
Q	4	31	34	13	6	1	0	0	0	0	1	14	104	
$\Delta M$	28	17	-8	4	-44	-59	34	-59	49	11	60	11	44	
P-Q- $\Delta M$	-1	10	15	49	87	73	64	80	37	13	14	15	456	
$E_p$	5	13	29	47	86	121	119	107	54	22	17	21	641	
1974	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR	
P	62	36	17	2	22	56	87	76	61	98	57	101	675	
Q	39	29	6	1	0	0	0	0	0	3	24	76	178	
$\Delta M$	8	-12	-18	-27	-33	-18	3	3	17	55	14	4	-4	
P-Q- $\Delta M$	15	19	29	28	55	74	84	73	44	40	19	21	501	
$E_p$	6	8	36	63	78	91	85	72	48	16	9	7	519	
1975	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR	
P	55	12	35	60	26	14	47	21	53	38	53	28	442	
Q	44	17	14	30	2	0	0	0	0	0	0	1	108	
$\Delta M$	12	-27	12	-13	-48	-55	-8	-46	10	15	30	20	-98	
P-Q- $\Delta M$	-1	22	9	43	72	69	55	67	43	23	23	7	432	
$E_p$	11	6	21	51	84	103	101	98	51	22	9	20	577	
1976	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR	APR- DEC
P	50	17	17	26	59	19	40	11	41	74	46	49	449	365
Q	11	1	2	4	2	1	0	0	0	1	0	2	24	10
$\Delta M$	57	10	-2	-3	-12	-70	-30	-30	0	59	41	35	55	-10
P-Q- $\Delta M$	-18	6	17	25	69	88	70	41	41	14	5	12	370	365
$E_p$	14	5	18	45	84	103	111	99	45	20	8	8	560	523

Tabell 2 och figur 8 visar medelvärden för vattenomsättningen under en femårsperiod (1972-1976).

TABELL 2 Värpinge - vattenomsättning medelvärde 1972-1976 v.1

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
P	41	29	27	42	42	29	64	40	56	49	62	47	528
Q	20	16	12	12	2	0	0	0	0	1	5	19	87
$\Delta M$	22	0	-1	-9	-32	-49	-5	-22	12	25	42	16	-2
$P-Q-\Delta M$	-1	13	16	39	72	78	69	62	44	23	15	12	443
$E_p$	8	7	24	50	86	105	104	93	49	22	12	14	574

#### Försök till vattenomsättningsberäkning för Klostergården

Att göra upp motsvarande vattenomsättning för Klostergården är svårt eftersom området ännu inte är färdigutrustat. Markvattenmätningar saknas och nederbördsregistreringen har ett femtioprocentigt bortfall. Att det elektroniska systemet i Klostergården ger så låg tillgänglighet är ingen större nackdel, eftersom detta främst är tänkt att ge underlag för analys av nederbörds- och avrinningsprocessen. För vattenomsättningsberäkningen används främst data från SMHI-pegeln och nederbördsdata från Värpinge, SMHI-stationen i Lund och Klostergården. Markvattenhaltsförändringarna tas från Värpinge liksom den potentiella avdunstningen.

Vid vattenomsättningsberäkningen måste permeabla och impermeabla ytor skiljas åt. Magasinsförändring i markzonen sker endast i 52 procent av området varför denna ändring utgör hälften av den i Värpinge. För de hårdgjorda ytorna sker en magasinering i vattenpölar. Storleken av detta magasin har skattats ur uppmätta värden för de fyra delområdena på summan av nederbörd minus summan av avrinning för enskilt regn. Den genomsnittliga magasinstorleken uppgår till 0.75 mm vattenpelare. Vattnet i vattenpölar avdunstar sedan regnet upphört helt eller delvis beroende på klimatologiska förutsättningar och tid till nästföljande regn.

Vattenomsättningen har sammanställts i tabell 3 och figur 9. Tabellen visar nederbörd (P), avrinning (Q), magasinföränd-



ring i markzonen ( $\Delta M$ ), avdunstning från impermeabla ytor ( $E_i$ ), avdunstningen från permeabla ytor ( $P-Q-\Delta M-E_i$ ), verklig avdunstning ( $P-Q-\Delta M$ ) och potentiell avdunstning ( $E_p$ ). Siffrorna är osäkra eftersom markvatten- och mekanisk nederbörds mätning ännu saknas.

TABELL 3 Klostergården - vattenomsättning 1976

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	APR-DEC
P				26	59	26	41	24	43	68	41	49	377
Q				10	18	12	15	11	13	27	9	22	137
$\Delta M$				-2	-6	-35	-15	-15	0	30	20	17	-6
$E_i$				4	5	4	4	3	4	7	4	3	38
$P-Q-\Delta M-E_i$				14	42	45	37	25	26	4	8	7	208
$P-Q-\Delta M$				18	47	49	41	28	30	11	12	10	146
$E_p$				45	84	103	111	99	45	20	8	8	523

#### Jämförelse av vattenomsättningen i Värpinge och Klostergården

Vid samtidigt betraktande av vattenomsättningen i Värpinge och Klostergården under perioden april-december 1976 kan stora skillnader iakttas. Nederbörd kontra avrinning visas i figur 10. Totalt under de nio månaderna har 3 % av nederbörden runnit av i Värpinge medan motsvarande siffra för Klostergården är 36 %.

Avdunstningen under perioden var i Värpinge 365 mm mot 246 mm i Klostergården, varav 208 mm från permeabla och 38 mm från impermeabla ytor. Totalt var avdunstningen i Klostergården endast 67 % av den i Värpinge.

#### Avrinning

I figur 11 visas dygnsmedelvärden av avrinningen i de båda områdena under 1976 i  $l/s \cdot km^2$ . Observera att skalan för Värpinge är 8 gånger förstörd i jämförelse med Klostergården. Figur 12 visar samtidig registrering av nederbörd (staplar) och avrinning i Klostergården. Områdets reaktionstid (tidsavståndet mellan tyngdpunkterna av regnet och den direkta avrinningen) är av storleksordningen 15 minuter och tidsavståndet från regnets slut till den direkta avrinningens slut

är ca 45 minuter. I figur 13 visas en hyetograf och samtidig registrering av avrinningen i Värpinge och Klostergården. Observera att skalan för Värpinge är 10 gånger förstorad. Responstiden för Värpinge är 2-3 timmar och hydrografens varaktighet är av storleksordningen 10 timmar. För Värpinge har enhetshydrografen för ett halvtimmesregn med effektiv nederbörd 0.01 mm konstruerats för perioden före resp efter byggandet av dagvattenledningen (figur 14). Av figuren framgår att tidsparametrarna minskat. Att volymerna under enhetshydrograferna ej överensstämmer beror på att de härrör från olika avrinningsområdesstorlekar.

Tabell 4 visar att den direkta avrinningen endast vid ett fåtal tillfällen utgör mer än en procent av nederbörden. Flödena under sommarhalvåret kan till stor del förklaras av nederbörd som faller över riksväg 16, se fig 1, i områdets norra del. Vägen upptar före juli 1972 0.81 % av avrinningsområdet och efter denna tidpunkt 0.67 %.

#### Processtudier

I Värpinge håller ett examensarbete om vertikala vattentransporter i mark på att slutföras. För detta ändamål har markvattenhalten mätts dagligen under perioden 23.4 - 17.6 1976. Även avrinningsprocessen och avrinningens samband med markvattenhalten på olika djup har studerats.

I Klostergården studeras avrinningen från helt hårdgjorda ytor.



Tabell 4. Avrinningskaraktistika för Värpinge.

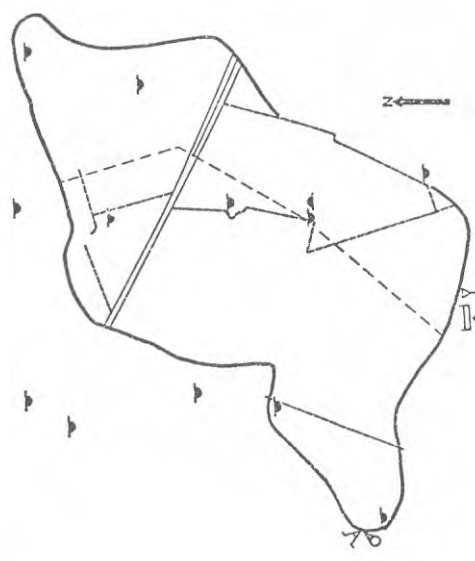
Datum	$Q_{tot}$ mm	$Q_{bas}$ mm	$Q_{dir}$ mm	P mm	$Q_{dir}/P$ %	$q_{bas}$ l/s	Markvatten- halten, nivån 0-2 m mm
700721	0.095	0.026	0.070	12.25	0.57	1.21	
700804	0.046	0.008	0.039	19.85	0.20	0.33	
700905	0.017	0.005	0.012	10.59	0.11	0.34	
700915	0.031	0.010	0.021	5.02	0.42	0.62	
701002	0.046	0.009	0.037	7.66	.48	0.27	
701025	0.041	0.011	0.030	12.49	0.24	0.16	
701028	0.083	0.022	0.061	8.69	0.70	0.40	
701101			0.557	14.02	3.97	7.00	
701103			0.534	15.57	3.43	8.20	
701105			0.348	7.41	4.70	19.3	
710528			0.010	9.61	0.10	1.0	488
710616			0.002	4.81	0.03	1.0	478
710622			0.004	12.37	0.04	0.8	478
710627			0.002	7.60	0.03	0.57	477
710630			0.002	6.69	0.03	0.52	476
710725			0.0004	7.11	0.006	0.33	420
710727			0.021	18.53	0.12	0.45	420
710828			0.005	11.14	0.05	0.0	400
710905			0.003	7.18	0.04	0.0	405
710918			0.004	8.20	0.05	0.04	419
711019			0.0014	5.25	0.03	0.0	455
711019			0.0015	1.69	0.09	0.28	455
711022			0.013	8.36	0.16	0.0	459
711022			0.013	3.10	0.42	0.27	459
711108			0.013	8.67	0.15	0.0	483
711109			0.020	6.01	0.34	0.0	484
711113			0.042	5.41	0.08	0.0	490
711116			0.018	10.19	0.17	0.06	495
711118			0.175	15.71	1.12	8.7	498
720728	0.016	0.007	0.009	11.45	0.07	0.24	466
720811	0.072	0.012	0.060	36.15	0.17	0.11	478
720815	0.038	0.023	0.015	13.29	0.11	0.44	482
720817	0.047	0.018	0.029	13.41	0.22	0.50	482
721107	0.016	0.007	0.009	17.17	0.05	0.05	482
730501	0.210	0.151	0.059	19.43	0.30	6.30	571
730601	0.096	0.052	0.044	15.04	0.29	1.01	527
730714	0.037	0.003	0.034	24.80	0.14	0.01	461
730720	0.025	0.007	0.017	9.79	0.18	0.08	490
730721	0.206	0.016	0.190	21.54	0.88	0.09	495
730921	0.016	0.003	0.013	18.59	0.07	0.0	447
730925	0.172	0.008	0.164	35.93	0.46	0.0	460
731203	0.966	0.418	0.548	6.38	8.58	3.20	558
731206	1.424	0.836	0.588	13.19	4.46	8.76	562
760708	0.131	0.003	0.128	15.41	0.83	0.0	
760718	0.0007	0	0.0007	6.81	0.01	0.0	
760730	0.014	0	0.014	10.10	0.14	0.0	

- $Q_{tot}$  Totala mängden som rinner av under den tid som den direkta avrinningen varar.
- $Q_{bas}$  Separerat basflöde, total mängd under den tid som den direkta avrinningen varar.
- $Q_{dir}$  Direkta avrinningen ( $Q_{tot} - Q_{bas}$ ).
- P Nederbörden.
- $q_{bas}$  Basflödet omedelbart innan direkta avrinningen startar.



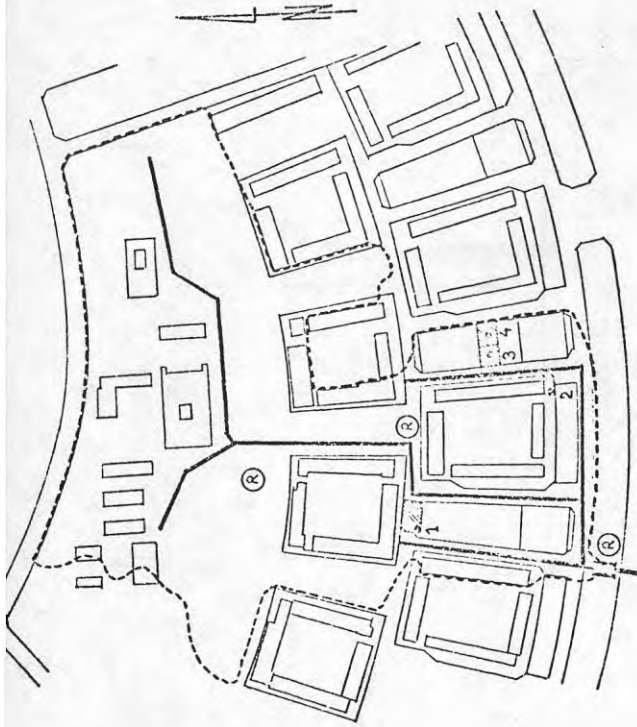
Figur 2 Karta Värpinge och Klostergården.

VRDPINGE  
Stationsnät  
och vägar



- Större bilväg
- - - - - Brukningsväg
- - - - - Gräns för avrinningsområdet efter juli 1972
- Pegel
- ∇ Överfall
- ∇ Nederbördsstation, daglig
- ∇ Nederbördsintensitetsmätare
- ∇ Grundvattenstation
- ∇ Markvattenstation
- Evaporimeter
- ⊙ Meteorologisk station

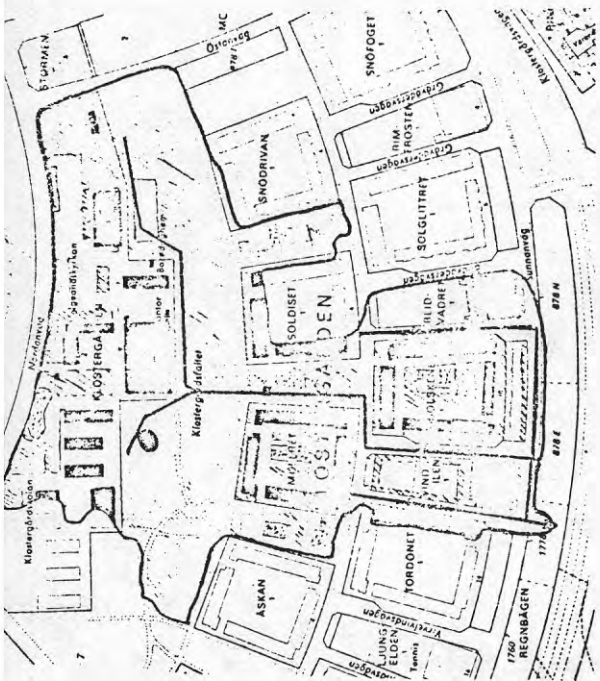
Figur 1 Stationsnät och vägar.



KLOSTERGÅRDEN, LUND, STUDY AREA 139000 m<sup>2</sup>  
 0 50 100 m

- Legend :
- Storm drains Ø larger than 225 mm
  - ⊙ Rain gauges
  - ☒ Runoff gauges from paved subareas:
  - 1 - area approx. 360 m<sup>2</sup>
  - 2 - area approx. 70 m<sup>2</sup>
  - 3 - area approx. 280 m<sup>2</sup>
  - 4 - area approx. 320 m<sup>2</sup>
  - ⊞ Runoff gauge from the whole area.

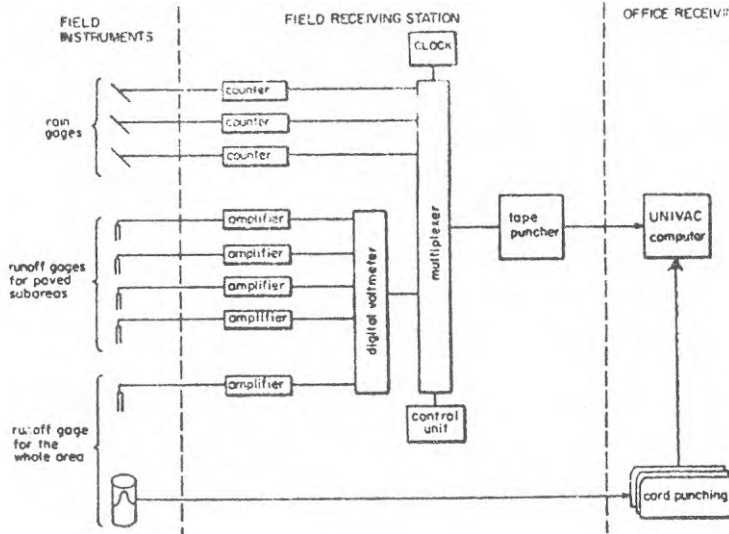
Figur 4 Klostergården stationsnät.



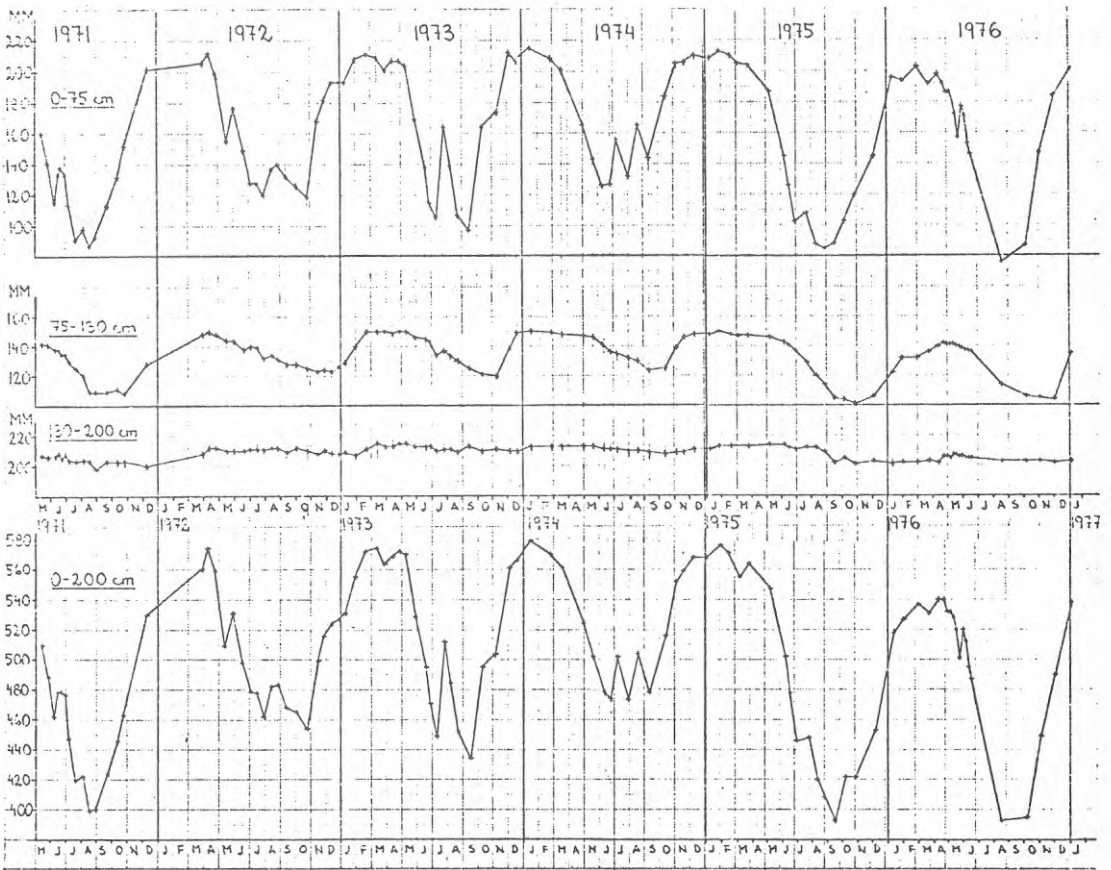
KLOSTERGÅRDEN YTA: 139.350 m<sup>2</sup>

	m <sup>2</sup>	%
GRÖNA OMRÅDEN:	67.916	48.8
GRUSPLÅN:	1.945	1.4
SANDLADOR:	3.095	2.2
SUMMA GENOMSLÄPPLIGA YTOR:	72.956	52.4
TAKYTOR:	22.004	15.8
GATOR O.D.:	44.390	31.8
SUMMA OGENOMSLÄPPLIGA YTOR:	66.394	47.6
SUMMA:	139.350	100.0

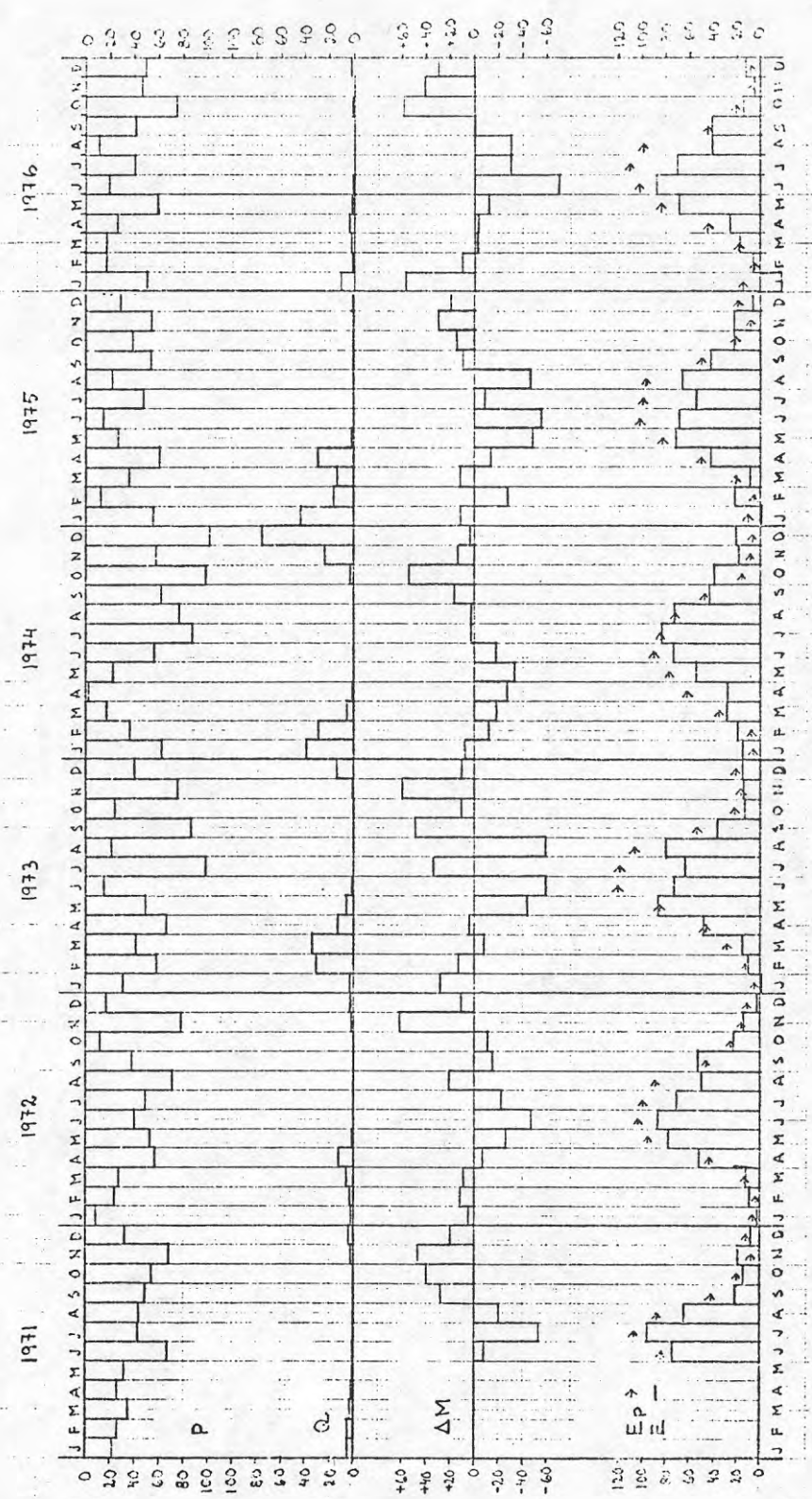
Figur 3 Klostergården markanvändning.



Figur 5 Klostergården data collection system.

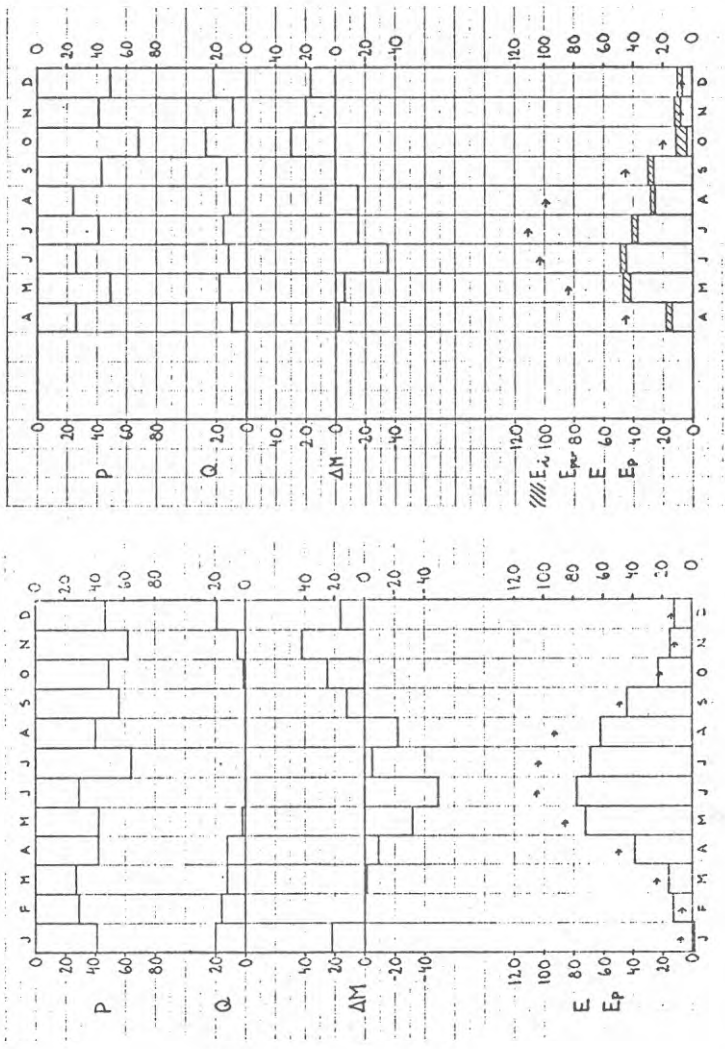


Figur 6 Värpinge markvattenhalt 0-75 cm, 75-130 cm, 130-200 cm och 0-200 cm under markytan för perioden maj 1971 - dec 1976.

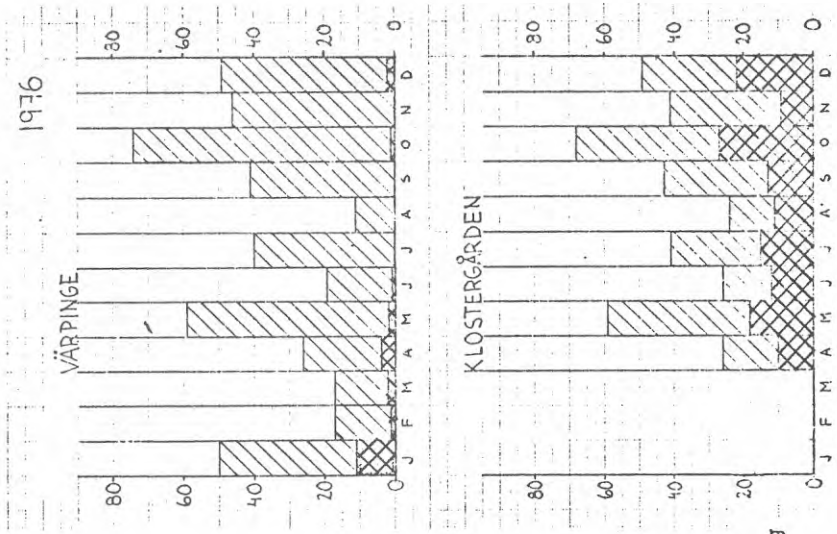


Figur 7 Värpinge vattenomsättning 1971 - 1976.



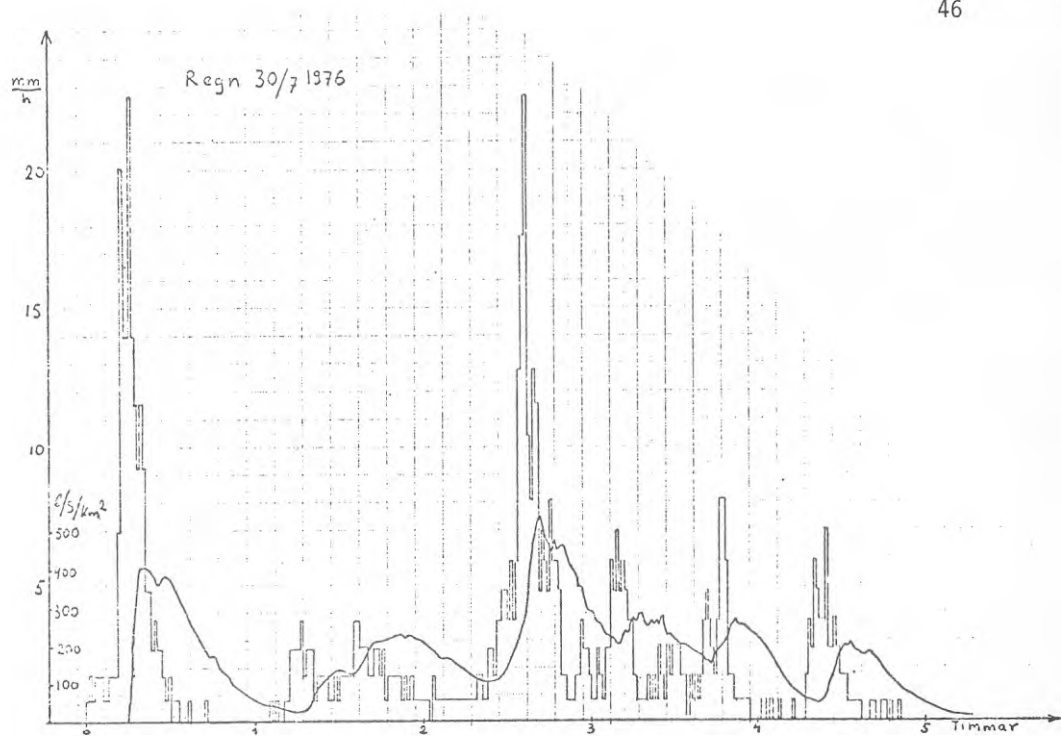


Figur 8 Värpinge vattenomsättning 1972 - 1976. medelvärde  
 Figur 9 Klostergården vattenomsättning april - december 1976.

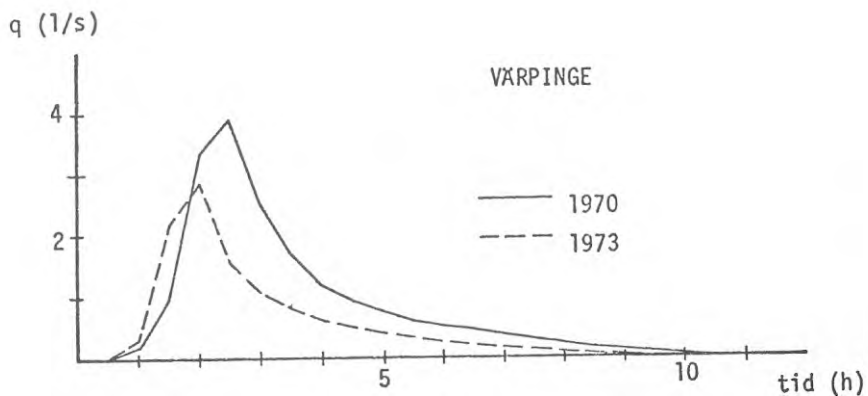


Figur 10 Värpinge - Klostergården. Nederbörd - avrinning 1976.



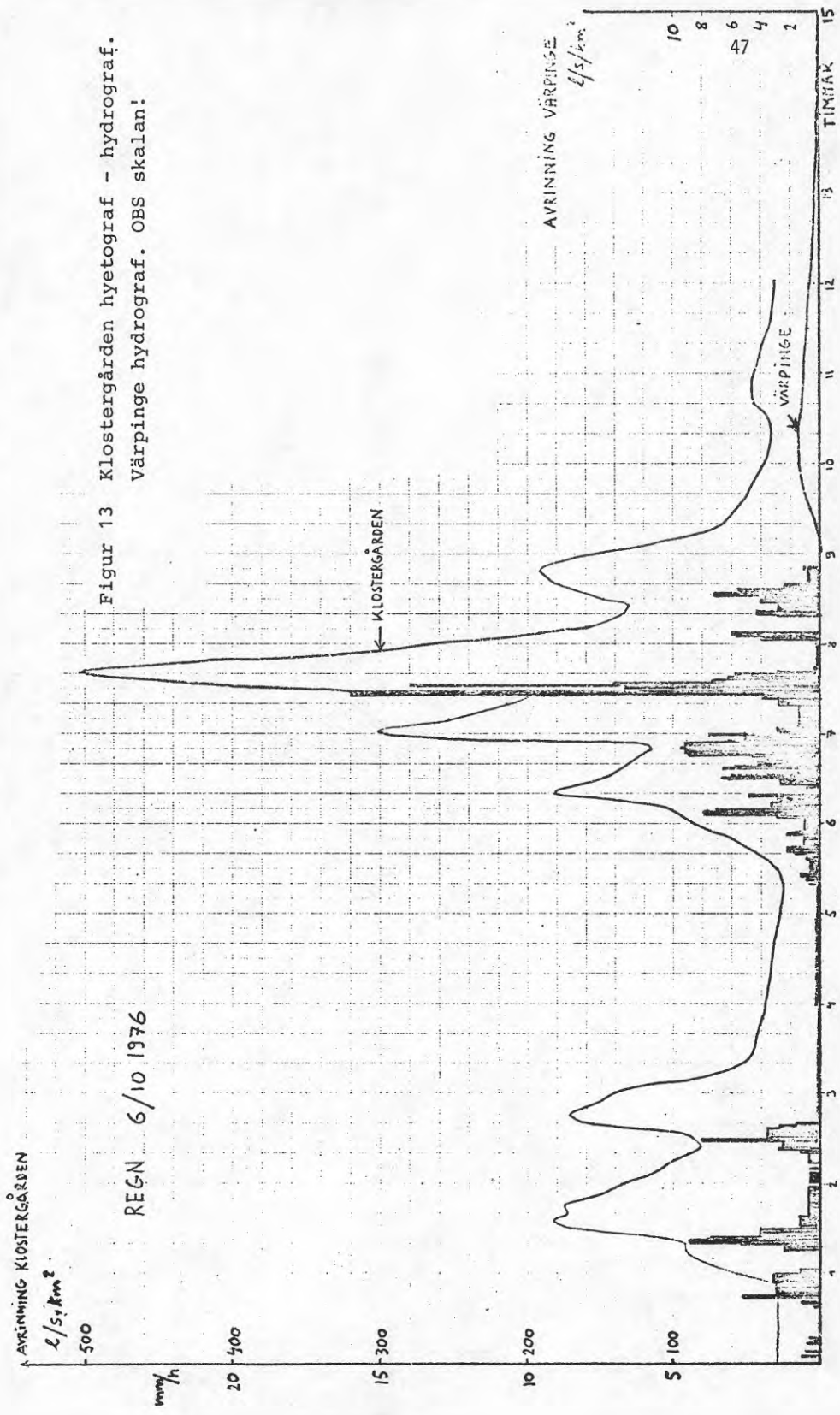


Figur 12 Klostergården hyetograf - hydrograf.



Figur 14 Enhetshydrografer beräknade ur vardera två nederbördstillfällen åren 1970 och 1973, före resp. efter ändringen av avrinningsområdets area.





Figur 13 Klostergården hyetograf - hydrograf.  
 Värpinge hydrograf. OBS skalan!



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760038-7 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för Teknisk  
Vattenresurslära, LTH, Lund**

**R33: 1977**

**ISBN 91-540-2694-6  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600633  
Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemangsgrupp**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 1403  
111 84 Stockholm**