



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

R40:1976

Dagvattenavledning

**Komplettering av kombinerade
ledningarna med magasin
vid källan**

Bo Carlstedt

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Rapport R40:1976

DAGVATTENAVLEDNING

Komplettering av kombinerade ledningar med
magasin vid källan

Bo Carlstedt

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750493-7 från
Statens råd för byggnadsforskning till Orrje & Co AB, Stockholm

Statens råd för byggnadsforskning
ISBN 91-540-2609-1

LiberTryck Stockholm 1976

FÖRORD

BPA-Byggproduktion AB och Orrje & Co-Scandiaconsult har i samarbete och med medel från Statens råd för byggnadsforskning (BFR) sedan december 1975 genomfört projektering och kostnadsberäkningar avseende en utvärdering av tillämpningen av s k halvseparat system med magasinering vid källan inom äldre stadskärna i stället för omläggning till s k separat system.

Orrje & Co-Scandiaconsult har därvid svarat för projekteringen och BPA för kostnadsberäkningarna. Stockholms kommun genom dess VA-verk har välvilligt ställt underlag till förfogande för utredningsarbetet, speciellt vad gäller befintliga förhållanden såväl i allmän mark som inom fastigheterna.

Projektledare och författare har varit Bo Carlstedt.

Författaren framför härmed ett varmt tack till alla medverkande i deras värdefulla insatser.

INNEHÅLL

1	BAKGRUND	5
2	MÅLSÄTTNING	6
3	METOD	7
4	BESKRIVNING AV PROJEKTET	8
4.1	Områdets läge och omfattning	8
4.2	Geohydrologi	8
4.3	Grundläggningsförhållanden	11
4.4	Befintliga ledningar	11
4.4.1	I allmän mark	11
4.4.2	Inom fastigheterna	13
4.5	Projektering av separat system	13
4.5.1	Utgångsförutsättningar	13
4.5.2	Val av ledningsmateriel, dimensionering	13
4.5.3	Beskrivning av vald lösning	13
4.6	Projektering av halvseparat system med magasin vid källan	15
4.6.1	Utgångsförutsättningar	15
4.6.2	Val av magasinstyper	17
4.6.3	Dimensionering	17
4.6.4	Beskrivning av systemlösningar	22
4.7	Separat system med magasin för gatuvatten	27
5	KOSTNADER	29
5.1	Kalkylförutsättningar	29
5.2	Beräknade anläggningskostnader	29
5.3	Omläggning av äldre, kombinerade ledningar	30
5.4	Miljöekonomisk beräkning	30
6	RESULTAT OCH TILLÄMPNINGSOMRÅDEN	33
6.1	Resultat	33
6.2	Tillämpningsområden	33
7	JURIDISK-EKONOMISKA KONSEKVENSER	35
8	NOMENKLATUR	37
	REFERENSER	39

DAGVATTENAVLEDNING

Komplettering av kombinerade ledningar med magasin vid källan

1 BAKGRUND

Det kombinerade systemet är behäftat med många nackdelar, inte minst bräddning av förorenat avloppsvatten, varför systemet alltmer måste överges. Frågan vad som skall ersätta det kombinerade systemet är i hög grad beroende av de lokala förhållandena. En övergång till s k separatsystem med en rörledning för spillvatten och en för dagvatten löser emellertid ej ensam problemen emedan även dagvattnet är förorenat och kan behöva renas före utsläpp. Därvid ställs man inför behov av utjämningsmagasin före reningen, därför att reningsverket annars skulle bli orimligt dyrt.

Andra metoder står emellertid till buds som visat sig vara både miljömässigt och ekonomiskt fördelaktiga. Sedan fyra år tillbaka har forskning pågått /Paus, K, Andersson, R & Carlstedt, B/ och pågår beträffande ett sätt att avleda dagvatten, som radikalt skiljer sig från det konventionella med rörledningar. Förfaringssättet innebär i korthet att dagvattnet först magasineras så nära källan (där regnet faller) som möjligt för utjämning och därefter leds vidare med avsevärt mindre flöde. Vidareledningen kan ske t ex i form av perkolation (sjunkning) genom jordlagren till grundvattenytan, när dagvattnet är jämförelsevis rent, eller genom överledning till spillvattenledning, när dagvattnet är förorenat.

Praktiska utförandefrågor och även juridiska problem visar sig oftast uppstå när något nytt skall introduceras inom samhällsplaneringsområdet. Så visar sig också vara fallet när det gäller ovan beskrivna nya förfaringssätt.

Förfaringssättet har ofta ansetts uteslutande kunna tillämpas inom nybyggnadsområden, vilket emellertid ej är riktigt. Det är bl a därför angeläget att visa såväl tekniska och ekonomiska som juridiska konsekvenser vid tillämpning t ex inom tätort vid omläggning av kombinerat system till det nya förfaringssättet i stället för separat system.

2 MÅLSÄTTNING

Föreliggande forskningsuppgift avser att visa hur magasinering av dagvatten vid källan realistiskt kan utföras inom ett autentiskt område med varierande grundförhållanden och befintligt, kombinerat avloppssystem med avsikt att lägga om till separat system.

Som lämpligt objekt har valts några kvarter inom den äldre stadskärnan kring Mariatorget i Stockholm. Här finns i samtliga gator förutom de kombinerade ledningarna även vattenledningar, gasledningar, elledningar och teleledningar. Ledningarnas lägen är väl dokumenterade.

För att ge forskningsuppgiften reellt jämförelseinnehåll är målsättningen också att visa en parallell lösning med omläggning till separat system.

Slutligen avser forskningsuppgiften att ge ett verklighetsunderlag för fortsatt utredning av de juridisk-ekonomiska konsekvenser som magasinering av dagvatten vid källan medför.

Målsättningen för projektet är enbart principiell och resultatet kan sålunda ej användas direkt för en utbyggnad.

3 METOD

Tillvägagångssättet har varit

- att ta fram befintlig dokumentation av ledningar i gator, ledningar i kvarter, grundläggningsförhållanden och jordlagerförhållanden
- att företa okulära besiktningar för kontroll och komplettering av befintliga förhållanden
- att projektera för dels omläggning till separatsystem och dels omläggning till halvseparat system med magasinering vid källan av dagvattnet, i båda fallen med erforderliga ledningar såväl i allmän mark som inom fastigheterna och
- att genomföra detaljkostnadsberäkningar för båda lösningarna enligt entreprenadkalkylmodell.

4 BESKRIVNING AV PROJEKTET

4.1 Områdets läge och omfattning

Det utvalda området är beläget vid Mariatorget, S:t Paulsgatan och Timmermansgatan på Södermalm i Stockholm och omfattar delar av kvarteren Rosendal Större, Källan, Vattumannen, Magistern, Hagen, Mullvaden Första och Rosendal Mindre (Fig 1)

Områdets totala areal är 3,1 ha. Av denna yta utgör 54 % tak och hårdgjorda gårdsytor och 29 % hårdgjorda gatu- och trottoarytor. Övriga 17 % är parkmark och andra permeabla ytor.

Området är valt så att det kan sägas utgöra en representativ enhet för äldre stadskärnor med befintligt, kombinerat avloppssystem.

Området genomkorsas helt av de båda huvudgatorna S:t Paulsgatan och Timmermansgatan och innefattar delar av två anslutande gator och del av Mariatorget med angränsande två gator.

Huvuddelen av bebyggelsen utgörs av bostäder och småindustri med i genomsnitt 5 våningar. I området finns också en skola, ett kapell, ett fritidshem, ett hotell och en biograf. Antalet bofasta har beräknats till ca 1 245 personer, fördelade på 415 lägenheter. Skolan har ca 400 elever, vilket antagits motsvara 100 personekvivalenter. Härtill kommer 65 personekvivalenter i fritidshemmet och hotellet, vilket allt tillsammans gör 1 410 personekvivalenter.

Inom tre av de berörda fem kvarteren med bostadshus skall husen rustas upp enligt kommunens saneringsprogram.

4.2 Geohydrologi

Området ligger inom de lägsta delarna av en höjdplåtå med marknivå ca 20 meter över havet och Mälaren och är flackt. Största nivåskillnad för gatumark inom området är 5,5 m.

Detaljundersökning av områdets geologiska uppbyggnad har ej ingått i uppgiften. De geologiska förutsättningar, dvs de jordlagerförhållanden och berggrundsförhållanden, som legat till grund för projektet har i förväg bestämts med ledning av tillgängliga källor / Geologiska kartbladet Stockholm NO /. På grundval av dessa har geologin sålunda antagits vara den, som angivits på figur 2. Figuren kompletteras med följande beskrivning. Områdets centrala delar består av en undergrund av lera med en mäktighet av upp till ca 9 m inklusive torrskorpa. Den senare är dock, speciellt inom gatumark, till stora delar utbytt mot ballast- och återfyllningsmassor av grusig, sandig karaktär. I sydväst går berget i dagen eller har gått i dagen före exploatering, men bergytan faller undan mot nordost och överlagras där av morän av normalkaraktär. I sydost går en utlöpare av Brunkebergsåsen i nära kontakt med en mindre del av området.

Tunnlar i berget har utförts under området (bl a tunnelbanan

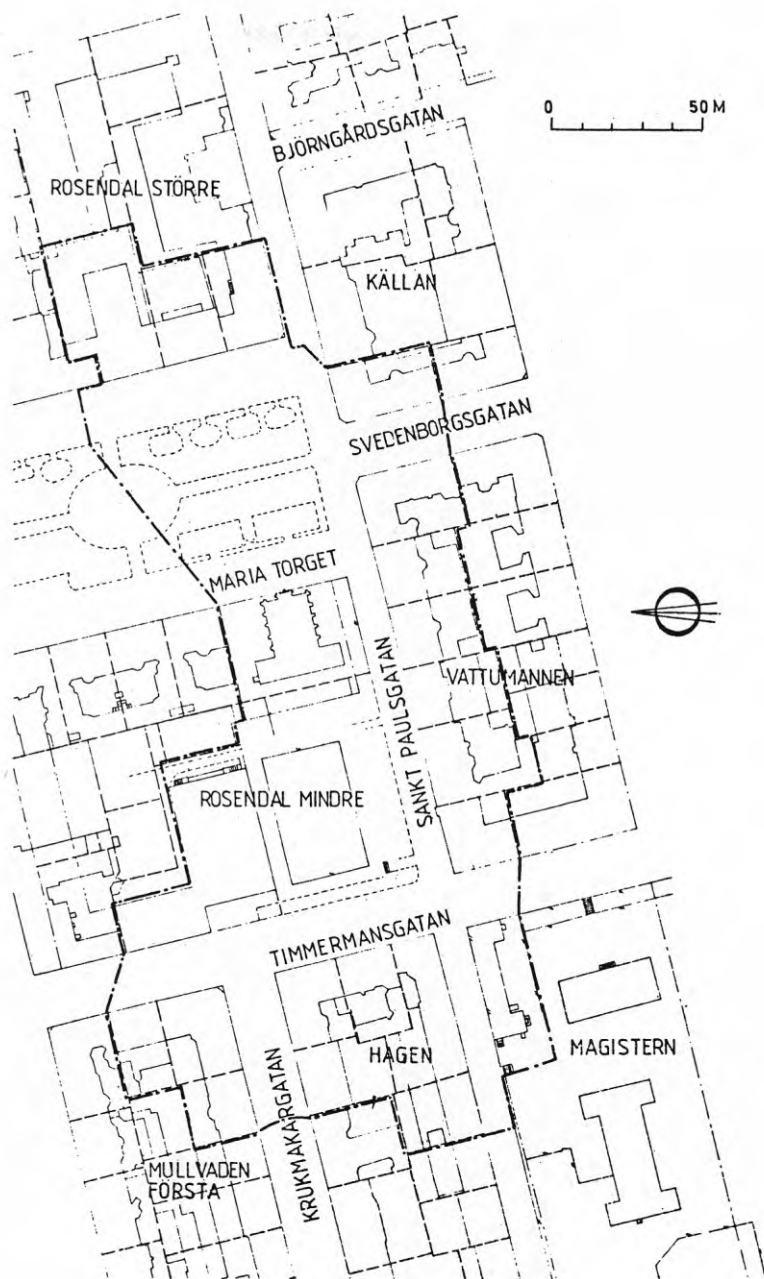


FIG. 1. Översikt över valt område.

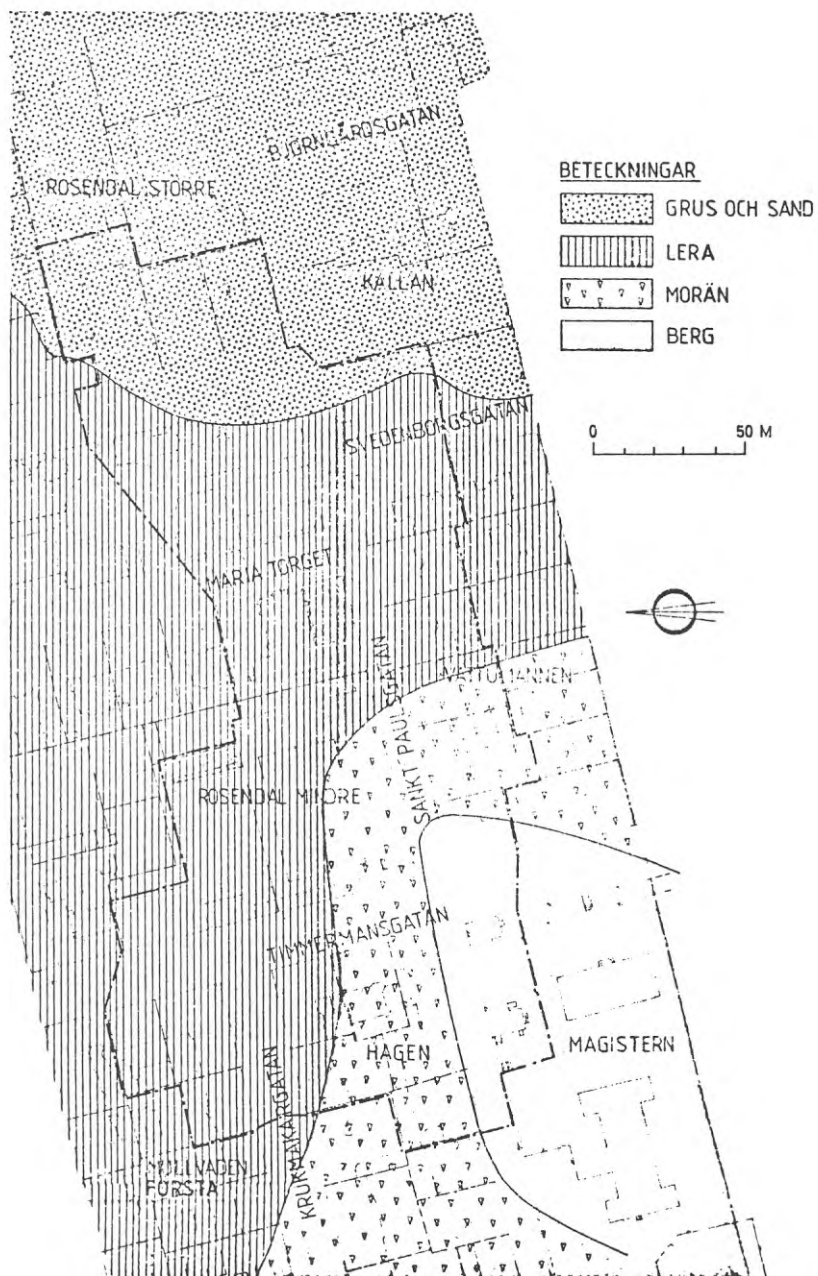


FIG. 2. Geologisk karta.

mot sydvästra förorterna) och grundvattensänkning har skett i friktionsjordlagren under leran / Torstensson, B, A /, vilket medfört konsolidering av leran genom vattenurdrivning nedåt. I övre delarna av den lösa leran är dock porvattentrycket oförändrat, vilket antyder att vattentillförseln i torrskorpan är tillräcklig för att hindra urtorkning uppåt.

Smärre avvikelser från här angivna förutsättningar, som i verkligheten kan påvisas, saknar betydelse då projektet ej är genomfört med utbyggnadsavsikt utan endast såsom principutredning.

4.3 Grundläggningsförhållanden

Byggnader inom lerområdets djupare delar är grundlagda på pålar. Längst i öster är husen grundlagda på murar eller plintar till fast botten. I kvarteret Vattumannen, östra halvan och kvarteret Källan, västra huset har grundläggning skett på murar eller plintar med eller utan rustbädd på lera. I sydväst har grundläggning skett med murar eller plintar nedförda på berg /Bohm, H/.

4.4 Befintliga ledningar

4.4.1 I allmän mark

I allmän mark, dvs huvudsakligen gatumark, finns ledningar för avlopp, vatten, gas, elektrisk kraftström och telefon. En typisk ledningsförläggning i gata framgår av Fig 3.

Samtliga avloppsledningar utom i Timmermansgatan söder om S:t Paulsgatan utgörs av kombinerade ledningar med följande dimensioner och längder:

Btg 225 ändledning	65 m	(45 ‰)
Btg 375 ändledning	70 m	(4 ‰)
Btg 1000	30 m	(3 ‰)
Btg 500 x 750	90 m	(5 ‰)
Sten 600 x 900	430 m	(1,5-4,5 ‰)

De kombinerade ledningarna är förlagda på ett djup av 2,5-4,0 m. Huvuddelen av dessa ledningar är sannolikt byggda strax före år 1910.

I Timmermansgatan, söder om S:t Paulsgatan, är redan utbyggt separat system med 24 m \varnothing 600 mm dagvattenledning och \varnothing 500 mm spillvattenledning.

Vattenledningar är normalt lagda med ett täckningsdjup över hjässa av 1,7 m

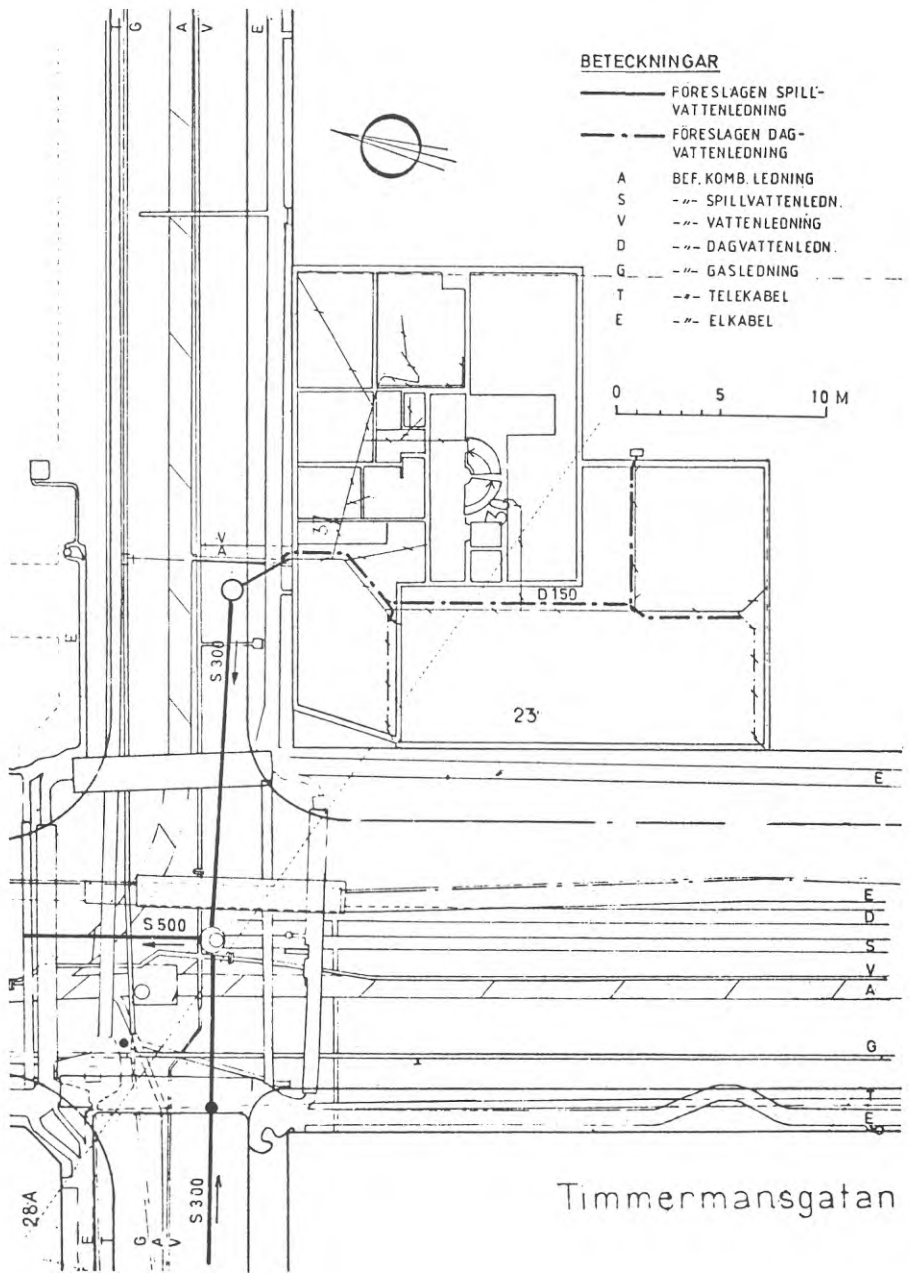


FIG. 3. Detalj 1 av separat system.

4.4.2 Inom fastigheterna

Inom fastigheterna förekommande spillvattenledningar samt dagvattenledningar under mark och i byggnad utgörs av gjutjärnsrör.

Utvändiga takavlopp (stuprör) utgörs av plåtrör eller gjutjärnsrör. Endast i skolan förekommer invändiga stuprör.

Spill- och dagvattenledningar är sammanförda till gemensam ledning, där det varit lämpligt inom byggnaderna, dock ej högre upp i byggnad än källarplan.

Stuprör mot gata har oftast utkastare, så att vattnet får rinna via rännsten till gatubrunn. Även på innergårdar är utkastare vanligast, men där liksom vid gata förekommer även direkt anslutning till ledning under mark.

4.5 Projektering av separat system

4.5.1 Utgångsförutsättningar

Förutsättningar för projekteringen av det separata systemet har varit att befintliga, kombinerade ledningar skall bibehållas för dag- och dräneringsvatten och att nya spillvattenledningar skall utföras parallellt med de befintliga ledningarna. Vid projekteringen har hänsyn tagits till att vissa ledningar även kommer att bli transiteringsledningar för spillvatten från stadsdelar utanför det undersökta området (Fig 4). Dimensionering har sålunda skett med hänsyn till det verkliga upptagningsområdet för samtliga ledningar.

Spillvattenledningar är dimensionerade efter ett flöde motsvarande 18 l/s per 1000 anslutna personekvivalenter.

4.5.2 Val av ledningsmateriel, dimensionering

För ledningar i mark 225-400 mm väljes rörledning av F-rör, fogtäta betongrör med gummiringsfog enligt Mark AMA I 1.421 och för 500 mm rörledning av armerade betongrör med firmabunden beteckning och med gummiringsfog enligt Mark AMA I 1.423.

För ledningar inom byggnaderna väljes gjutjärnsrör.

Vid dimensionering har antalet anslutna personekvivalenter till varje ledning bestämts oavsett att upptagningsområdet kan gå utanför det valda projektområdet. Minimidimensioner har ej underskridits enligt VA-verkets standard, dvs 300 mm för huvudledning och 225 mm för servisledning.

För dimensionering av erforderliga nyinstallationer inom fastigheterna har VA-byggnorm använts i tillämpliga delar.

4.5.3 Beskrivning av vald lösning

I enlighet med VA-verkets normalstandard har de nya spillvatten-



FIG. 4. Upptagningsområde för spillvatten.

ledningarna förlagts i körbana med "säkerhetsavstånd" i plan till den befintliga, kombinerade ledningen och i tillgängligt utrymme i förhållande till övriga ledningar.

Med hänsyn till befintliga servisnivåer och för att möjliggöra korsningar med den befintliga, kombinerade ledningen måste spillvattenledningen förläggas lägre än den sistnämnda. Härigenom erhålls relativt stora ledningsdjup (3-5 m) och ledningarna måste därför till stor del läggas inom spont.

Samtliga 21 fastigheter har kombinerad servis för spill- och dagvatten. Sammanföringen har skett inom byggnaderna utom i ett fall, där sammanföringen skett omedelbart utanför.

Då antalet anslutningar till den kombinerade inomhusledningen är betydligt färre för dagvatten än för spillvatten har valts att använda denna kombinerade ledning som spillvattenledning och projektera nya dagvattenledningar inomhus. Konsekvensen blir då att befintlig servis måste kopplas över till den nya spillvattenledningen i gata medan den nya dagvattenledningen ansluts till befintlig, kombinerad huvudledning.

De nya dagvattenledningarna inomhus förläggas dels på vägg och dels under golv, beroende på nivåmessiga faktorer och på den standard respektive fastighet tidigare har på ledningsdragningen. Lösningen i stort framgår av Fig 4.

Exempel på detaljlösningar framgår av Fig 3 och 5.

Dimensioner och längder av projekterade huvudledningar i gata framgår av följande sammanställning:

	Längder i meter för dim.		
	Ø 300	Ø 400	Ø 500
Krukmakargatan			60
Timmermansgatan	10		96 ^x
S:t Paulsgatan	191	30	
Svedenborgsgatan	39		
Mariatorget	65	53	
Summa	305	83	156

^x varav 24 m utbyggt

4.6 Projektering av halvseparat system med magasin vid källan

4.6.1 Utgångsförutsättningar

Vid projekteringen har förutsatts att befintliga, kombinerade ledningar skall bibehållas för dränerings- och spillvatten.

Upptagningsområdet för dagvatten stämmer på grund av rådande topografiska förhållanden ej med det valda området. Inom Kruk-

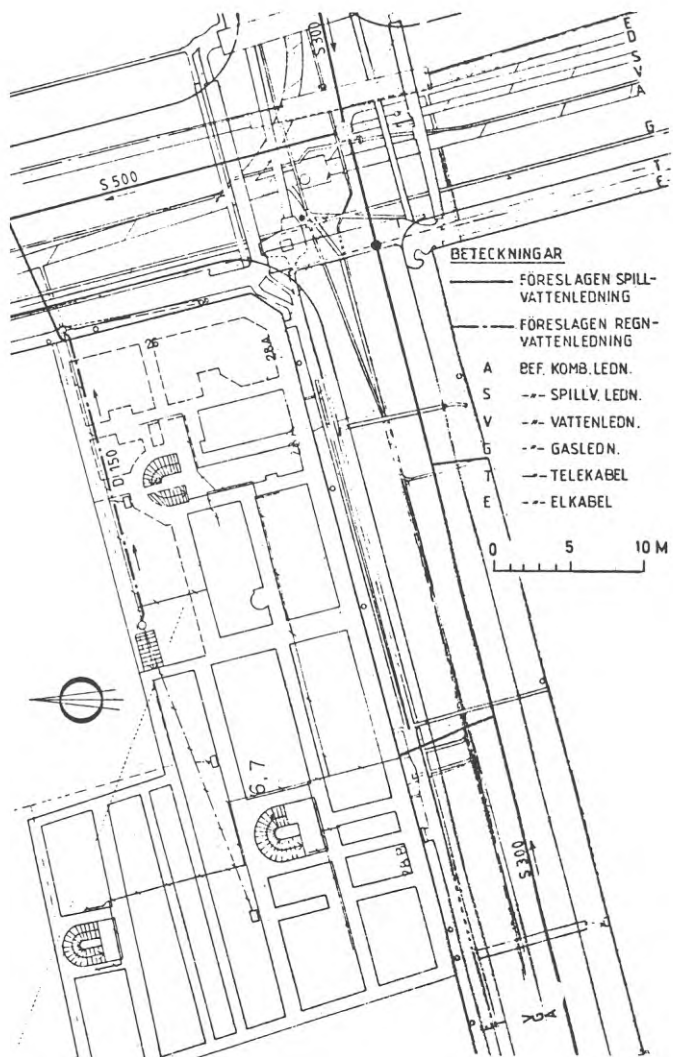


FIG. 5. Detalj 2 av separat system.

makargatan och norra delen av Timmermansgatan rinner gatuvatten ut från området, medan söder- och österut i stället betydligt större arealer leder dagvatten in i området. De senare arealerna dominerar i så hög grad att delar av dem längs S:t Paulsgatan och på östra sidan av Mariatorget har måst undantas vid dimensioneringen för att området skall bli representativt delområde för en betydligt större stadskärna. Avrinningsförhållandena framgår av Fig 6.

4.6.2 Val av magasinstyper

Inom projektet har tre olika magasinstyper använts nämligen

- a) perkolationsmagasin (Fig 7)
- b) hålrumsmagasin för utjämning (Fig 7)
- c) volymmaganin för utjämning (Fig 8 o. 9)

Typen perkolationsmagasin (Fig 7, överst) har använts uteslutande inom de delar av området, där magasinens botten når kontakt med morän, grus eller sand i naturlig lagring. Till dessa magasin har förts uteslutande takvatten utom i kvarteren Haga, Vattumannen, Källan och Rosendal Större, där även mindre gårdsytor avvattnats till perkolationsmagasin tillsammans med takvattnet.

Övrigt takvatten och vatten från hårdgjorda gårdsytor har förts till hålrumsmagasin för utjämning. Dessa magasin (Fig 7, nederst) har försetts med bottendränering för långsam tömning till den kombinerade ledningen för spill- och dränvatten. Dagvatten från gatumark leds uteslutande till volymmaganin för utjämning. Därvid kan två typer ifrågakomma, nämligen dels typ A med brunnsgaller på taket (Fig 8) och dels typ B med anslutning från befintlig gatubrunn (Fig 9). Samtliga magasin utom perkolationsmagasinen förses med bräddavlopp till spillvattenledningen via tidigare anslutningar från gatu- eller gårdsbrunnar eller beträffande hålrumsmagasin för utjämning via utloppsledningen.

4.6.3 Dimensionering

Perkolationsmagasinen har dimensionerats enligt de projekteringsråd, som angivits av/Paus et al/. Därvid har förutsatts att friktionsjordens genomsläpplighetsvärde ej underskrider

$$4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

Samtliga hålrumsmagasin (för perkolations- och för enbart utjämning) har förutsatts utförda med singel eller makadam med en effektiv porositet av 35 %. Vid beräkning av magasinvolymen har använts formeln

$$V = \varphi \cdot A \cdot n \cdot \frac{2}{3}$$

där

- V = magasinets nettovolym
- φ = avrinningskoefficient (volym-)
- A = avvattnad yta
- n = dimensionerande dygnsnederbörd.

Det har förutsatts att fyllt magasin töms kontinuerligt under

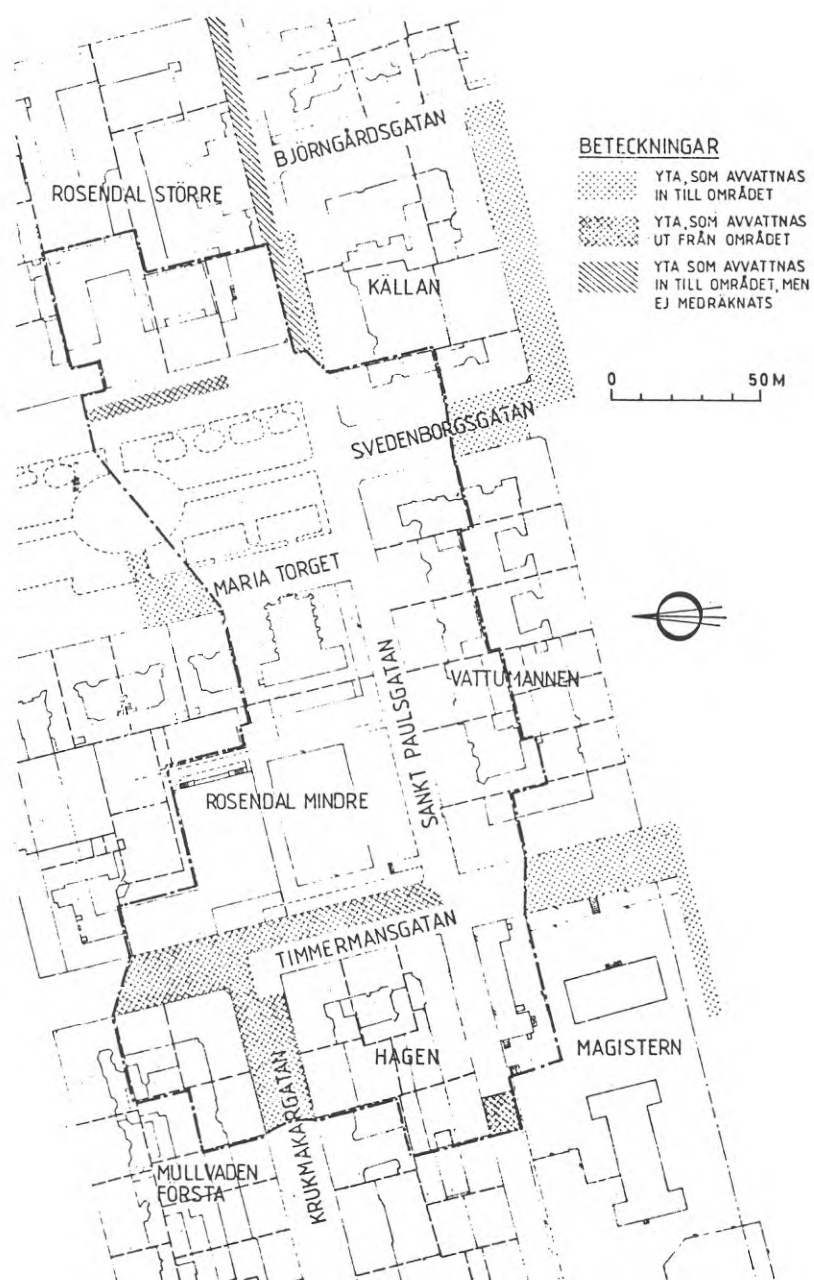


FIG. 6. Avrinningsförhållanden för gatuvatten.

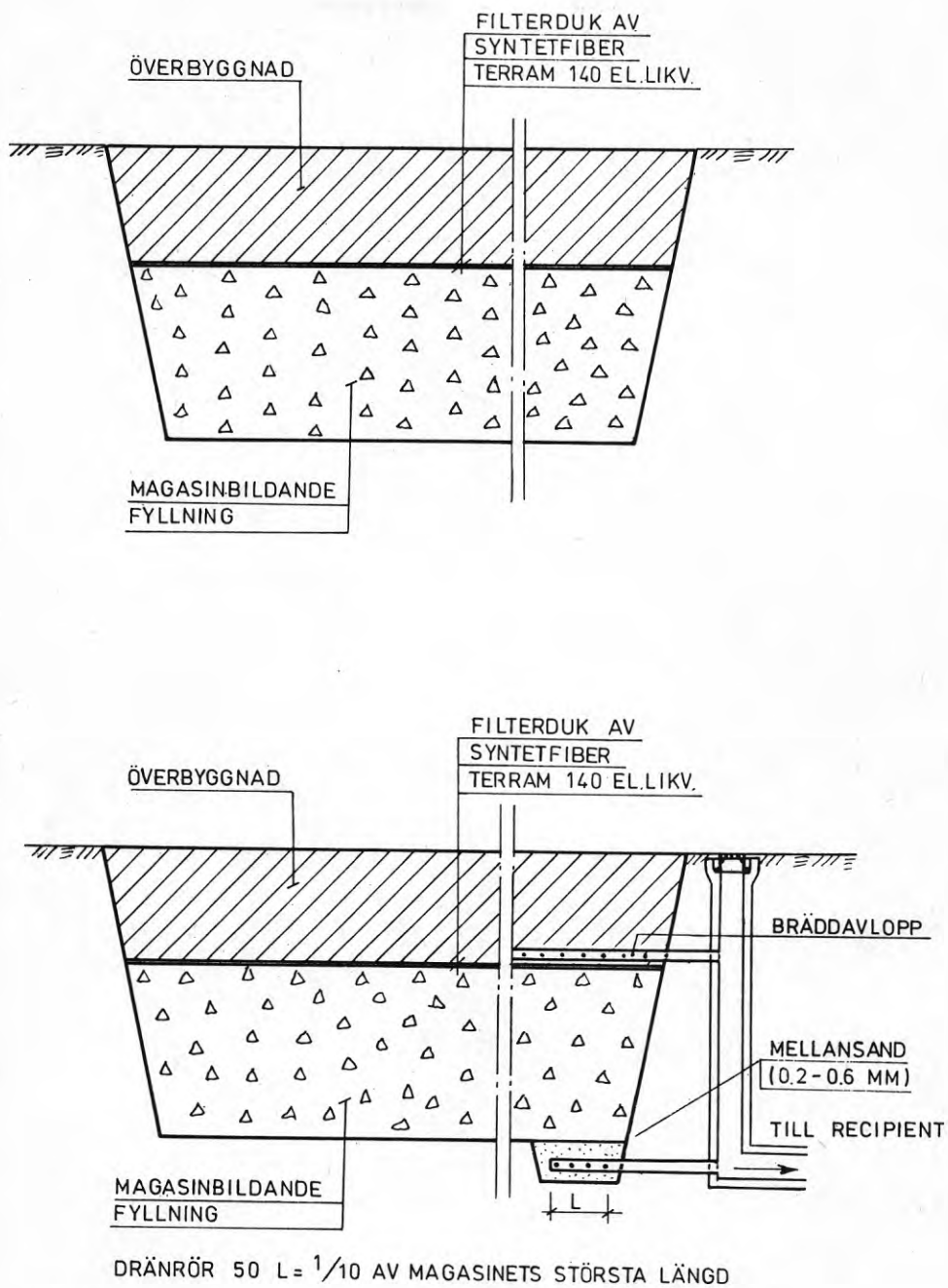
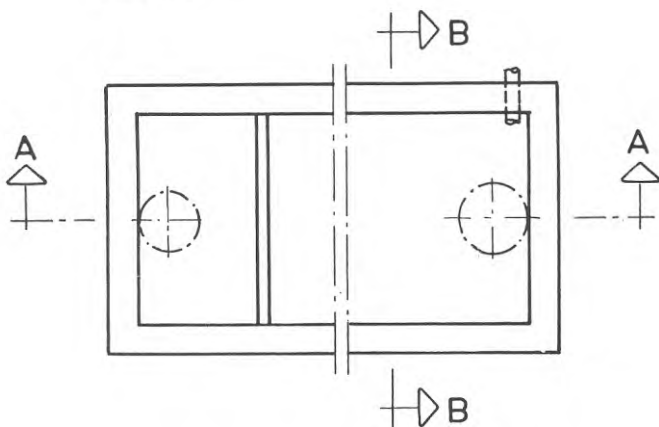


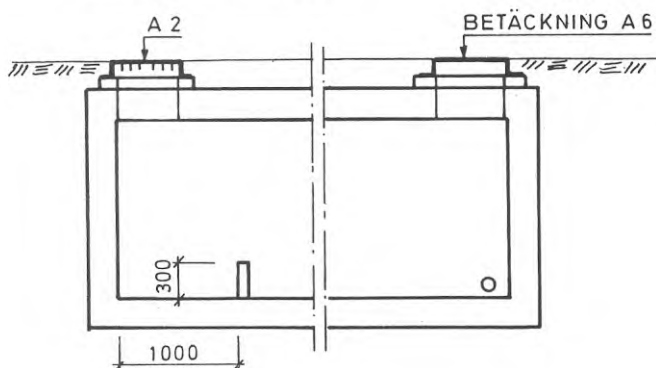
FIG. 7. Perkolationsmagasin (överst) och hålrumsmagasin för utjämning.

ALT. A

PLAN



SEKTION A-A



SEKTION B-B

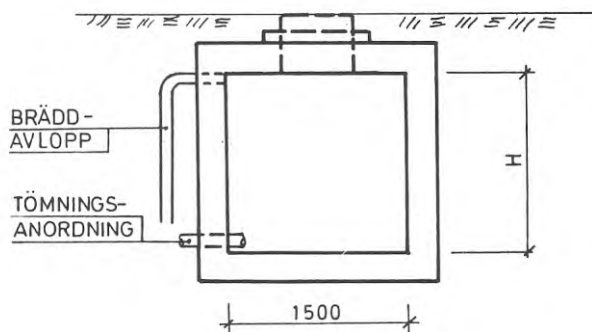
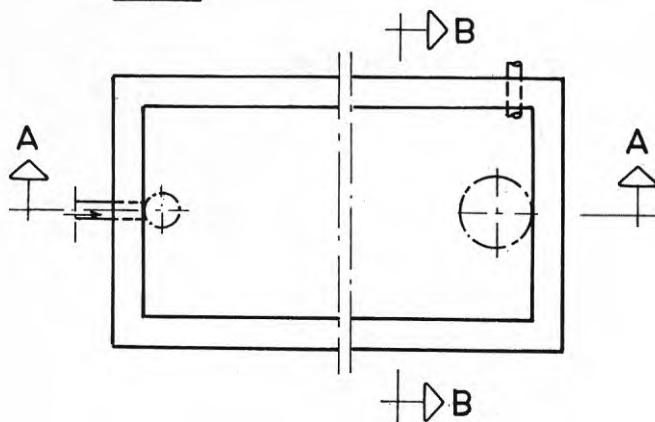
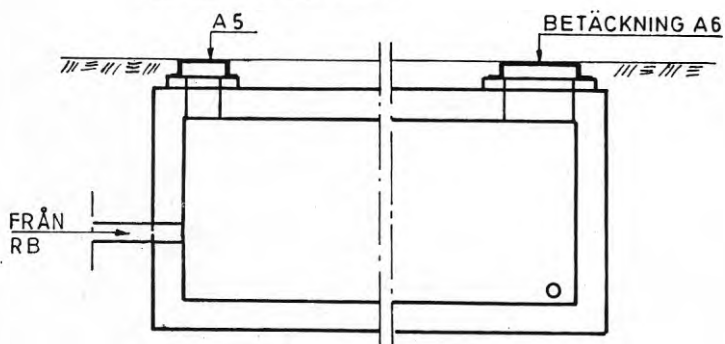


FIG. 8. Volyminmagasin för utjämning (alt. A).

ALT. B
PLAN



SEKTION A-A



SEKTION B-B

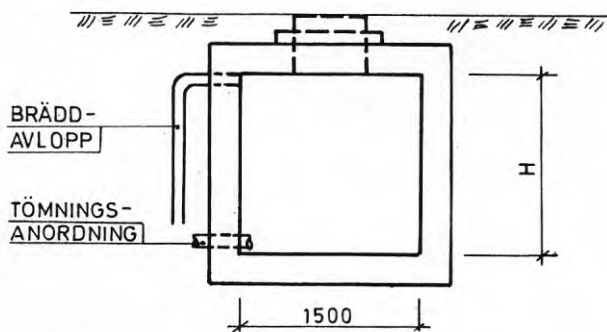


FIG. 9. Volymmagasin för utjämning (alt. B).

tre dygn. För n har antagits 30 mm. Följande volymavrinningskoefficienter har använts:

Yta	
Tak	1,0
Betong	1,0
Asfalt	0,8
Grus, ej tungt trafikerad	0,3
Gräs	0

För dimensionering av volymmagasinen för utjämning har förutsetts att avflödet från dessa ej skall överstiga 50 % av maximala spillvattenflödet, räknat per ytenhet. Spillvattenflödet har för området beräknats till 2,3 l/s·ha.

Man erhåller då för avflödet från magasin

$$q_a = \frac{2,3 \cdot 0,5}{0,29} = 4 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

eftersom gatuarealen är 29 % av totala arealen.

Enligt /Carlstedt, B/ erhålles magasinsbehovet

$$M = 1,2 \cdot \alpha \cdot A \cdot f_{tr}, \text{ vilket för } \alpha = 0,03 \text{ approxi-}$$

mativt ger

$$M = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 16 = 15,5 \text{ l/m}^2$$

4.6.4 Beskrivning av systemlösningar

Perkolationsmagasin har projekterats dels inom moränområdet i sydväst och dels inom sandområdet i öster. I övrigt har för tak- och gårdsytor projekterats hålrumsmagasin för utjämning.

Exempel på detaljlösningar framgår av Fig 10 och 11. Den förra kan sägas mera representera en normallösning för området än den senare. I de flesta fall förekommer utvändiga stuprör både mot gata och mot gårdsutrymme. Mot gata sitter stuprören ofta intill varandra vid fastighetsgräns. I sådana fall har de båda stuprören sammanförts till en brunn enligt Fig 12 och därifrån har lagts en tillförselledning i mark till magasinet. Enstaka stuprör har anslutits på enahanda sätt. Vid kvarteret Rosendal Större har dagvattenledningar från tak- och gårdsytor sammanförts till infiltrationsbrunnar på magasinerna enligt Fig 13.

Vid gårdsutrymmen har stuprören i de flesta fall utkastare och vattnet rinner på hårdgjord yta till gårdsbrunnar. Detta system har bibehållits fram till och med gårdsbrunnarna, men dessa har anslutits till infiltrationsbrunn på hålrumsmagasin enligt Fig 13.

I de fall gårdsutrymmena varit överbyggda har dagvattnet via ledning förts till hålrumsmagasin i gata via infiltrationsbrunn. Dessa är de enda fall i detta alternativ då ny ledning för dagvatten måste föras genom byggnad.

Hålrumsmagasinen i gatumark har i allmänhet placerats i fria utrymmen mellan befintliga ledningar och på betryggande avstånd

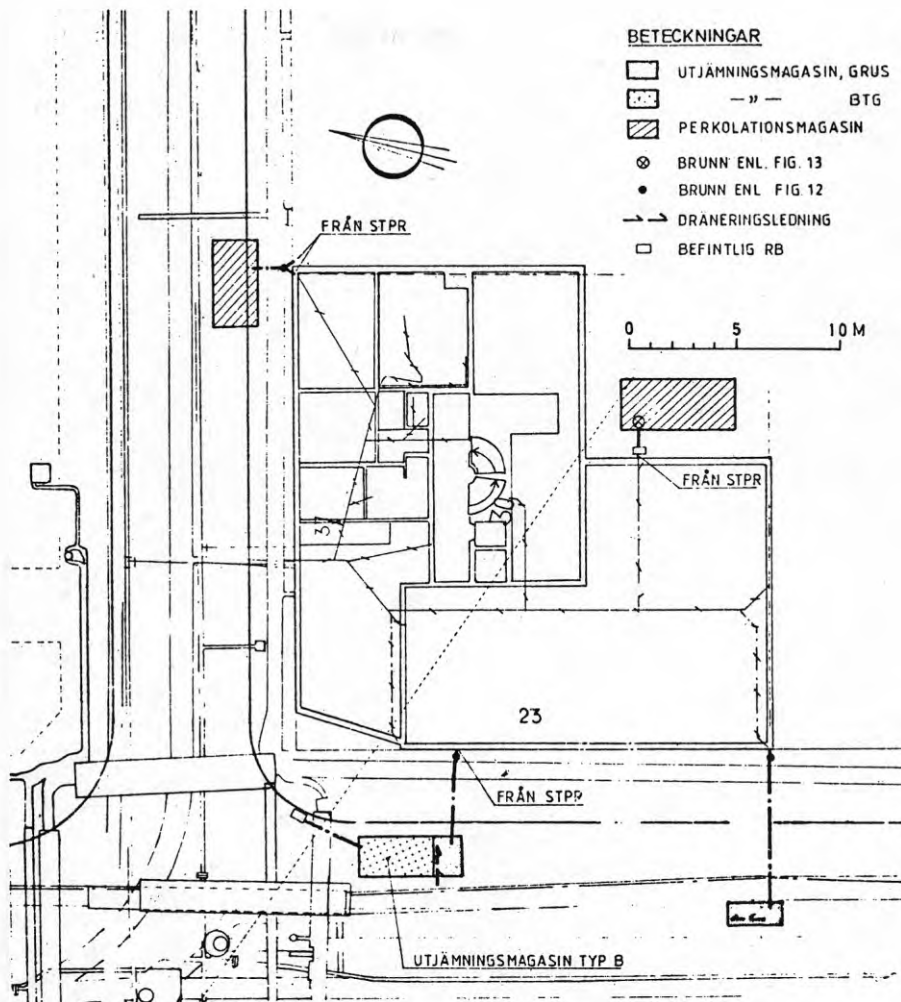


FIG. 10. Detalj 1 av halvseparat system med magasin vid källan.

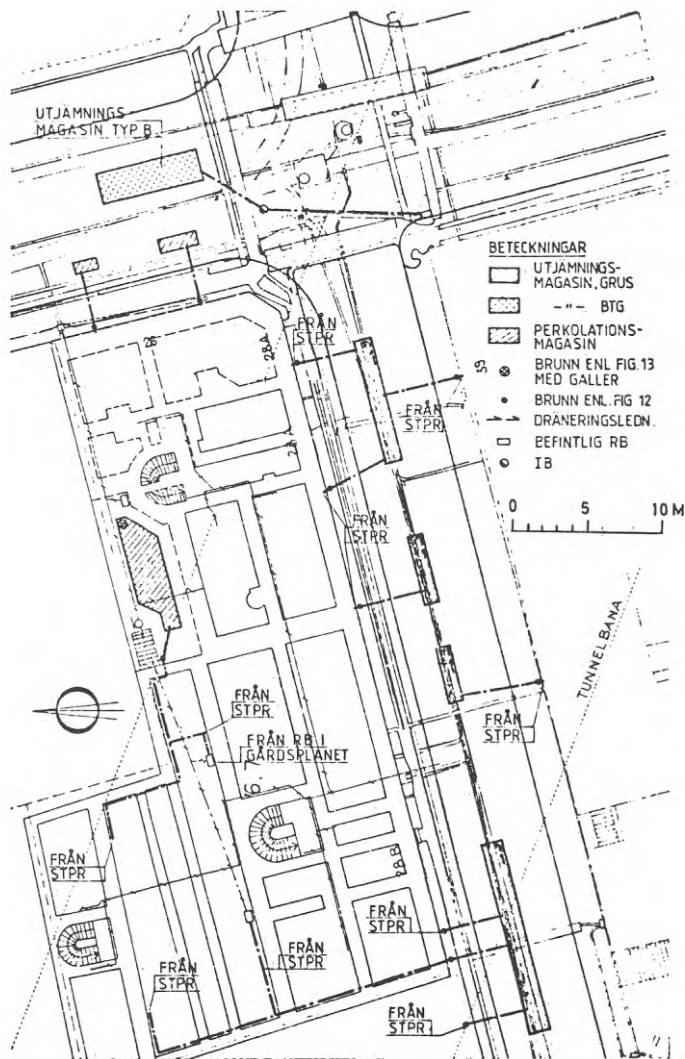
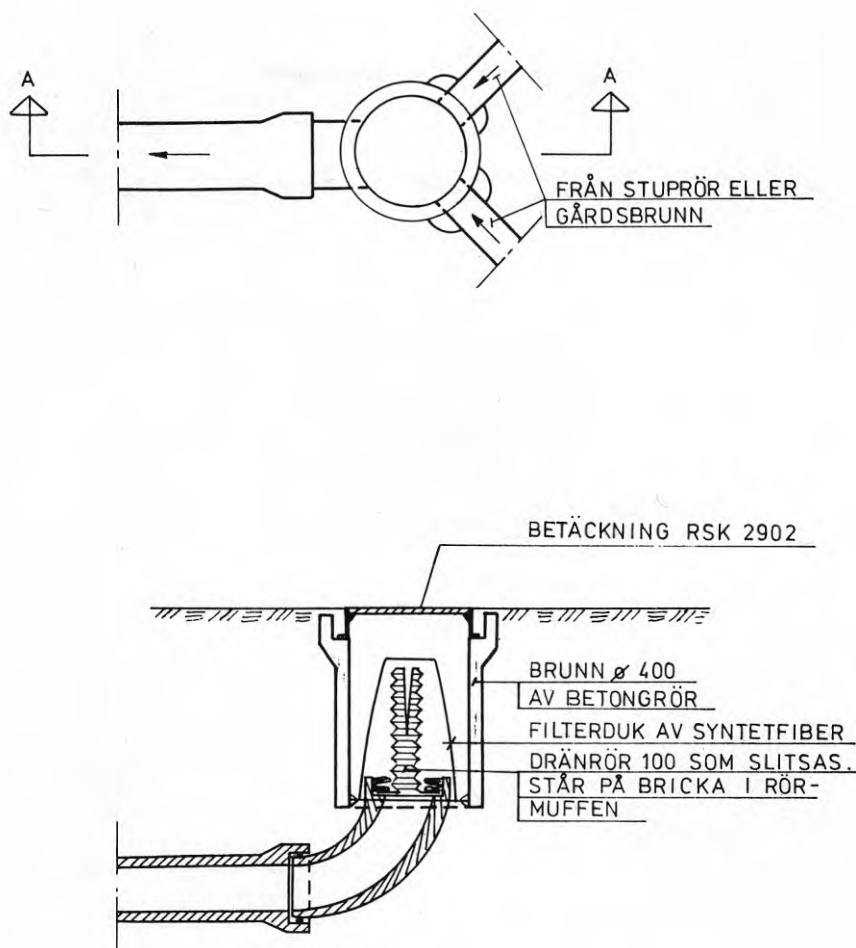


FIG. 11. Detalj 2 av halvseparat system med magasin vid källan.



ALTERNATIV ANSLUTNING AV STUPRÖR :
 PLACERAS BRUNNEN MITT UNDER ETT STUPRÖR
 KAN DETTA FÖRLÄNGAS NER I BRUNNEN GENOM
 ETT HÅL SOM UTFÖRS I BRUNNSLOCKET

FIG. 12. Samlingsbrunn för stuprör.

INFILTRATIONS- OCH RENSBRUNN
PÅ MAGASIN

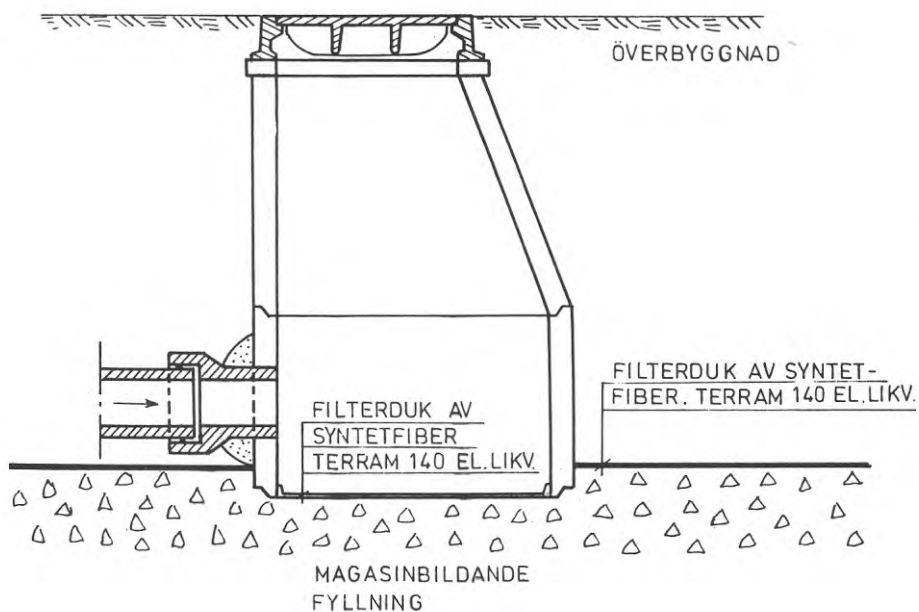


FIG. 13. Infiltrationsbrunn på hålbrunnsmagasin.

från befintlig, kombinerad ledning. I sydväst, där befintlig avloppsledningsgrav däremot kan förutsättas vara sprängd i berg, har förutsatts att hålrumsmagasin för utjämning utförs i ledningsgraven.

Volymmagasin för utjämning har förlagts i anslutning till befintliga gatubrunnar eller så nära som schaktbart utrymme förefinns och anslutningsledning till magasinet projekterats (typ B, Fig 9). I ett fall har av utrymmesskal typ A, Fig 8, använts.

Några för bedömningen intressanta mängduppgifter skall här lämnas om magasinen.

	Antal	Avvattnad yta, m ²	Magasinsvolym, m ³ netto
Perkolationsmagasin			
i allm. mark	15	4 291	128,7
i fastigheter	3	738	18,3
Hålrumsmagasin för utjämning			
i allm. mark	22	3 006	100,2
i fastigheter	25	8 554	214,3
Volymmagasin för utjämning	7	9 096	122,2

Genomsnittsstorlekarna av de olika magasinen i m³ fri volym har således varit

	Totalt, m ³	Per 100 m ² avvattn.yta
Perkolationsmagasin		
i allm. mark	8,6	3,0
i fastigheter	6,1	2,5
Hålrumsmagasin för utjämning		
i allm. mark	4,6	3,3
i fastigheter	8,6	2,5
Volymmagasin för utjämning	17,5	1,3

Ledningar inom fastigheterna har endast erfordrats, där gårdarna är överbyggda och där dagvattnet måste ledas ut till hålrumsmagasin i gata. Omfattningen av inomhusinstallationer är därför mindre för detta alternativ än för separatsystemet.

4.7 Separat system med magasin för gatu- vatten

För att det separata systemet miljömässigt skall bli någorlunda jämförbart med halvseparat system med magasin vid källan fordras att åtminstone det mest förorenade dagvattnet, dvs vattnet från

gatumark, blir föremål för rening. Enda möjliga sättet att åstadkomma detta för rimlig kostnad är att separera gaturvattnet från övrigt dagvatten, att utjämna dess flöden och att efter flödesutjämning leda gaturvattnet till spillvattenledningen för vidare befordran till avloppsverket. Därvid kan den dellösning för gaturvattnet användas som tillämpats i alternativet halvseparat system med magasin vid kännan. Komplettering måste dessutom ske för det takvatten, som i det nuvarande, kombinerade systemet via utkastare avrinner i rännsten till gatubrunn, på så sätt att takvattnet i stället leds genom ledning i mark till närmaste dagvattenledning.

Denna lösning har för fullständighetens skull medtagits såsom ett extra alternativ till de båda huvudlösningarna enligt 4.5 och 4.6.

5 KOSTNADER

5.1 Kalkylförutsättningar

Kostnadsberäkningar har genomförts enligt entreprenadkalkylmetod. Arbete, maskiner, material och underentreprenader har framtagits var för sig.

Därvid har förutsatts att samtliga uppschaktade massor i huvudsak borttransporteras till tipp och nya massor åter framtransporteras för direkt återfyllning så att inga massor uppläggs inom området. Undantag har dock gjorts beträffande schakt (handschakt) på gårdar, där 50 % av schaktvolymen förutsatts kunna uppläggas invid schakt och användas för återfyllning. Övriga schaktmassor från gårdar har förutsatts bortkärade till lastbil. För grunda schakter (< 3 m) har generellt förutsatts slänt 5:1, för djupare schakter (> 3 m) har räknats med spont. Samtliga schakter har förutsatts skyddsinhägnade.

Den spridning av magasinerna, som blivit en konsekvens av strävan att reducera ledningslängderna, har medfört att anläggningskostnaderna för varje enskilt magasin blivit höga. Sannolikt kan en sammanföring av magasinerna till större och sammanhängande enheter medföra lägre anläggningskostnader totalt, trots att tillförselledningarna därigenom förlängs.

5.2 Beräknade anläggningskostnader

Kostnaderna för de olika lösningarna har beräknats till följande:

1. Separat system	
a) Krukmakargatan	192 000:-
b) Timmermansgatan	355 000:- ^x
c) S:t Paulsgatan	492 000:-
d) Svedenborgsgatan	105 000:-
e) Mariatorget	293 000:-
f) Invändiga ledningar (inom fastigheter)	<u>266 000:-</u>
	<u>Summa kronor 1 703 000:-</u>

^x inkl kostnad för utbyggd spillvattenledning, 24 m.

2. Separat system med magasin för gatuvatten	
a) - f) som under 1	1 703 000:-
g) Utjämningsmagasin av betong och anslutning av stuprör till dagvattenledningar	<u>350 000:-</u>
	<u>Summa kronor 2 053 000:-</u>

3.	Halvseparat system med magasin vid källan	
a)	Perkolationsmagasin inom fastigheter	40 000:-
b)	Hålrumsmagasin för utjämning inom fastigheter	517 400:-
c)	Perkolationsmagasin i gatumark	173 600:-
d)	Hålrumsmagasin för utjämning i gatumark	275 300:-
e)	Volymmagasin för utjämning	324 300:-
f)	Invändiga ledningar	106 700:-
	Summa kronor	<u>1 438 000:-</u>

5.3 Omläggning av äldre, kombinerade ledningar

Befintliga, kombinerade ledningar är visserligen delvis mycket gamla men såvitt känt alltså fungerande. I utredningen har förutsatts att befintliga ledningar kan användas utan särskilda förbättrings- eller omlägningsåtgärder. Om sådana åtgärder erfordras, kan man sannolikt förutsätta att de medför samma merkostnad i vart och ett av de redovisade alternativen, eftersom lösningarna i så fall skulle komma att anpassas till dessa erforderliga förbättrings- eller omlägningsåtgärder, t ex spillvattenledningar i samma ledningsgrav respektive magasin i anslutning till ledningsgraven.

Någon särskild beräkning av ett sådant fall har ej legat inom projektets ram.

5.4 Miljöekonomisk beräkning

Alternativa lösningar av vilka frågor det vara månne blir inte anläggningsekonomiskt jämförbara med mindre alternativen är från alla synpunkter likvärdiga.

De tre här behandlade alternativen är icke likvärdiga och sålunda ej heller jämförbara ifråga om de nyss angivna, beräknade anläggningskostnaderna.

En framkomlig möjlighet till rättvisare jämförelse av avlopssystem har nyligen angivits av /Jansson, L-E & Lundgren, J/ genom ansättande av systemindex (SI), som bestäms med hänsyn till respektive systems påverkan av de olika delarna i ett VA-system från vattentäkt till recipient. Med användande av de viktintervaller som föreslagits av /Jansson et al/ har följande tabell ansatts:

Påverkan av	Vikt	S	S o M	HS o M
a) vattenbehov	0,6	1	1	1
b) översvämningar	2	1	0,6	0,1
c) VVS-utrustning	0,4	1	1	1
d) fastighetsutnyttjande	0,4	1	1	1
e) drift o underhåll (ledn)	0,8	1	1	1
f) grundvattensänkning	0,8	1	1	0,5
g) grundvattenförorening	0,2	1	1	1,5
h) utrymmesbehov	0,3	1	1,1	1
i) hygieniska synpunkter	0,5	1	1,1	1,1
k) reningsverkets utformning	0	1	1,1	1,15
l) drift o underhåll (ren.verk)	0,8	1	1,1	1,15
m) utloppsledning	0,4	1	1,1	0,1
n) orenat avloppsvatten	2,5	1	0,5	0,1
o) renat avloppsvatten	2	1	1,1	1,15
p) hydrologisk jämvikt	0,5	1	1,1	1,15

Beteckningar i tabellen:

S = Separat system
 S o M = Separat system med magasin
 för gatuvatten
 HS o M = Halvseparat system med
 magasin vid källan.

Tabellen torde inte behöva kommenteras annat än för vissa påverkanspunkter

- b) Översvämningar; vid separata systemet kan inträffa översvämningar vid överbelastning av dag- och dränvattenledningar. Med magasin för gatuvatten reduceras risken för översvämningar i första hand i proportion till minskad, avvattnad yta till dag- och dränvattenledningar, dvs i förhållandet 44:73 (jfr 4.1). Emellertid kan magasinen också bli fyllda ehuru i allmänhet inte annat än i varaktiga regn, då intensiteten blir betydligt lägre. Relationstal 0,6 är motiverat.

Med magasin vid källan kan magasinerna endast bli fyllda vid regn med stor varaktighet och låg intensitet. Risken för översvämning är minimal. Relationstal 0,1 väljes.

- f) grundvattensänkning; perkolationsmagasinen och i praktiken i stor utsträckning hålrumsmagasinen för utjämning ger grundvattentillskott och minskar därmed betydligt risken för grundvattensänkning. Relationstal 0,5 väljes.
- g) grundvattenförorening; spillvattenläckage från den gamla, kombinerade ledningen kan ge grundvattenförorening. Relationstal 1,5 väljes.
- n) orenat avloppsvatten; vid separata systemet avledes allt dagvattnet till Mälaren. Vid separata systemet med gatumagasin går endast tak- och gårdsvatten med låga föroreningshalter normalt till Mälaren. Gatuvatten kan vid exceptionella tillfällen gå till Mälaren. Relationstal 0,5 är motiverat. Med magasin vid källan går inget vatten normalt ut i Mälaren. Möjligen kan så ske vid exceptionella regn, dock ej oftare än en gång vart annat år, varvid avrunnen mängd kan antas motsvara 20 mm regn. Förhållandet blir då

$$\frac{HS \text{ o } M}{S} = \frac{20}{2 \cdot 600} = 0,02$$

Relationstal 0,1 väljes.

Tabellen ovan ger parallellt med sin uppgift att framställa systemindex även en god sammanställning av de olika systemens för- och nackdelar, varvid principen gäller: ju lägre relationstal desto bättre i avseende på respektive påverkanspunkt.

Enligt formeln

$$SI = \prod_{i=1}^n \left[(\text{relationstal})^{\text{vikt}} \right]^{\frac{1}{\text{vikt}}}$$

erhålles följande systemindex:

	S	S o M	HS o M
SI	1	0,83	0,43

Om dessa systemindex multipliceras med de under 5.2 angivna kostnaderna, erhålles följande miljömässigt utvärderade mellan systemen jämförbara relativa kostnader:

Separat system	1 703 000:- kr
Separat system med magasin	1 703 000:- kr
Halvseparat system med magasin vid källan	618 000:- kr

6 RESULTAT OCH TILLÄMPNINGSMRÅDEN

6.1 Resultat

De nyss angivna, jämförbara kostnadsvärdena visar med all önskvärd tydlighet att det halvseparata systemet med magasin vid källan klart framstår som det i särklass gynnsammaste av de tre alternativen, dvs det är det alternativ som ger mest utbyte i förhållande till insatsen. Utbytet innebär sålunda inte endast en lösning av dagvattenbortledningen utan samtidigt också ett nära totalt eliminerande av den konventionella dagvattenbortledningens miljömässiga nackdelar såsom recipientförorening, översvämningsrisker och grundvattensänkningseffekter.

Det halvseparata systemet med magasin vid källan ger dessutom den absolut sett lägsta investeringskostnaden. Om man så vill kan man i detta system betrakta mellanskillnaden mellan anläggningskostnaden 1 438 000 kronor och det i föregående avsnitt framräknade jämförelsevärdet 618 000 kronor, dvs 820 000 kronor såsom det pris man får betala för de nyss nämnda miljömässiga förbättringarna.

Sammanfattningsvis kan således följande resultatsammanställning göras:

System	Anläggningskostnad kr/ha	Varav miljöför- bättrande andel	Anm.
Halvseparat system med magasin vid källan	464 000:-	264 000:-	
Separat system med magasin för gatuvatten	662 000:-	113 000:-	Miljöförbättring tillkommer
Separat system	549 000:-	0:-	Miljöförbättring tillkommer

6.2. Tillämpningsområden

Det utvalda området kan sägas representera en genomsnittstyp av äldre tätbebyggelse i svenska städer med befintligt, kombinerat system.

Bebyggelsen är sluten med i medeltal 5-vånings hyreshus och en boendetäthet av ca 450 p/ha.

Dag- och spillvattenledningarnas dimensioner och längder i alternativet separat system framgår av 4.4 och 4.5.3. Genomsnittsdimension för dagvattenledningarna (f d kombinerade ledningar) är \varnothing 800 mm och för spillvattenledningarna \varnothing 400 mm, i båda fallen beräknade som aritmetiska medelvärden av produkter av tvärsnittsarea och längd.

Genomsnittliga gatubredder inklusive trottoarer är 13,6 m.

Urbaniseringsgraden, dvs kvoten mellan total areal hårdgjord yta och områdets hela yta, är 83 %.

De ovan nämnda statistiska uppgifterna har här framtagits för att ge möjligheter att bedöma de framtagna kostnadernas tillämpbarhet inom andra områden. Vid jämförelser torde urbaniseringsgraden av naturliga skäl vara den faktor som är den mest kostnadspåverkande.

Med prisnivån i januari 1976 och de förutsättningar i övrigt som använts i rapporten kan följande formel användas för ungefärlig kostnadsuppskattning vid omläggning av kombinerat system i äldre stadskärna till halvseparat system med magasin vid källan.

$$K = (p_t \cdot 6070 + p_g \cdot 3565 + 35\ 000) \cdot A_{ha} \quad \text{Kronor}$$

där p_t = % tak och hårdgjorda gårdsytor

p_g = % hårdgjorda, allmänna ytor

A_{ha} = hela områdets areal i ha.

Formeln förutsätter dessutom att tillgängligt utrymme för magasinen och grundförhållandena ej är väsentligt avvikande från motsvarande förhållanden i det undersökta området.

De rättsliga förhållandena i fråga om dag- och dräneringsvatt-
nets avledande regleras av bl a vattenlagen, kap 7 och 8 och
lag 5 juni 1970 om allmänna vatten- och avloppsanläggningar
(VAL 70).

Den senare förknippar (2 §) kommuns skyldighet att sörja för
allmänna vatten- och avloppsledningar med hänsynen till den
allmänna hälsovården. Klart är därför att större krav ställs
på kommunen när det gäller allmän spillvattenledning än när det
gäller ledning för dag- och dräneringsvatten. Någon generell
skyldighet för kommun att anlägga dagvattenledning finns allt-
så inte.

Omvänt gäller att, om huvudman utfört dagvattenledning, han ej
kan tvinga den enskilde fastighetsägaren att ansluta sitt dag-
vatten till allmän ledning och ej heller tvinga honom att beta-
la avgift för dagvatten. Detta framgår av departementschefens
uttalande i kommentarerna till § 9: "Det torde förekomma fall
där en fastighet får anses ha behov av anordning för spillvat-
tenavledning via allmän va-anläggning men där dagvattenavled-
ningen kan ske på annat sätt t ex genom naturlig avrinning.
Kretsen av avgiftspliktiga fastigheter kan således bli olika
för spillvattenledningen och för dagvattenledningen".

Emellertid är det uppenbart att sistnämnda fall vid lagens till-
komst närmast betraktades som undantagsfall och att nu gällande
rättsregler ej är anpassade till det nya system för dagvatten-
hanteringen som magasinering vid källan innebär.

Av 4.6 och 5.2 framgår att betydande delar av anläggningarna
(kostnadsmässigt 77 %) avser vatten från tak- och gårdsytor
och att av dessa anläggningar nära 2/3 hamnar inom fastigheter-
na. Uppenbarligen kommer att uppstå stora svårigheter att be-
stämna fördelningen av dessa kostnader mellan å ena sidan huvud-
mannen och fastighetsägarna och å andra sidan mellan fastighets-
ägarna inbördes. Även om dessa frågor teoretiskt sett kan lösas
avtalsvägen torde sådana procedurer komma att bli långvariga och
dyrbara trots att de ligger i båda parterns intresse att lösa.

Om rättvist grundade generella och efter omständigheterna enkla
regler för kostnads- och driftsansvarsfördelningen kunde skapas
och lagfästas torde de säkert hälsas med tillfredsställelse av
alla samhällsmedvetna medborgare. Det är därför högst angelä-
get att en allsidig, juridisk- och teknisk-ekonomisk utredning
för utarbetande av förslag till lösning av dessa frågor kommer
till stånd. Självfallet bör därvid behandlas inte bara regle-
ringen vid omläggning av äldre dagvattensystem utan också sam-
ma frågeställningar vid nyexploatering tas upp.

Den föreliggande rapporten kan tjäna som ett åskådningsexempel
i den nämnda utredningen.

I detta sammanhang kan finnas anledning nämna att, även om de-
taljutformning eller tillämpningen av olika former av magasin
vid olika typer av dagvatten ännu ej är klarlagda, systemet att
magasinera dagvattnet vid källan får anses ha sådana företräden

framför andra system att det har kommit för att stanna. Det finns därför inget motiv att uppskjuta den juridisk-ekonomiska utredningen tills de tekniska lösningarna i detalj är fullt färdiga. De tekniska detaljlösningarna kan ju inte heller få påverka en sådan utredning.

8 NOMENKLATUR

Benämningarna inom dagvattenhanteringen är tyvärr utsatta för förbistring. Till och med själva benämningen dagvatten har blivit föremål för angrepp genom att i stället ordet regnvatten införts i Mark AMA 72. Ordet dagvatten har emellertid, och det med rätta, i huvudsak bibehållits i forskarinstitutionerna. Ordet regnvatten borde förbehållas regnet ända till det når markytan. Därmed är också allt vatten som kommer ned genom stuprören från takytor regnvatten ända tills det når marken efter utkastare från stuprör eller tills det blandar sig med annat vatten, t ex dagvatten från gatubrunnar.

Olika system för dagvattnets avledning har också varit och är fortfarande föremål för olika benämningar såsom separat system, duplikatsystem etc. Ett försök till ansats i nomenklaturdefiniering i dessa sammanhang har gjorts /Jansson et al/. Denna skall här tillämpas men måste kompletteras med nya benämningar, som föreliggande rapport framtvingat.

Följande avledningssystem definieras här:

Separat system	Spillvatten avleds i ledning för sig och dagvatten och dränvatten avleds i annan ledning för sig.
Halvseparat system	Spillvatten och dränvatten avleds i ledning för sig och dagvatten avleds i annan ledning för sig.
Kombinerat system	Spillvatten, dränvatten och dagvatten avleds i gemensam ledning.
Halvseparat system med magasin vid källan	Spillvatten och helt eller delvis dränvatten avleds direkt till ledning i gata, dagvatten avleds efter utjämning i magasin dels till perkolation och dels till samma ledning i gata som spillvattnet.
Separat system med magasin för gatuvatten	Dagvatten från gator efter utjämning i volymmaganin och spillvatten avleds i gemensam ledning, övrigt dagvatten och dränvatten avleds i annan, gemensam ledning (Separering av "smutsigt" och "rent" vatten).

Följande typer av magasin definieras här:

Perkolationsmagasin	Hålrumsmagasin i mark för utjämning och perkolation av regnvattenflöden från tak och dagvattenflöden från gårdsytor.
Hålrumsmagasin för utjämning	Hålrumsmagasin i mark för utjämning av regnvattenflöden från tak och dagvattenflöden från gårdsytor

Volymmagasin för ut-
jämnning

och därefter avledning med mycket
litet flöde till spillvattenledning.

Volymmagasin, företrädesvis betong-
behållare, i mark för utjämnning av
dagvattenflöden från gatumark och
därefter avledning med reducerat
flöde till spillvattenledning.

REFERENSER

Carlstedt, B, 1975, Ett alternativ till omläggning av det kombinerade systemet i dagvattenhanteringen. Orrjekontakt nr 33, p. 9-11, Stockholm

Jansson, L-E & Lundgren, J, 1975, Dagvattenuppsamling och avledning (Statens råd för byggnadsforskning) Stockholm

Paus, K, Andersson, R & Carlstedt, B, 1974, Regnvattenavledning genom magasinering och perkolations (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm

Torstensson, B, A, 1975, Följder av grundvattensänkning inom lerområden. (Nordisk symposium Kvantitativ urban hydrologi, Sarpsborg) p. 225-245. Oslo

Bohm, H, 1975, Grundläggningsförhållandena i innerstaden (Stockholms fastighetskontor) Prel. rapport. Stockholm /Opublicerad stencil/

Geologiska kartbladet Stockholm NO, SGU, Ser. Ae nr 1

R40:1976

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750493-7 från
Statens råd för bygnadsforskning till Orrje & Co AB,
Stockholm.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1483, 111 84 Stockholm
Grupp: byggprojektering**

Pris: 21 kr + moms