



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**

**R133:1979**

# **Värderingsmetodik för avloppsplanering**

**Stein Bendixen**

**Lars-Eric Janson**

**Byggforskningen**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET



R133:1979

VÄRDERINGSMETODIK FÖR AVLOPPSPLANERING

Stein Bendixen  
Lars-Eric Janson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
750811-7 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Vattenbyggnadsbyrån, VBB, Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R133:1979

ISBN 91-540-3138-9  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 958173

## INNEHÅLL

FÖRORD	(3 sidor)
1 1(5) BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING	(24 sidor)
2 2(5) KONSEKVENSANALYS	(30 sidor)
3 3(5) RESURSANALYS	(43 sidor)
4 4(5) NYTTO/KOSTNADSANALYS	(44 sidor)
5 5(5) PRAKTISK TILLÄMPNING	(63 sidor)
6 PTV VÄRDERINGSMETODIK FÖR SANERINGSPLANER	(41 sidor)

## FÖRORD

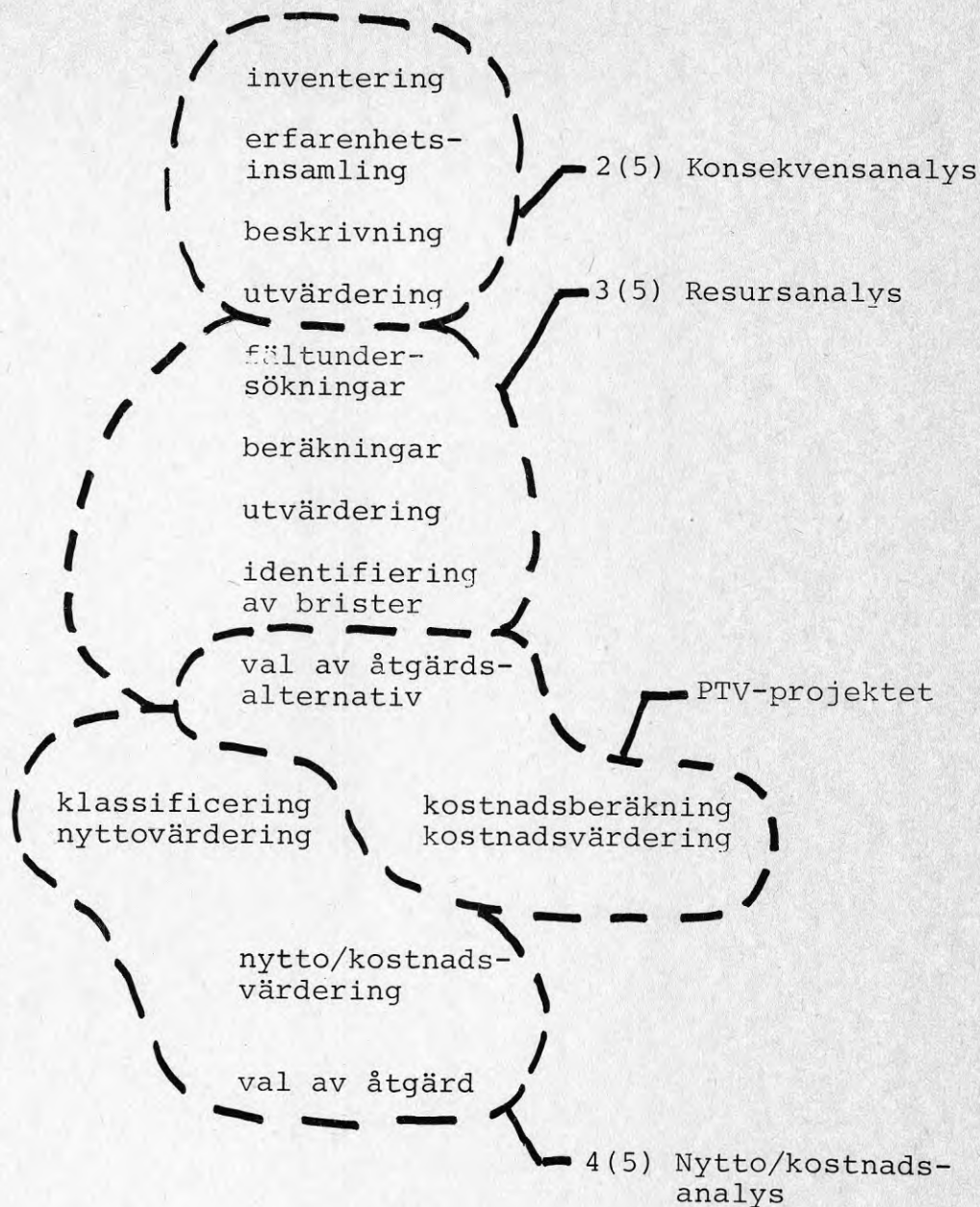
Föreliggande arbete redovisar värderingsmetoder som har till syfte att skapa goda förutsättningar för upprättande av åtgärds- eller saneringsplaner för befintliga kommunala avloppsanläggningar. Arbetet, som utförts av VBB, har genomförts i ett svenskt och ett norskt projekt. Det svenska projektet (BFR-projektet) har finansierats av Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR), Göteborgs VA-verk och VBB. Detta projekt har kallats BFR - GBG Kombinerade system och har indelats i följande delprojekt:

1. Bakgrund och sammanfattning
2. Konsekvensanalys
3. Resursanalys
4. Nyttokostnadsanalys
5. Praktisk tillämpning

Det norska projektet har finansierats av Miljøvern-departementet v/Statens Forurensningstilsyn (MD/SFT). Detta projekt har administrerats av Prosjekt Transport av Vann (PTV) och har kallats PTV Värderingsmetodik för saneringsplaner.



De två projektens innehåll och inbördes placering i förhållande till varandra framgår schematiskt av nedanstående figur.



Som framgår av figuren kompletterar de båda projekten varandra. Det har därför befunnits lämpligt att projekten publiceras tillsammans. Varje projekt, liksom även varje delprojekt, är dock så utformat att det kan läsas separat.

Projektansvarig har varit professor Lars-Eric Janson, VBB med ing. Stein Bendixen, VBB som projektledare och idégivare. PTVs rapport Värderingsmetodik för saneringsplaner har, inom projektets ram, utarbetats av civ.ing. K-G Stenberg, VBB.

Under arbetenas gång har följande referensgrupper utnyttjats:

För BFR-projektet, direktör Lars Lysén, Göteborgs VA-verk, byråchef Lars Thorell och byrådirektör Jan Hällgren, Statens Naturvårdsverk, chefsingenjör Oddvar Lindholm, Statens forurensningstillsyn (SFT), direktör Ulf Säfwenberg, VAV samt professor Lars-Eric Janson, VBB.

För PTV-projektet, överingenjör Nils Kaltenborn, Miljöverndepartementet, chefsingenjör Oddvar Lindholm, SFT, förutvarande forskningssekreterare Göran Svensson, BFR samt projektledare Ragnar Schönborg, PTV.



STOMSYSTEM

1 (5) - BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING

Befintliga avloppssystem - Metoder  
för värdering av olägenheter och  
åtgärder

## INNEHÅLL

Sid

### FÖRORD

1.	BAKGRUND	1
2.	INLEDNING	3
3.	ANALAYSMETODIK	4
3.1	Allmänt	4
4.	KONSEKVENSPANALYS	7
4.1	Allmänt	7
4.2	Syfte	8
4.3	Genomförande	9
5.	RESURSPANALYS MED HJÄLP AV "STOMSYSTEMET"	10
5.1	Allmänt	10
5.2	Stomplan	11
5.3	Stomnät	12
5.4	Stomtabell	13
5.5	Basflödesprofil	14
5.6	Relativ ledningskapacitet	15
5.7	Tillämpning av stomsystemet	15
6.	NYTTO/KOSTNADSPANALYS	16
6.1	Allmänt	16
6.2	Klassificering av avloppssystemet	16
6.3	Värdering av nytta och åtgärd	17
6.4	Värdering av kostnader för åtgärd	18
6.5	Nytto/kostnadsvärdering	18
	<u>Textplansch</u>	Nr
	Arbetsgång	1

## FÖRORD

Föreliggande arbete har haft som mål en utveckling av metoder för upprättande av åtgärdsplaner för befintliga kommunala avloppsledningsnät. Till mycket stor del kom de befintliga ledningsnäten till under tider, då kravet på avloppstekniken väsentligen inskränkte sig till ett krav på förflyttning av avloppsvattnet bort från det egna husets dörr. Det är samma avloppsnät, som i dag förser våra högmoderna avloppsreningsverk med reningsprocessens råvara. På denna process ställer vi mycket höga krav vad beträffar reningseffekt, som trots att råvaran starkt varierar i kvalitet och kvantitet under dygnet och under året och under olika väderbetingelser, alltid förväntas ge en för vattenmiljön ofarlig belastning på mottagande vattensystem. Att detta blir både svåruppnåeligt och dyrbart synes klart. Bättre ledningssystem borde vara av stor betydelse för den totala krav/kostnads-bilden. - Men är det nu verkligen så? - Alla talar om läckande ledningsnät och om bräddavlopp som stora problem, men ingen har ännu lyckats precisera vad som bör göras, till vilken grad och under vilka förutsättningar.

Det är för att identifiera och precisera problemet, som VBB under ca två års tid genomfört detaljerade metodstudier i akt och mening att skapa underlag för kommunernas åtgärdsplaner. Arbetet har bedrivits med samlat bidrag från BFR, Göteborgs VA-verk och VBB. Ingångsdata utgörs av observerade brister i rörnätet; det kan gälla otätheter, felkopplingar, etc. Men först efter en värdering av om bristerna kan karakteriseras som olägenheter för den totala driftsituationen i va-hanteringen, bedöms och diskuteras alternativa åtgärder på kort och lång sikt. Endast åtgärder som kan påvisas optimala ur kravuppfyllelse- och kostnadssynpunkt rekommenderas komma till stånd.

Vår strävan har varit att utveckla en praktiskt användbar och lättillgänglig teknik. Stort arbete har därför ägnats åt systematisering och hantering av information för att därmed uppnå god överblick över avloppssystemet och dess funktion. Den grafiska redovisningen torde härigenom bli så överskådlig att den bör kunna lämpa sig som underlag för diskussioner även med politiker och lekmän.

Det är vår förhoppning att de metoder som här presenteras skall bilda grunden för de åtgärdsplaner som många kommuner kommer att behöva utarbeta. Som resultat av ett analysarbete av den typ som pre-



senteras, torde det i många fall kunna påvisas, att mer optimala åtgärder kan vidtas för ernående av miljömässig hög standard, än den som en generell ombyggnad av befintliga kombinerade system till duplikata representerar.

Föreliggande arbete ingår som andra del i projektet "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och åtgärder". Den första delen utgörs av "Kontroll av avloppsnät" som genomförts av Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, VAV, och vars resultat publicerats i VAV P 33, nov 1978. Projektledare för den första delen av projektet har varit direktör Ulf Säfwenbergs, VAV. Projektansvarig för föreliggande arbete, den andra delen, har varit professor Lars-Eric Janson, VBB med ingenjör Stein Bendixen, VBB som projektledare. Ytterligare från VBB har främst ingenjör Omar Jonasson medverkat.

För det totala projektet har utnyttjats en av BFR utsedd referensgrupp bestående av direktör Lars Lysén, Göteborgs VA-verk, förutvarande forskningssekreteraren Göran Svensson, BFR, byråchef Lars Thorell och byrådirektör Jan Hällgren, Statens naturvårdsverk, lic.techn. Oddvar Lindholm, Statens forurensningstilsyn, Norge, direktör Ulf Säfwenbergs, VAV samt professor Lars-Eric Janson, VBB.

Stockholm i januari 1979  
VBB

Lars-Eric Janson

Stein Bendixen

50856  
BFR-GBG KOMB SYSTEM

1. BAKGRUND

Föreliggande rapport ingår som del 1 i slutredovisningen av forskningsprojektet "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och åtgärder". Projektet, som samfinansieras av Statens råd för byggnadsforskning, Göteborgs VA-verk och VBB, har pågått sedan 1976. Projektet redovisas i följande delrapporter:

- 1(5) Bakgrund och sammanfattning
- 2(5) Konsekvensanalys
- 3(5) Resursanalys
- 4(5) Nyttokostnadsanalys
- 5(5) Praktisk tillämpning

I föreliggande delrapport, 1(5), redovisas bakgrunden till forskningsprojektet samt lämnas en del sammanfattande synpunkter på hur resultaten skall användas.

I delrapport 2(5) behandlas de oönskade effekter som kan uppstå till följd av samhällets avloppshantering. Den redovisar hur dessa effekter kan identifieras och sammanställas. Vidare studeras vilka konsekvenser de olika effekterna kan medföra.

Förekommande effekter och konsekvenser kan ibland motivera en mer detaljerad genomgång av det aktuella avloppssystemet. I delrapport 3(5) presenteras en metod speciellt anpassad för en sådan genomgång. Metoden karakteriseras av att den hydrauliska belastningens ursprung spåras och följs genom hela flödesförloppet.

För att rätt kunna bedöma och välja saneringsåtgärder är det ibland nödvändigt att använda sig av en värderingsteknik som beskriver nyttan av alternativa åtgärder och som belyser förhållandet mellan nytta och

kostnad. I delrapport 4(5) redovisas hur en sådan teknik kan utformas.

I delrapport 5(5) slutligen ges ett exempel på tillämpningen av de i delrapporterna 2(5), 3(5) och 4(5) redovisade analysmetoderna.



## 2. INLEDNING

De äldre avloppsledningsnäten i svenska tätorter är i stor utsträckning utbyggda enligt det kombinerade systemet. Systemet medför ekonomiska och miljömässiga konsekvenser, vars betydelse ökar i takt med stigande kostnader för avloppsvattnets rening.

Det tekniskt ekonomiska sambandet mellan belastningen på ett avloppsledningsnät, åtföljande olägenheter och erforderliga åtgärder är synnerligen komplext och har tidigare ej analyserats med avseende på totalkostnaden för avloppsvattnets hantering. Avsikten med detta forskningsprojekt är att penetrera detta problem.

Målsättningen har varit att projektresultatet direkt skall kunna användas vid upprättande av åtgärdsplaner för kommunala avloppsledningsnät. Som tidigare berörts omfattar den presenterade analysmetodiken tre olika delar: konsekvensanalys, resursanalys och nytto/kostnadsanalys. Det är inte meningen att man vid varje åtgärdsplan måste utnyttja alla tre analysdelarna. Man bör i stället välja den analysdel som är bäst anpassad till den aktuella problemställningen. Vill man exempelvis inskränka sig till en översiktlig probleminventering väljer man således konsekvensanalysen. Meningen är att denna analys i sig skall ge svar på frågan om - och i så fall var - man behöver gå vidare med förfinade analysmetoder.

Om man redan från början har klart för sig inom vilken del av avloppssystemet problemen finns är det naturligtvis lämpligt att direkt ge sig på resursanalysen. Man kan för den mer detaljerade analysen även tänka sig att utnyttja någon av de idag tillgängliga datormodellerna. Det måste hela tiden vara problemens art och omfattning som styr valet av analysmetod.

Om ett problem måste lösas och detta endast kan lösas på ett sätt, föreligger inget behov av nytto/kostnadsanalys. Kan däremot uppgiften lösas på olika sätt och lösningarna ger en varierande grad av kravuppfyllelse, är det angeläget att såväl skillnader i resultat som skillnader i kostnader betraktas. Det samma gäller om problemen är många och resurserna begränsade. Ett behov av nytto/kostnadsvärdering finns sålunda alltid när det finns en valsituation och behovet ökar med antalet alternativa åtgärder.

### 3. ANALYSMETODIK

#### 3.1 Allmänt

I föreliggande arbete har använts ett betraktelsesätt på problematiken kring det kombinerade avloppssystemets funktion som främst kännetecknas av en långtgående systematisering. Den använda analysmetoden har tidigare med framgång använts inom andra fackområden och i det följande lämnas en kortfattad orientering om den använda metoden.

Analysen kan syfta till att ta fram beslutsunderlag för åtgärder inom skiftande verksamhetsområden. Åtgärdsinsatserna skall genom sin typ, lokalisering och omfattning leda till något av följande:

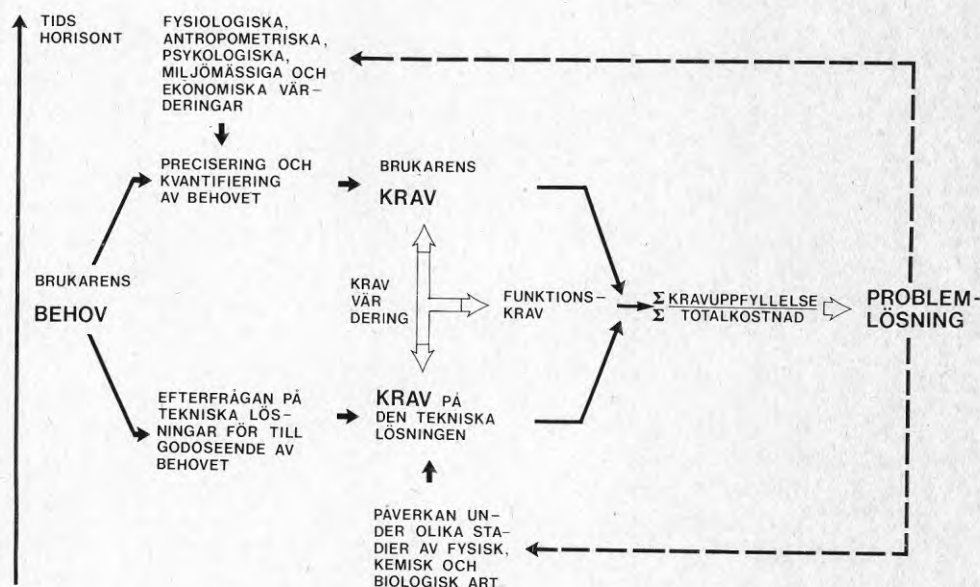
- a) att ett visst mål uppnås med ett minimum av kostnader, insatser eller uppoffringar
- b) att med givna, begränsade resurser uppnå maximalt utbyte, resultat eller nytta
- c) att uppnå en lämplig balans mellan insatser och nytta inom ramarna för tillgängliga resurser. och lägsta godtagbara standard

Verksamheten som studeras kan vara självständig och oberoende eller ingå som en enhet i en serie av integrerade enheter, vara ett system eller en del av ett system, ett kretslopp eller en del av ett kretslopp etc. Analysen karaktäriseras därför inte så mycket av vilka problem den söker lösa utan snarare av det sätt på vilket den behandlar dessa problem.

Om verksamheten ingår som en del av ett system eller liknande, kan systemets övergripande, primära mål vara ett mycket vidare begrepp än det "lokala" målet för verksamheten. Arbetet inriktas därför på en maximering av effektiviteten inom verksamheten med hänsyn till systemets inriktning och mål.

Många av de faktorer som ingår i analysen av en verksamhet är föränderliga med tiden. Faktorerna kan vara svåra att kvantifiera och mäta, vilket ofta gäller politiska faktorer som t ex nya eller ändrade krav från samhället eller förändringar i människors värderingar. Brukarens krav enligt Figur 1 sid 5, är exempel på sådana faktorer som betingas av i tiden föränderliga värderingar. Åtgärder som vidtas bör således i möjligaste mån vara flexibla, så att nya krav (som kan bedömas sannolika) skall kunna uppfyllas utan alltför stora ingrepp. För demonstration av att behov och framför allt krav och problem-

lösningar är föränderliga i tiden har i figuren inlagts en tidsaxel. Den vill peka på möjligheten till studium av sambandet mellan redan existerande och sedan lång tid prövade tekniska lösningar å ena sidan och de brukarkrav som låg till grund för dessa tekniska lösningar å andra sidan. Ett sådant studium underlättar förutsägelsen av de konsekvenser som framtida tänkta förändringar av brukarens krav kan få, vad beträffar den nya tekniska lösningen. Speciellt viktigt är det att studera hur erfarenheterna av tidigare bra eller dåliga tekniska lösningar direkt eller indirekt påverkat kravförändringarna genom de visade "feed-back"-kanalerna i figuren. "Vad kan man därmed förutse för kravförändringar som följd av de tekniska system, som man i dag bestämmer sig för?", är en fråga som måste behandlas innan definitiva åtgärder beslutas.



Figur 1

Analysmetodikens karaktäriseras av att arbetet uppdelas i tre delar:

1. **Konsekvensanalys**, vid vilken verksamheten noggrant analyseras
2. **Resursanalys**, i vilken prestanda, skeenden och förlopp representativa för verksamheten studeras.
3. **Nytto/kostnadsanalys**, i vilken resultaten sammanställs, tolkas och värderas.



Konsekvensanalysen bygger på tanken att varje del av ett system påverkar andra delar av systemet eller skeenden eller förlopp inom systemet. Det är därför nödvändigt att identifiera sambanden mellan olika delar av systemet samt orsaker till och konsekvenser av olika skeenden och förlopp inom verksamheten.

Resursanalysen har uppbyggts så att verksamhetens effektivitet eller prestationsförmåga kan uttryckas som ett samband mellan ett antal påverkbara och ett antal icke påverkbara variabler. Genom att systematiskt variera dessa kan verkliga förhållanden simuleras och konsekvenserna studeras.

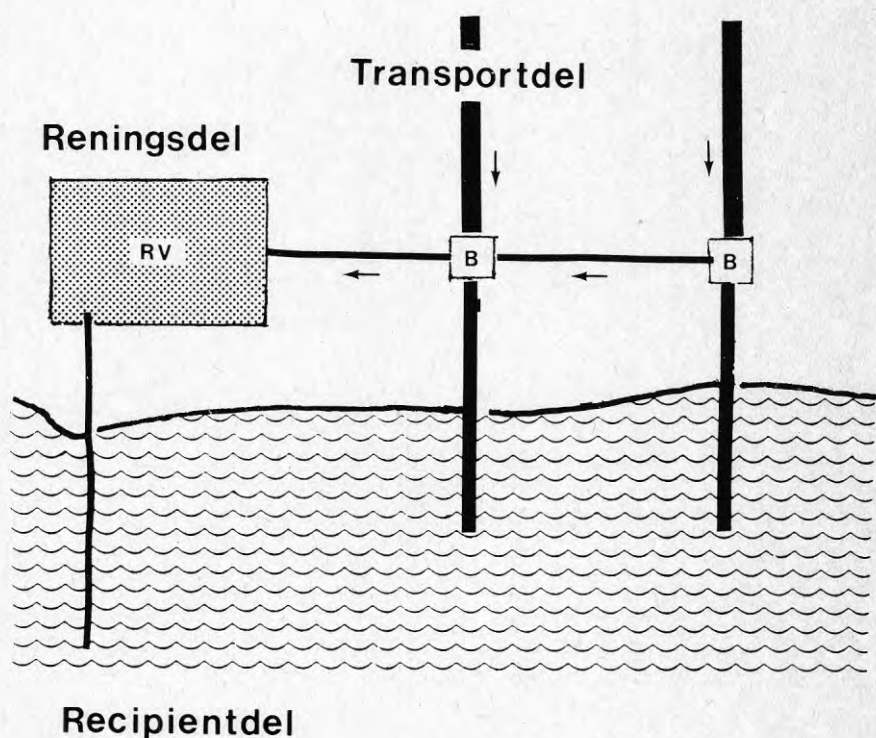
Nytto/kostnadsanalysen bygger på jämförelser mellan kostnader, insatser eller uppoffringar å ena sidan och utbyte, resultat eller nytta å den andra. Det är uppenbart att dessa parametrar endast i undantagsfall kan mätas med samma skalor. För parametrar av uppoffrings- eller nyttotyp måste därför skalor konstrueras som uttrycker graden av kravuppfyllelse, uppoffringar, nytta etc. Dessa effektivitets- eller omfattningsskalor måste baseras på kvantifierbara storheter.

Enheternas värde i dessa skalor blir beroende av den "vikt" människor lägger i olika uppoffringar eller på nyttan av resultatet. Viktfaktorernas storlek och fördelning mellan olika aspekter bestäms därför utifrån de konsekvenser verksamheten medför eller kan medföra för olika intressenter.

## 4. KONSEKVENSANALYS

### 4.1 Allmänt

Avloppssystem består i huvudsak av en transportdel, en reningsdel och en recipientdel. I föreliggande forskningsprojekt diskuteras hur systemet påverkas av transportdelens egenskaper samt belastningen och åtgärder på denna. Reningsdel och recipientdel betraktas som delkomponenter i systemet, se Figur 2, som påverkas av transportdelen, men där åtgärder ej studeras.



Figur 2

Avloppssystemets primär uppgift är att minska eller eliminera sanitära obehag och hälsorisker för brukaren, samtidigt som rubbningar i vattenbalansen skall begränsas och förändringar i det ekologiska systemet undvikas.

Transportdelens uppgift är att transportera avloppsvatten från brukaren till recipienten. Transporten påverkas främst av det befintliga nätets begränsade kapacitet, den stötvisa dagvattenbelastningen samt inläckning av sjunk- och grundvatten.

## 4.2 Syfte

Konsekvensanalysens huvudsyfte är att med enkla medel och måttliga insatser översiktligt belysa befintliga förhållanden inom avloppshantering. Resultatet skall belysa vilken betydelse avloppshantering kan ha för olika intressegrupper och utgöra underlag för tekniska och politiska ställningstaganden beträffande målsättning, utredningsbehov och prioriteringar.

Som utgångspunkt för det fortsatta arbetet har analysen byggts upp kring följande samband:

### ORSAK - BRIST - EFFEKT - KONSEKVENNS

Med brist avses ett onormalt tillstånd hos någon anläggningsdel, medan orsakerna till dessa onormala tillstånd till stor del beror på att systemen tillkommit under lång tid och under andra förutsättningar än de som råder i dag.

Med effekter menas sådana fysiska skeenden eller förlopp som uppstår på grund av brister i avloppsvattensystemet, medan konsekvenser beskriver det sätt på vilket olika intressenter upplever dessa fysiska skeenden eller förlopp. Konsekvenserna kan uppstå i ledningsnätet, vid reningsverket eller i den omgivande miljön. Då konsekvenserna identifierats måste storleken av dessa bestämmas, d v s en kvantifiering måste göras. Om kvantifieringen visar att omfattningen av konsekvenserna överstiger vissa i förväg fastställda kravnivåer klassificeras konsekvenserna som olägenheter. Vad som skall betraktas som en olägenhet är således beroende av vilka krav som ställs på avloppssystemets funktion. Då kraven skärps kan konsekvenser som ej tidigare varit olägenheter övergå i sådana. De krav som ställs på avloppssystemets funktion är således grundläggande för vilka olägenheter som uppstår, såväl på själva ledningsnätet, som inom andra delar av vattnets urbana kretslopp.

Med hjälp av konsekvensanalysen är det möjligt att knyta samman olika uppträdande konsekvenser med bakomliggande effekter. Metoden tillåter att gå ytterligare ett steg och även återföra effekterna till den anläggningsdel inom ett visst delområde där motsvarande brist bör sökas.



#### 4.3 Genomförande

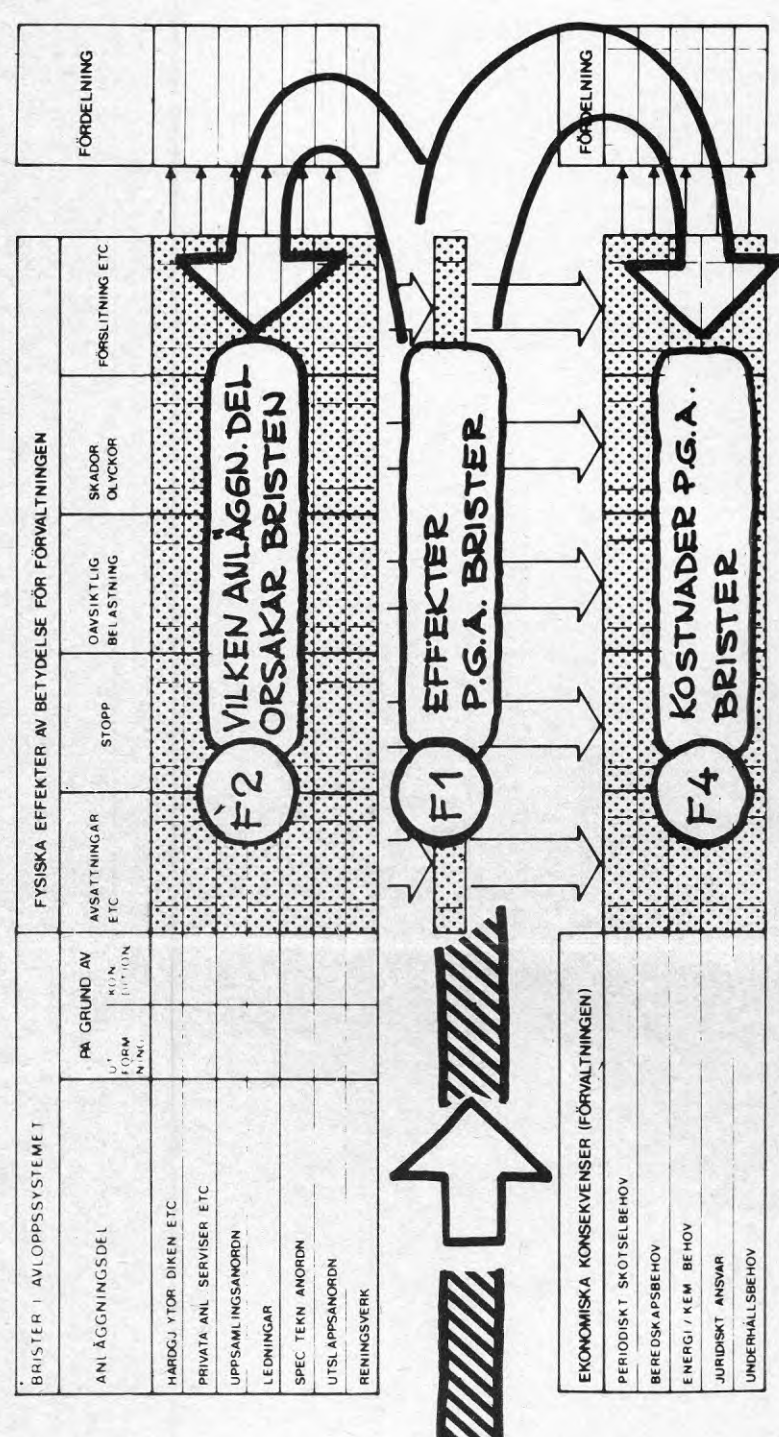
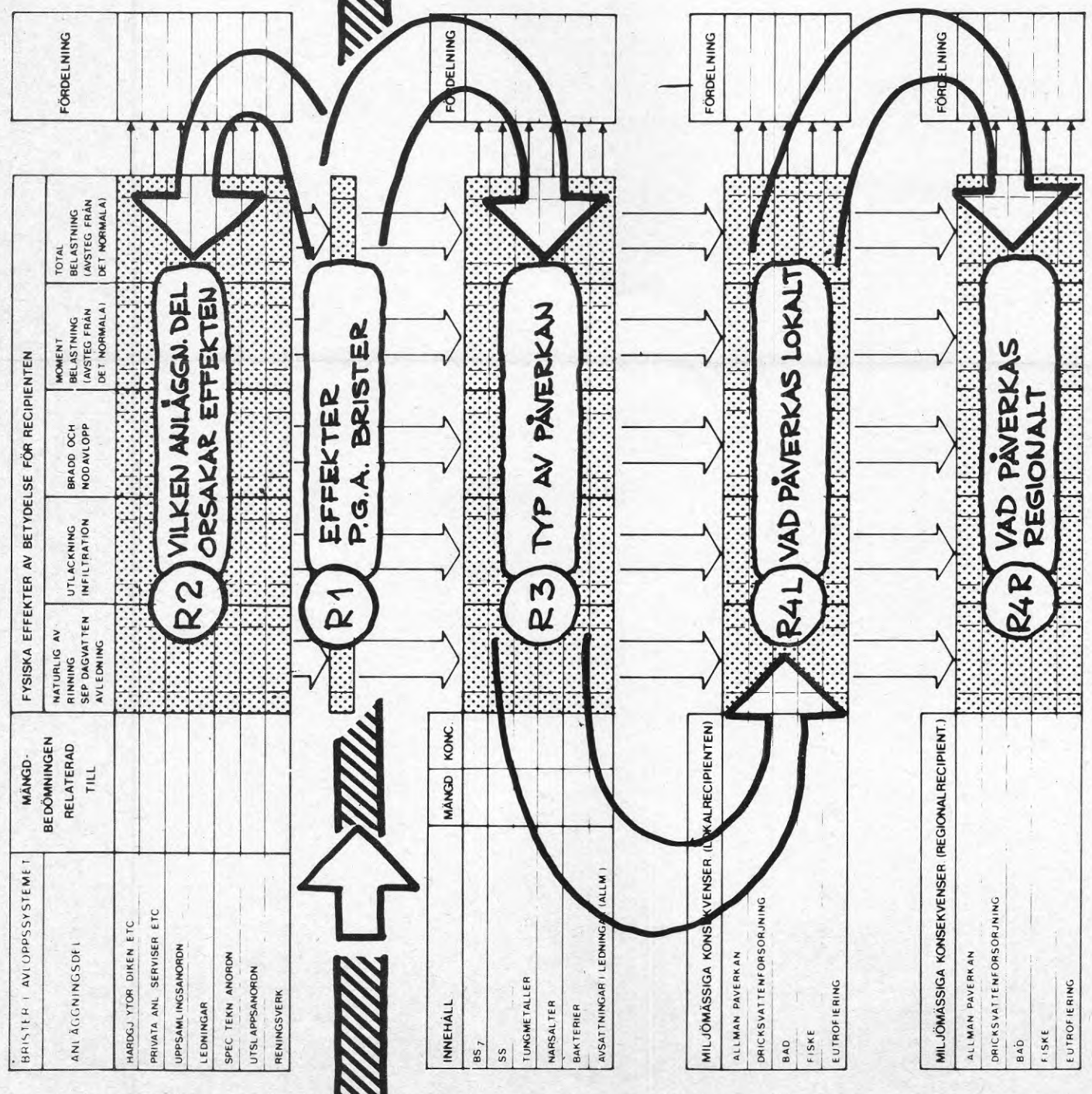
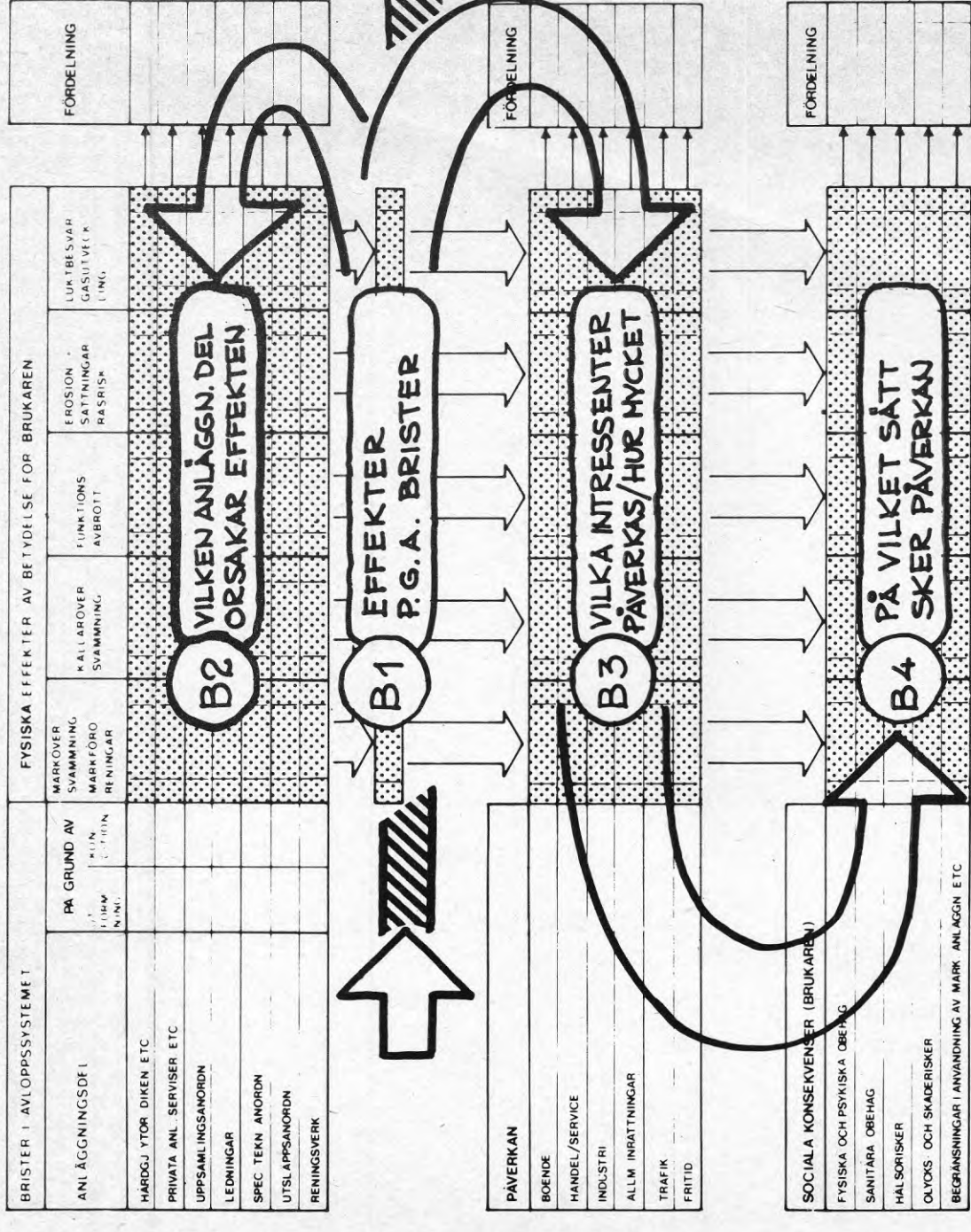
Praktiskt sker konsekvensanalysen så att berörda parter gör en systematisk genomgång av aktuella avloppsförhållanden ur teknisk synpunkt. Resultaten förs in på speciella formulär som framtagits för detta ändamål, se Textpl. 1.

För varje delområde inom undersökningsområdet görs således en inventering av fysiska effekter av betydelse för intressegrupperna brukaren, recipienten och förvaltningen. På motsvarande sätt analyseras därefter de konsekvenser som dessa effekter kan medföra i olika avseenden för olika intressegrupper.

Effekterna och konsekvenserna bedöms med avseende på den sannolikhet med vilken de uppträder och hur stor deras omfattning är. Objektiviteten i denna bedömning noteras. Bedömningarna avseende såväl sannolikhet, omfattning och objektivitet göres enligt 5-gradig skala, se Textpl. 1.







SÄMNINGEN AV  
 0 - INGEN ELLER OBTYDLIG  
 1 - LITEN  
 2 - VISS  
 3 - RELATIVT STOR  
 4 - BETYDNANDE

1  2  3  4

OBJEKTIVITET I BEDÖMNINGEN  
 0 - HÖGST GRÄNSET  
 1 - LITEN ERFARENHET  
 2 - VISS ERFARENHET  
 3 - STOR ERFARENHET  
 4 - MÄTNINGAR UTREDNINGAR ETC

0  1  2  3  4



**BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING**  
**ARBETSGÅNG**

SKALA	REG.-NUMMER	RITN.-NUMMER
	50856	TEXTPL.1
DATUM	SIGN.	

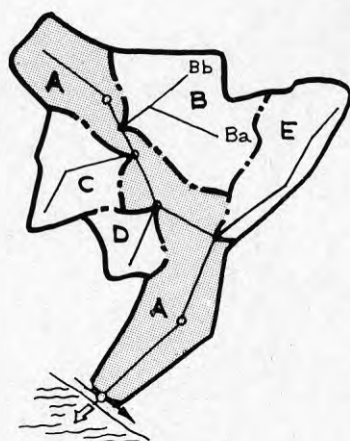




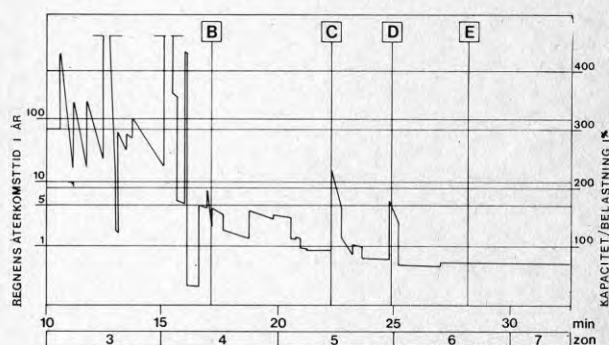
## 5 RESURSANALYS MED HJÄLP AV "STOMSYSTEMET"

5.1 Allmänt

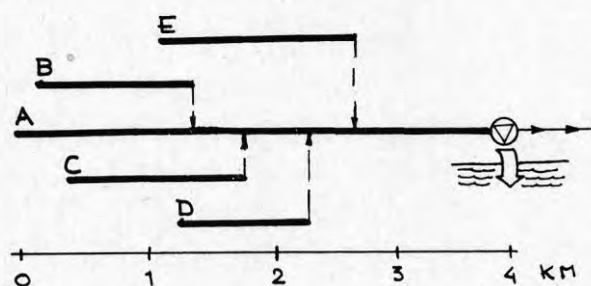
Resursanalysen är uppbyggd kring ett antal komponenter, som samverkar och kompletterar varandra. Tillsammans bildar dessa komponenter ett system, "stomsystemet", i vilket anläggningens relativa transportförmåga kan uttryckas och studeras, liksom konsekvenserna av den varierande belastning som transportanläggningen kan utsättas för och lämpligaste typ och placering av åtgärd. Exempel på några av dessa komponenter framgår av Figur 3.



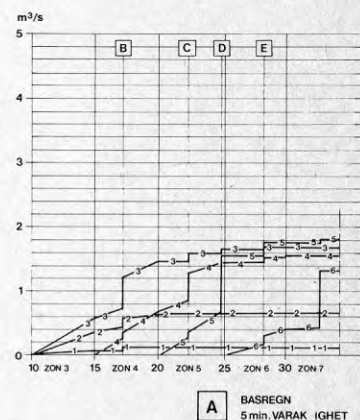
STOMPLAN



RELATIV LEDNINGSKAPACITET



STOMNÄT



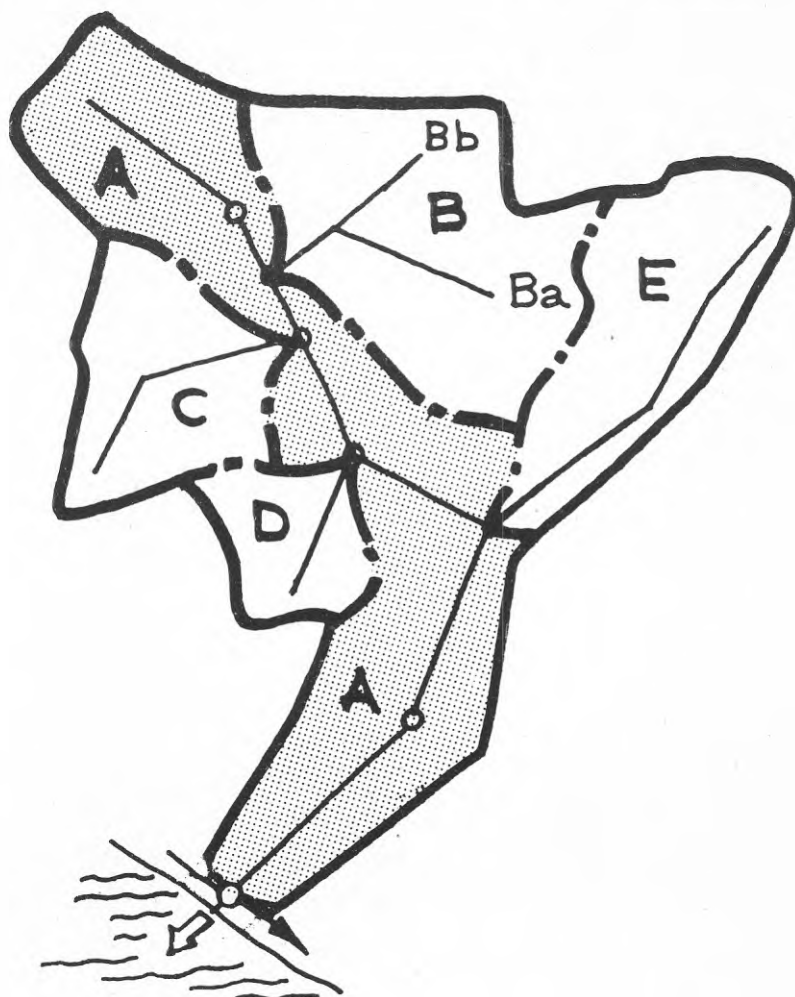
BASFLÖDESPROFIL

Figur 3

I det följande görs en kortfattad beskrivning av stomsystemets uppbyggnad och komponenternas konstruktion och egenskaper.

5.2 Stomplan

Undersökningsområdet indelas i avrinningsområden, alternativt dräneringsområden, som var för sig fungerar utan inverkan från andra områden, se Figur 4.



Figur 4

Således erhålls ett huvudområde, delområden och lokalområden. Dessa områden omger huvudsträckan, respektive delsträckor och lokalsträckor. Rinnhastigheten i ledningarna och över mark beräknas, varvid rinnlängderna per tidsenhet avsätts med utgångspunkt från en fastställd 0-punkt.

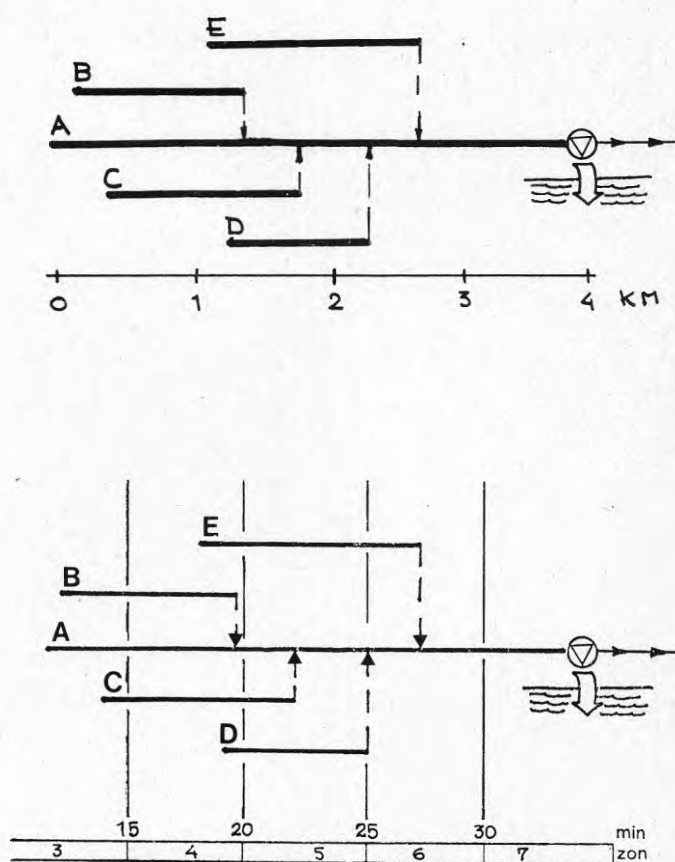
Sträckorna indelas i lämpliga rinntidsintervaller, varpå rinntidszoner kan konstrueras. De ytor som avbördas till ledningarna inom dessa rinntidszoner uppdelas i sin tur med avseende på rinntider över mark. På detta sätt erhåller det geografiska läget av varje punkt, sträcka och yta en tidsmässigt orienterad placering i förhållande till andra punkter, sträckor och ytor.



Littereringen ger full information om såväl den geografiska som den tidsmässiga placeringen och möjliggör en rationell behandling av all information, som är förknippad med området och anläggningens olika delar.

### 5.3 Stomnät

En stomplan ger en relativt god överblick över hur avloppsvatten avleds från olika delar av ett samhälle. Många gånger är det önskvärt att schematisera avrinningsförhållandena ytterligare. Detta kan ske i form av ett stomnät, som kan framställas antingen längdbaserat eller baserat på rinntider i systemet, se Figur 5.



Figur 5

Stomnätet kan också med fördel användas för att åskådliggöra annan information, t ex grundens genomsläpplighet, ledningarnas ålder, skadefrekvens och liknande enligt teckenförklaringarna ovan. Konstruktionen av stomnätet liksom littereringen följer samma principer som för stomplanen.

5.4 Stomtabelle

Stomtabelle är en systematisk sammanställning av numeriska informationer om undersökningsområdets olika delar och utgör en av grunderna för fortsatt analys. Dessa informationer kan vara olika ytors storlek, personekvivalenter, ledningslängder, antal rännstensbrunnar etc. Tabellen, se Figur 6, behandlar reducerade areor. Den är konsekvent baserad på littereringssystemet för stomplanen och ger således full och entydig information om de faktorer som har betydelse för belastningarnas storlek, liksom det geografiska och tidsmässiga läget av den belastade anläggningdelen.

ZON	5						
	Σ VID PKT 22.19	TILLSKOTT C	Σ VID PKT 22.19	TILLSKOTT LOKALT	Σ VID PKT 24.55	TILLSKOTT D	Σ VID PKT 24.55
0	0.070	-	0.070	0.002	0.072	-	0.072
1	0.591	0.004	0.595	0.002	0.597	0.036	0.633
2	4.224	0.060	4.284	0.003	4.287	0.116	4.403
3	9.848	0.784	10.632	0.098	10.730	0.200	10.930
4	5.404	3.152	8.556	1.078	9.634	0.475	10.109
5	1.757	0.688	2.445	2.062	4.507	5.800	10.307
6							
7							
	21.894	4.688	26.582	3.245	29.827	6.627	36.454

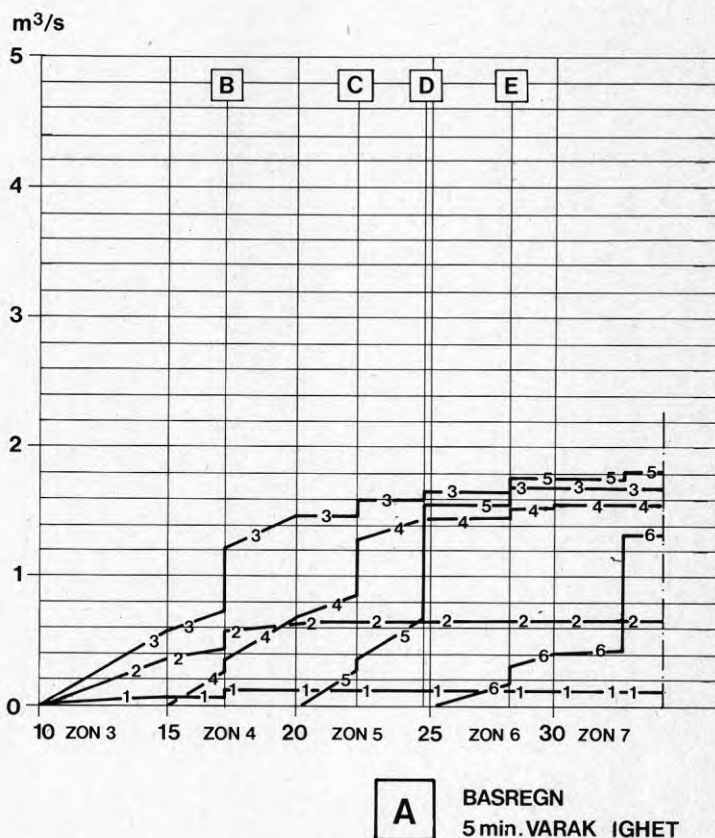
A STOMTABELL  
RED. AREOR

Figur 6

## 5.5 Basflödesprofil

För att underlätta en analys av belastningsvariationerna i ett ledningssystem har det befunnits lämpligt att utgå från ett beräkningsregn med återkomstfrekvensen 1 år. I det följande har beräkningsregnet benämnts "basregn" och det mot detta korresponderande flöde "basflöde".

Med utgångspunkt från beräknade basflöden i ett erforderligt antal punkter på den aktuella ledningssträckan kan det dynamiska förloppet av ett basregn framställas grafiskt i s k basflödesprofiler, se Figur 7.

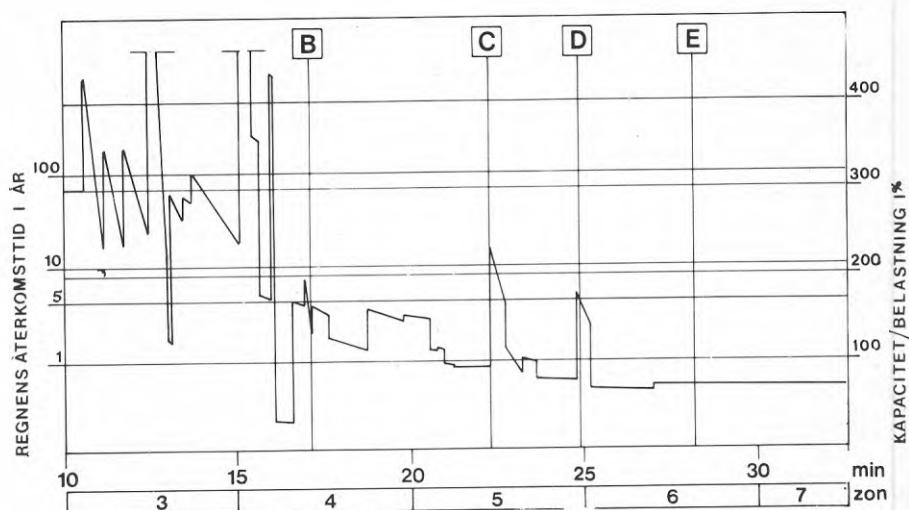


Figur 7



## 5.6 Relativ ledningskapacitet

Med relativ ledningskapacitet avses här ett lednings-systems teoretiska transportkapacitet uttryckt i förhållande till den största belastning som basregnet kan medföra. Den relativa ledningskapaciteten kan antingen anges i procent av basbelastningen eller uttryckt som ekvivalent återkomsttid för det regn som precis fyller ledningen, se Figur 8.



Figur 8 Relativ ledningskapacitet

## 5.7 Tillämpning av stomsystemet

Stomsystemet skall främst uppfattas som ett komplement till de idag tillgängliga avancerade beräkningsmodellerna. Uppläggningsen karakteriseras av en långtgående systematisering med speciell inriktning på lösningar av de befintliga avloppssystemens problem. Stort arbete har härvid ägnats åt hantering av information och data samt analyser av skeenden och förlopp, som är typiska för avloppshanteringen. Vidare har eftersträvat en översiktlig och lättillgänglig redovisning av de befintliga förhållandena. Genom detta erhålles förslag till åtgärder och underlag vid diskussioner med olika beslutsfattare.

## 6. NYTTO/KOSTNADSANALYS

### 6.1 Allmänt

Nytto/kostnadsanalysens syfte är att belysa sambandet mellan nyttan av en åtgärd i ett avloppssystem och kostnaden för att åstadkomma denna nytta.

Analysen omfattar i huvudsak följande fyra arbetsmoment:

- klassificering av avloppssystemet
- värdering av nyttan av åtgärd
- värdering av kostnad för åtgärd
- nytto/kostnadsvärdering

I det följande beskrivs i korthet vart och ett av dessa arbetsmoment.

### 6.2 Klassificering av avloppssystemet

Klassificeringen syftar till att fastställa avloppsnätets uppgifter och beskriva dess måluppfyllelse utan hänsyn till kostnad. Arbetet är utformat så att avloppsnätets standard kan uttryckas med ett talpar, varvid direkta jämförelser kan göras dels mellan olika områden i samma avloppsnät och dels med ett riksgenomsnitt. Arbetet omfattar nio arbetssteg enligt följande:

- Steg 1 Generell gradering av kravnivåer
- Steg 2 Objektivitet i kravbehandlingen
- Steg 3 Tidsperiodens längd
- Steg 4 Blockindelning av avloppsnät
- Steg 5 Val av aspekter
- Steg 6 Gradering av kravuppfyllelse
- Steg 7 Återkomstfrekvens och sannolikhet
- Steg 8 Viktfaktorer
- Steg 9 Klassificering

Steg 1-4 behandlar de generella förutsättningarna som föreslås gälla, medan steg 5-8 beskriver de komponenter som utgör grunden för bedömningen. I steg 9 sker den slutliga utvärderingen och klassificeringen.

Ett exempel på en sådan klassificering framgår av följande tabell:

Objek- tivitet	Aspekter	Korrig. krav- uppfyll.	Vikt- faktor	Produkt
2	Marköversv.	3	4,5	13,5
3	Källaröversv.	2,5	8,0	20,0
3	Funkt. avbr.	1,5	5,5	8,25
2	Erosion, ras	3	4,0	12,0
3	Lukt, gas	3	3,0	<u>9,0</u>
			Summa grupp 1	62,75
4	Nat. avrinn.	4	3,8	15,2
1	Utläckning	3	4,2	12,6
3-4	Brädd. nödavl.	2,5	9,0	22,5
2	Moment. bel.	2,5	5,0	12,5
3	Totalbel.	3	3,0	<u>9,0</u>
			Summa grupp 2	71,8

De två slutsummorna avrundas nedåt till närmaste hela 5-tal och redovisas var för sig, varpå kontrolleras om underlagsmaterialet, arbetsgången eller resultaten föranleder kommentarer enligt stegen 1-4. I exemplet bedöms sålunda avloppsledningsnätet ha en utformning och standard motsvarande klass 60/70.

### 6.3 Värdering av nytta och åtgärd

Den nytta som erhålls som resultat av en åtgärd definieras som den standardförbättring som åtgärden uppvisar i klassificeringen. Om en åtgärd påverkar förhållandena inom flera skilda geografiska områden eller block kommer denna åtgärd att gynnsamt påverka dessa blocks kravuppfyllelse.

Vid utvärdering av nyttan av en åtgärd skall sålunda den totala förbättrade kravuppfyllelsen av samtliga block tillgodoräknas.



#### 6.4 Värdering av kostnader för åtgärd

Kostnadsvärderingen omfattar sådana effekter som direkt eller indirekt ekonomiskt belastar brukaren via den förvaltning som har ansvaret för avloppshanteringen. För närvarande pågår i Norges Teknisk-Naturvetenskapelige Forskningsråds regi ett forskningsprojekt som siktar mot ett framtagande av kostnader för alternativa åtgärder i avloppsnät. Kostnadsaspekterna berörs även i Del I av detta projekt, se VAV P 33, 1978.

I föreliggande forskningsprojekt behandlas därför endast översiktligt vissa för avloppshanteringen vanliga frågeställningar och ekonomiska begrepp. Vidare ges exempel på hur drän- och läckvattnets ekonomiska betydelse kan studeras.

#### 6.5 Nytto/kostnadsvärdering

En nytto/kostnadsvärdering bygger på jämförelse mellan utbyte, resultat eller nytta å den ena sidan och kostnader, insatser eller uppoffringar å den andra. Nytto/kostnadsvärderingar har i huvudsak två principiella användningsområden nämligen:

A - optimal fördelning av tillgängliga resurser

B - optimal användning av tilldelade resurser

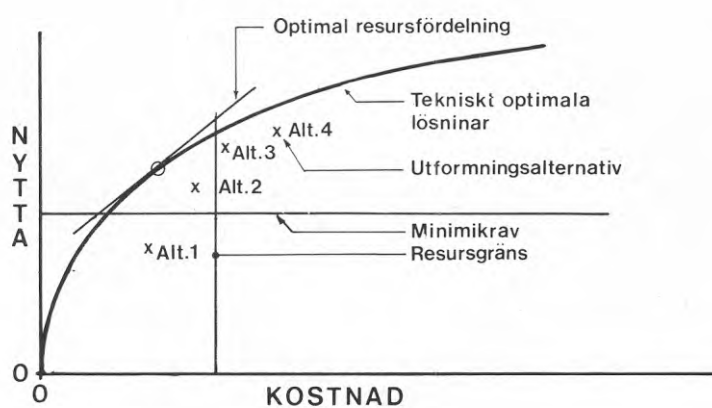
Enligt nationalekonomiska teorier är villkoret för optimal resursfördelning den, att den "vägda gränsnyttan" är konstant, d v s att resurserna fördelas mellan olika verksamheter eller mellan olika förbättringsåtgärder på sådant sätt att den nytta som erhålles av den "sista kronan" är lika stor inom alla områden.

Teoretiskt skall därmed alla åtgärder som uppvisar nytto/kostnadsrelationer större eller lika med den vägda gränsnyttan genomföras.

Att fastställa den vägda gränsnyttan är i praktiken svårt, varför resursfördelning oftast sker med utgångspunkt från lägsta godtagbara standard eller högsta godtagbara kostnad.

Inom ramen för sådana restriktioner skall förvaltningen sträva efter att använda tilldelade resurser optimalt, d v s att anläggningens standard/kostnadspunkt skall hamna på den kurva som representerar optimal utformning och drift.

Bedömningskriterierna framgår tydligare av nedanstående Figur 9.



Figur 9

I slutsak kommer den definitiva åtgärden att väljas med hjälp av kvoten,  $\Sigma$  kravuppfyllelse/ $\Sigma$  totalkostnad, som således maximeras. Jfr Figur 1.

STOMSYSTEM

2 (5) - KONSEKVENSANALYS

Befintliga avloppssystem - Metoder  
för värdering av olägenheter och  
åtgärder



## INNEHÅLL

	Sid
1. BAKGRUND	1
2. INLEDNING	3
2.1 Allmänt	3
2.2 Syfte	3
2.3 Sammanfattning	4
3. ALLMÄNT OM ANALYSMETODEN	6
3.1 Samband	6
3.2 Brister och deras orsaker	6
3.3 Effekter och deras konsekvenser	6
3.4 Utförande	7
4. KOMPONENTER I ANALYSMETODEN	8
4.1 Avloppshanteringens intressenter	8
4.2 Identifiering av brister	8
4.3 Bristernas effekter	9
4.4 Effekternas konsekvenser	11
5. BEDÖMNINGSGRUNDER	12
5.1 Sannolikheten av effekter och konsekvenser	12
5.2 Omfattningen av effekter och konsekvenser	12
5.3 Objektivitet i bedömningen	13
5.4 Exempel på bedömning	14
6. REDOVISNING AV AVLOPPSSYSTEMET	15
6.1 Allmänt	15
6.2 Orientering om undersökningsområdet	16
6.3 Avrinningsförhållanden - stomplan	16
6.4 Undersökningsområdets egenskaper	18
6.5 Avloppssystemet - stomnät	18
6.6 Olika typer av belastningar	19
6.7 Recipientens egenskaper	20

	Sid
7. KONSEKVENSPANALYSENS GENOMFÖRANDE	21
7.1 Erfarenhetsinsamling	21
7.2 Utvärdering	22

Textplanscher

	Nr
Konsekvensanalys, systemorientering	1
Konsekvensanalys, arbetsgång	2
Konsekvensanalys, exempel	3
Konsekvensanalys, sammanställning	4





50856  
BFR-GBG Komb system

1. BAKGRUND

Föreliggande rapport ingår som del 2 i slutredovisningen av forskningsprojektet "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och åtgärder". Projektet, som samfinansieras av Statens råd för byggnadsforskning, Göteborgs VA-verk och VBB, har pågått sedan 1976. Projektet redovisas i följande delrapporter:

- 1(5) Bakgrund och sammanfattning
- 2(5) Konsekvensanalys
- 3(5) Resursanalys
- 4(5) Nyttokostnadsanalys
- 5(5) Praktisk tillämpning

I delrapport 1(5) redovisas bakgrunden till forskningsprojektet samt lämnas en del sammanfattande synpunkter på hur resultaten skall användas.

I föreliggande delrapport 2(5) behandlas de oönskade effekter som kan uppstå till följd av samhällets avloppshantering. Den redovisar hur dessa effekter kan identifieras och sammanställas. Vidare studeras vilka konsekvenser de olika effekterna kan medföra.

Förekommande effekter och konsekvenser kan ibland motivera en mera detaljerad genomgång av det aktuella avloppssystemet. I delrapport 3(5) presenteras en metod, speciellt anpassad för en sådan genomgång. Metoden karaktäriseras av att den hydrauliska belastningens ursprung spåras och följs genom hela flödesförloppet.

För att rätt kunna bedöma och välja saneringsåtgärder är det ibland nödvändigt att använda sig av en värderingsteknik som beskriver nyttan av alternativa åtgärder och som belyser förhållandet mellan nytta och kostnad. I delrapport 4(5) redovisas hur en sådan teknik kan utformas.

I delrapport 5(5) slutligen, ges ett exempel på tillämpning av de i de 4 övriga delrapporterna redovisade analysmetoderna.

## 2. INLEDNING

### 2.1 Allmänt

Befintliga avloppsvattensystem är ofta spridda över betydande områden. De är dessutom, framför allt vad gäller äldre system, vanligen svåråtkomliga för inspektion. Hos de personer, som har hand om avloppsvattenanläggningarnas drift och underhåll, finns emellertid ofta en betydande detaljkännedom om anläggningarnas utformning och stor erfarenhet av deras funktion. Det har dock många gånger visat sig att det ligger en svårighet i att samordna och sätta in denna kunskap i ett större sammanhang.

Undersökningar av funktionen hos befintliga avloppssystem har hittills vanligen omfattat ett begränsat urval av avloppshanteringens olika delar. Det kan exempelvis gälla registrering av pumpade eller bräddade avloppsvattenmängder, belastningsvariationer vid avloppsreningsverk samt av vidtagna åtgärder av typ spolningar och rensningar. Sådana registreringar kan ge en grov bild av huruvida ett aktuellt avloppssystem fungerar bra eller dåligt. De ger dock sällan upplysning om vare sig orsaken till eller konsekvenserna av de uppträdande oönskade effekterna.

För att få den överblick, som erfordras i såväl tekniska som politiska beslutssammanhang, krävs att avloppsvattenhanteringens alla delar samtidigt beaktas. En överskådlig analys av avloppshanteringens, här benämnd konsekvensanalys, är därför önskvärd.

### 2.2 Syfte

Konsekvensanalysens huvudsyfte är att med enkla medel och måttliga insatser översiktligt belysa befintliga förhållanden inom avloppshanteringens. Det skall understrykas att det i detta skede inte i första hand är fråga om att ta fram nya uppgifter eller ny kunskap. Syftet är snarare att med hjälp av en långtgående systematisering konkretisera och göra befintliga uppgifter av erfarenhetskaraktär mer lättillgängliga. Det gäller här bl a att utnyttja den kunskap som finns hos driftpersonal och övrig teknisk personal inom berörd förvaltning. Resultatet skall belysa vilken betydelse avloppshanteringens kan ha för olika intressegrupper och utgöra underlag för tekniska och politiska ställningstaganden beträffande målsättning, utredningsbehov och prioriteringar.



Att det råder osäkerhet i behandlingen av enskilda komponenter och faktorer är i detta skede ofrånkomligt, men i sig en viktig information att vara medveten om i beslutssammanhang. Om sådana uppgifter skall läggas till grund för beslut om åtgärder eller fortsatta undersökningar är det angeläget att känna till den grad av erfarenhet och därmed tillförlitlighet, på vilken de olika bedömningarna grundar sig. Detta redovisas därför enligt en särskild skala.

Konsekvensanalysen skall i första hand möjliggöra en isolering av de områden, som fungerar väl och samtidigt avskilja sådana parametrar som saknar betydelse i sammanhanget. Därigenom kan resurserna styras mot relevanta problemområden, och utredningen fortsättningsvis koncentreras till de mest betydande bristerna.

Som exempel på frågor som analysen skall ge svar på kan nämnas:

- Vilka är de problem, som direkt kan hänföras till avloppshanteringen?
- För vilka intresseområden har dessa problem betydelse?
- Vilka problem är de totalt sett mest betydelsefulla?
- Vilka är de viktigaste bristerna bakom de uppträdande problemen?
- Kan bristerna hänföras till någon speciell del av avloppssystemet?
- Är det möjligt att "friskförklara" vissa delar av avloppsnätet?
- Saknas kunskap om någon väsentlig del av avloppshanteringen?
- Är det nödvändigt att göra en mera fullständig analys av vissa delar av avloppshanteringen?
- Är det någon eller några faktorer som speciellt måste beaktas?

### 2.3 Sammanfattning

Som underlag till konsekvensanalysen görs en översiktlig inventering omfattande följande:

- Undersökningsområdet avgränsas så att ingen yttre påverkan förekommer. Detta kan normalt ske med hjälp av olika typer av kartor.
- Avrinnings- eller upptagningsområdena inom undersökningsområdet redovisas i form av stomplaner.

- Undersökningsområdets egenskaper inventeras med avseende på bl a läge, topografi, grundbeskaffenhet, markanvändning och bebyggelse.
- Ledningsnäten redovisas på ett överskådligt sätt i form av stornät.
- Vilka typer av avloppsvatten som belastar undersökningsområdet noteras.
- Avloppssystemets tekniska utformning studeras med avseende på bl a uppsamling, transportsätt, transportsystem, speciella tekniska anordningar, utsläpp och reningsanläggningar.
- Förhållandena i recipienten bedöms med avseende på bl a vattenomsättning, storlek, strömningsförhållanden, olika typer av belastningar, biologiska och bakteriologiska förhållanden.

Tillsammans med representanter för olika tekniska förvaltningar görs en systematisk genomgång av aktuella avloppsförhållanden ur teknisk synpunkt. Resultaten förs in på formulär som framtagits för detta ändamål. För varje delområde inom undersökningsområdet görs således en inventering av fysiska effekter av betydelse för intressegrupperna brukaren, recipienten och förvaltningen. På motsvarande sätt analyseras därefter de konsekvenser som dessa effekter kan medföra i olika avseenden för olika intressegrupper.

Effekterna och konsekvenserna bedöms med avseende på den sannolikhet med vilken de uppträder och hur stor deras omfattning är. Objektiviteten i denna bedömning noteras.

De tekniska effekter och konsekvenser som framtagits utgör underlag för bedömning av vilka delområden som kan anses ha ett tillfredsställande avloppssystem samt vilka delområden som bör bli föremål för ytterligare studier.

### 3. ALLMÄNT OM ANALYSMETODEN

#### 3.1 Samband

Avloppshanteringen utgör i dagens samhälle ett mycket komplext system, som innehåller ett betydande antal delproblem. För att lättare förstå betydelsen av samspillet mellan dessa problem har analysen byggts upp kring följande samband:

ORSAK - BRIST - EFFEKT - KONSEKVENNS

#### 3.2 Brister och deras orsaker

Med brist avses ett onormalt tillstånd hos någon anläggningsdel. En brist i ett avloppssystem kan exempelvis vara någon lokal defekt såsom otäthet i rör och rörfogar eller frånvaron av vissa tekniska anordningar såsom galler, sandfång o d. Den kan även vara av typ otillfredsställande uppsamlings-, transport- och reningskapacitet. Avsaknad av balans mellan dessa tre storheter är även att betrakta som en brist.

Orsakerna till rådande onormala tillstånd i ett avloppssystem beror till stor del på att systemen tillkommit under lång tid och under andra förutsättningar än de som råder i dag. Således kan exempelvis felaktiga prognoser ha lett till felaktig dimensionering. Systemen utformades dessutom i stor utsträckning under en tid då långtgående rening av avloppsvattnet inte var ett krav. Dessa förhållanden har medfört att dagens avloppssystem i vissa avseenden inte alltid är rationellt uppbyggda. Orsakerna bakom brister i ett avloppssystem kan givetvis även ha sin grund i olämpligt utformade anläggningsdelar. Detta i sin tur kan bero på bristfällig projektering eller slarvigt utförande.

#### 3.3 Effekter och deras konsekvenser

Med effekter menas sådana skeenden eller förlopp som uppstår på grund av brister i avloppsvattensystemet. Effekterna kan, liksom bristerna, vara av många olika slag. Det kan exempelvis vara fråga om översvämning, bräddning till recipienten eller ogynnsam belastning av reningsverket. Gemensamt för alla effekter är emellertid att de är en del av ett skeende eller förlopp och utgör avsteg från den önskade funktionen till följd av brister i avloppssystemet.



Varje effekt ger upphov till konsekvenser av olika slag för någon eller några av avloppshanteringens intressenter. Omfattningen av konsekvenserna beror på en rad faktorer. Betydelsen av en marköversvämning är exempelvis beroende av översvämningens storlek och varaktighet, men framför allt av markanvändningen på den aktuella platsen. Betydelsen av ett olämpligt utsläpp är på motsvarande sätt beroende av utsläppt mängd och föroreningstyp, men naturligtvis även i hög grad av recipientens typ, tillstånd och användningsområde.

### 3.4 Utförande

Konsekvensanalysen omfattar två huvudsakliga arbetsmoment. Det första momentet omfattar en inventering av de effekter, som uppträder inom ett aktuellt område till följd av förekommande brister i avloppsvattensystemet. I detta moment ingår dessutom en bedömning av sannolikheten för och omfattningen (storleken) av den aktuella effekten. I det andra momentet studeras - med utgångspunkt från kända eller sannolikt förekommande effekter - de konsekvenser som uppstår för olika intressenter.

Påpekas bör att det ej är den enskilda anläggningsdelen (röret, brunnen, etc) och dess brister, som är av intresse, utan bristernas betydelse för avloppshanteringen som helhet. Denna distinktion mellan orsak och brister å den ena sidan och effekter och konsekvenser å den andra är väsentlig för en rationell och systematisk behandling av avloppsproblemen.

#### 4. KOMPONENTER I ANALYSMETODEN

##### 4.1 Avloppshanteringens intressenter

Samhällets olika intressen i avloppsvattenhanteringen kan sammanföras i följande grupper:

- brukaren
- recipienten
- förvaltningen

Med brukaren avses samhället eller individen som person eller kollektiv. Med recipient avses det vattenområde, som får motta avloppsvattnet. Med förvaltning menas den organisation som ansvarar för avloppshanteringen.

Inom varje intressegrupp kan finnas en rad olika intressen. Således omfattar begreppet "brukaren" aktiviteter såsom boende, handel, industri och trafik samt även samhällseliga funktioner som kyrkor, skolor, sjukhus, brandstationer etc. "Recipienten" omfattar såväl grundvattnet som ytvattnet, vilkas tillstånd naturligtvis måste beaktas ur såväl lokal som regional synpunkt. Förvaltningens uppgift slutligen är att verkställa samhällets målsättning beträffande avloppshanteringen och effektivt arbeta för en optimal användning av tillgängliga resurser.

Det sätt, på vilket intressegrupperna upplever avloppshanteringen, är centralt i konsekvensanalysen. Alla brister och effekter måste således studeras utifrån de konsekvenser de skapar för de olika intressegrupperna.

##### 4.2 Identifiering av brister

Brister kan, som tidigare berörts, förekomma i alla delar av avloppsvattensystemet och ge upphov till effekter av olika slag. Dessa kan uppträda i avloppshanteringens alla steg. Vid en genomgång som avser att identifiera förekommande brister och effekter, måste därför varje enskild anläggningsdel beaktas. Avloppssystemet uppdelas för detta ändamål i följande huvuddelar:

- Anordningar ovan mark, hårdgjorda ytor, diken etc
- Privata anläggningar, serviser etc
- Uppsamlingsanordningar
- Ledningar
- Speciella tekniska anordningar
- Utsläppsanordningar
- Reningsverk

Med anordningar ovan mark avses exempelvis hårdgjorda ytor, diken och öppna utjämningsmagasin. Privata anläggningar kan bestå av servisledningar, spol-, dränerings- och vattenlåsbrunnar, slamavskiljare o dyl.

En uppsamlingsanordning kan utgöras av olika typer av regnvattenbrunnar eller av dikes- och bäckintag. Till uppsamlingsanordningarna kan man även hänföra själva servisanslutningen.

Till begreppet ledningar räknas förutom olika typer av avloppsledningar (spillvatten-, dagvatten-, kombinerade självfalls-, tryck-), i detta sammanhang även brunnar, avstängningsanordningar o dyl.

Med speciella tekniska anordningar förstås anläggningar av typ pumpstation och utjämningsanordning.

Utsläppsanordningar utgörs av bräddavlopp, nödutlopp, utloppsledning samt enklare reningsanläggningar såsom galler och sandfång.

De brister som kan förekomma i de olika anläggningsdelarna tar sig i allmänhet uttryck på något av följande sätt:

- otillfredsställande totalbelastning med avseende på vatten och/eller förorening
- otillfredsställande belastningsvariation med avseende på vatten och/eller förorening
- otillfredsställande kapacitet
- otillfredsställande hastighet
- otillfredsställande standard

Ovanstående otillfredsställande förhållande blir vägledande vid bedömningen av de effekter som uppstår för de olika intressegrupperna.

#### 4.3 Bristernas effekter

Om någon del av avloppssystemet fungerar onormalt, eller om anpassningen mellan belastningen och systemets prestationsförmåga under vissa omständigheter är ogynnsam, uppstår som regel oönskade effekter av något slag. Dessa effekter kan uppträda var som helst i systemet, och i en mängd olika former.

De förhållanden som kan ge upphov till onönskade effekter har redovisats i föregående avsnitt. De effekter, som kan uppträda i samband med avloppsvattenhanteringen har nedan grupperats med hänsyn till vilka olika intressen som berörs.



Effekter av betydelse för brukaren:

- Marköversvämning
- Markförorening
- Källaröversvämning
- Funktionsavbrott
- Erosion
- Sättningar
- Ras
- Lukt
- Gasutveckling

Effekter av betydelse för recipienten:

- Naturlig avrinning
- Dagvattenutsläpp
- Utläckning av spillvatten
- Infiltration
- Bräddavlopp
- Nödutlopp
- Momentana belastningar (avsteg från det normala)
- Totalbelastningen på årsbasis (avsteg från det normala)

Effekter av betydelse för förvaltningen:

- Avsättningar
- Stopp
- Oavsiktlig belastning (inläckning etc)
- Skador
- Olyckor, arbetsmiljö
- Förslitning

Urvalet av effekter har gjorts, så att de flesta situationerna i ett samhälles avloppsvattenhantering skall omfattas. Det är naturligtvis tänkbart att man för vissa speciella situationer måste komplettera ovanstående sammanställning med ytterligare effekter. Med den uppläggning, som tillämpas vid analysens genomförande kan detta göras utan svårigheter.

#### 4.4 Effekternas konsekvenser

De effekter av fysisk karaktär, som förorsakas av brister i avloppssystemet kan medföra nedanstående konsekvenser för de olika intressegrupperna.

Konsekvenser för brukaren:

- Fysiska och psykiska obehag
- Sanitära obehag
- Hälsorisker
- Olycks- och skaderisker
- Begränsningar i användningen av mark, fastigheter och anläggningar

Konsekvenser för recipienten:

- Allmän påverkan
- Påverkan av dricksvattenförsörjning
- Påverkan av bad
- Påverkan av fiske
- Eutrofiering (igenväxning)

Konsekvenser för förvaltningen:

- Underhållsbehov
- Periodiskt skötselbehov
- Beredskapsbehov
- Energibehov
- Kemikaliebehov
- Juridiskt ansvar

Liksom för de i föregående avsnitt behandlade effekterna är det tänkbart att ovanstående sammanställning i vissa speciella fall behöver kompletteras med ytterligare någon eller några konsekvenser. En sådan komplettering medför inga svårigheter vid analysens genomförande.

## 5. BEDÖMNINGSGRUNDER

### 5.1 Sannolikheten av effekter och konsekvenser

Vissa av de effekter och konsekvenser, som beskrivits ovan uppträder kontinuerligt eller periodiskt och är därför normalt kända av allmänheten eller av den tekniska förvaltningens personal. Andra effekter och konsekvenser är av risk-karaktär och förekommer oregelbundet eller tillfälligt under vissa speciella omständigheter.

För att kunna bedöma hur ett avloppsvattensystem fungerar är det naturligtvis av stor vikt att klarlägga, med vilken sannolikhet eller frekvens de olika effekterna och konsekvenserna uppträder. Graden av sannolikhet uttrycks enligt följande skala:

- 0 = Ingen
- 1 = Uppträder med liten sannolikhet
- 2 = Uppträder med viss sannolikhet
- 3 = Uppträder med stor sannolikhet
- 4 = Uppträder med säkerhet

I redovisningen på bifogade textplanscher anges sannolikheten av att ett skeende uppträder eller kan inträffa med en siffra. Av följande exempel framgår att det aktuella skeendet uppträder eller inträffar med stor sannolikhet.

3		
---	--	--

### 5.2 Omfattningen av effekter och konsekvenser

Effekter och konsekvenser av avloppshanteringen är av mångahanda slag och den precisa omfattningen av olika skeenden beskrivs på olika sätt.

I detta skede av utredningen föreligger normalt icke det underlagsmaterial, som erfordras för att ange den exakta omfattningen av olika skeenden under olika omständigheter. Detta är dock heller ingen förutsättning för arbetet.

Konsekvensanalysen syftar i första hand till att urskilja olika skeenden, som i ett större sammanhang är väsentliga och de som tills vidare kan lämnas utan avseende. Liksom för sannolikheten av uppträdande effekter och konsekvenser, beskrivs därför omfattningen av desamma i en femgradig skala enligt följande:



Obetydlig = Förekommer inte, eller endast i obetydlig omfattning  
 Liten = Förekommer i liten omfattning  
 Viss = Förekommer i viss omfattning  
 Stor = Förekommer i stor omfattning  
 Betydande = Förekommer i betydande omfattning

Av följande exempel framgår att det aktuella skeendet, som exemplifierades i förra avsnittet, bedöms vara av liten omfattning.

3	liten	
---	-------	--

### 5.3 Objektivitet i bedömningen

En analys av avloppshanteringen omfattar ett stort antal faktorer, som i många avseenden är otillräckligt kända. Bedömningar rörande förekomsten eller omfattningen av olika skeenden måste därför baseras på mer eller mindre osäkra antaganden. I det följande kommer därför objektiviteten i de olika bedömningarna att redovisas med hjälp av en femgradig skala enligt följande:

- 0 = Bedömningen högst osäker
- 1 = Bedömningen osäker eller baserad på liten erfarenhet
- 2 = Bedömningen baserad på viss erfarenhet
- 3 = Bedömningen baserad på stor erfarenhet
- 4 = Bedömningen baserad på mätningar etc

Av följande exempel framgår att bedömningen av det aktuella skeendet som exemplifierades i de förra avsnittet har gjorts på basis av stor erfarenhet.

3	liten	3
---	-------	---

Att det råder osäkerhet beträffande vissa för avloppshanteringen betydelsefulla faktorer är i sig en viktig uppgift i beslutssammanhang. Ett lågt objektivitetstal skall således ses som ett varningsmärke för beslutsfattaren som skall beaktas i olika ställningstaganden och beslut.

#### 5.4 Exempel på bedömning

För att illustrera den ovan beskrivna bedömningstekniken skall ges ett konkret exempel. Låt oss exempelvis bedöma effekten marköversvämningen inom ett område.

Vid en genomgång av erfarenheterna kring denna översvämning kan följande konstateras:

- Översvämning inträffar med varierande omfattning i medeltal vart femte år och då i samband med kraftigt regn
- Inom översvämningssområdet ligger en väg på vilken en dödsolycka inträffat till följd av s k vattenplaning

Med ledning av dessa förhållanden blir bedömningen av effekten marköversvämning

2	stor	3
---	------	---

Bedömningen visar att effekten uppträder med viss sannolikhet och om så sker i stor omfattning. Bedömningen kan anses grundad på stor erfarenhet.

Den konsekvens som uppkommer till följd av marköversvämningen utgörs främst av olycksrisker. Bedömningen av denna konsekvens blir

2	stor	3
---	------	---

Bedömningen visar att olycksrisken till följd av översvämningar inom detta område är stor. Bedömningen grundar sig på stor erfarenhet.

## 6. REDOVISNING AV AVLOPPSSYSTEMET

### 6.1 Allmänt

Som bakgrund till en detaljerad analys av avloppshanteringen behöver man i första hand en översiktlig orientering om gällande förutsättningar och befintliga förhållanden.

Det är sålunda en fråga om att göra en inventering och insamling av olika uppgifter som har betydelse för avloppshanteringen i ett samhälle. Avsikten med denna inventering är att man skall kunna betrakta enstaka parametrar och omständigheter i ett sötrre sammanhang, och ge dessa rimliga proportioner.

På Textpl. 1 redovisas en schematisk framställning av hela avloppshanteringen och dess problemområden (systemorientering). Den demonstrerar behovet av en samordnad (ej isolerad) problemlösning inom avloppsvattenområdet. Syftet är dessutom att textplanschen skall ge en överblick över verksamheten som helhet och utgöra ett underlag för en systematisk granskning av det urbanhydrologiska förloppet.

De horisontella gröna fälten på planschen illustrerar flödesförloppet inom exempelvis en kommuns etablerade ansvarsområde för vatten och avlopp. De ljusgröna fälten åskådliggör förekomsten av sådana flödesförlopp som kanske inte direkt ingår i verksamhetsområdet men som ändå kan vara av stor betydelse.

Den slutna avledningen i kommunala system tar sin början i den ofärgade rutan under kolumnen "uppsamling". Hit kan man tänka sig att en eller flera av belastningstyperna dagvatten, hushållspillvatten och industrispillvatten är anslutna.

Bokstaven "R" till höger om kolumnen "utsläpp" representerar avloppsreningsverk.

Utöver de med grönt markerade flödesförloppen har textplanschen kompletterats med åtta vertikala gula fält, vilka representerar olika steg i avloppshanteringen. I skärningspunkterna mellan de horisontella och de vertikala fälten har de faktorer angetts, som har betydelse för flödesförloppet i respektive steg av avloppshanteringen. De angivna faktorerna kan närmast betraktas som en form av checklista.



## 6.2 Orientering om undersökningsområdet

När det gäller små och medelstora samhällen bör alla bebyggelseområden omfattas av undersökningen. Undersökningsområdet skall dessutom vara så avgränsat, att ingen yttre påverkan förekommer. Eftersom topografin är bestämmande för dagvattenbelastningen kan även stora, icke bebyggda områden behöva inkluderas. Detta innebär att gränserna för undersökningsområdet kan fastställas först sedan ledningssträckning och topografi studerats närmare.

Erforderligt undersökningsmaterial finns normalt tillgängligt i form av topografiska kartor samt ledningskartor av olika slag. Skulle kartor saknas över delar av ledningsnätet är det naturligtvis angeläget, att företa erforderliga kompletteringar. Det är en fördel om kartmaterialet är sådant, att ledningsnätet med tillhörande upptagningsområde kan studeras sammanhängande. Det kan därför ibland vara motiverat att förändra kartskalen.

När det gäller recipienten kan normalt inga bestämda geografiska gränser dras för påverkan av samhällets avloppshantering. Förutom utsläpp från undersökningsområdet måste här även tas hänsyn till en mängd andra förhållanden, t ex bakgrundsbelastning från jord- och skogsbruk, hamnar etc.

## 6.3 Avrinningsförhållanden - stomplan

En stomplan syftar till att klarlägga avrinningsförhållandena ovan mark samt hur belastningen fördelar sig på olika ledningssträckor.

I en stomplan indelas därför undersökningsområdet i avrinningsområden eller upptagningsområden, som var för sig fungerar utan inverkan från varandra. Det bör framhållas att uppdelningen i delområden blir beroende av vilken typ av ledningssystem man har inom undersökningsområdet. Vid separat avloppssystem avleds spill- och dagvattnet skilda åt. Till följd av pumpning, djupgrävning eller annan manipulering av de naturliga vattendelarna sammanfaller avrinningsområdena för dagvatten i regel inte med upptagningsområdena för spillvatten. För att få en fullständig bild av avrinningsförhållandena måste man därför upprätta två stomplaner, en för dagvattensystemet och en för spillvattensystemet. I de fall ledningssystemet är kombinerat sammanfaller de bägge stomplanerna.

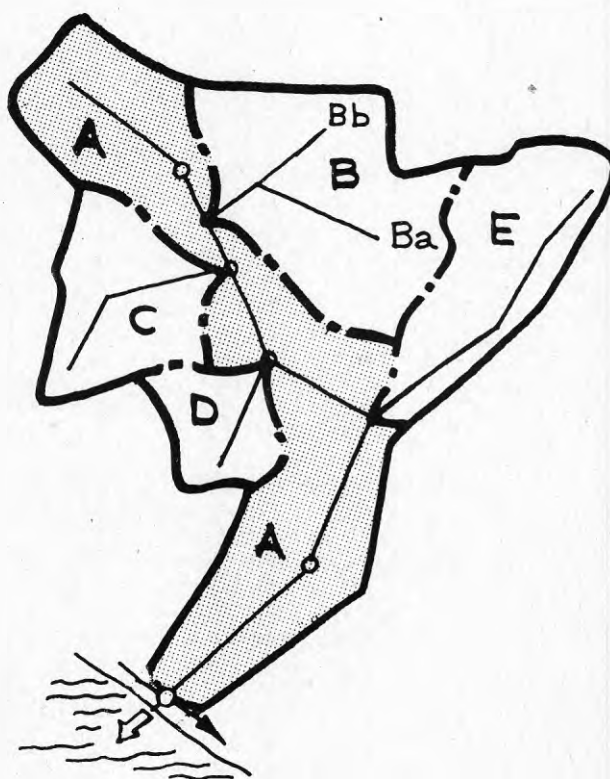
Uppdelning av undersökningsområdet görs så att en huvudsträcka på ledningsnätet särskiljs. Till huvudsträcka väljs den ledning som i nedströmsänden avbördar vatten från hela undersökningsområdet. Huvudsträc-

kans ändpunkt väljs lämpligen vid den längst upp i området belägna punkten räknat i rinntid.

Till huvudsträckan avbördas vatten dels från ett antal anslutna sidoleddningar, s k delsträckor, dels från det lokala upptagningsområdet längs huvudsträckan som är direkt anslutet till denna. Detta senare område ges littera A.

Sedan huvudsträckans avbördningsområde avskilts kan resterande del av undersökningsområdet delas upp i delområden. Detta sker med utgångspunkt från de till huvudsträckan anslutna delsträckorna. Till varje delsträcka hänförs sålunda ett visst delområde, som fungerar utan inverkan från andra områden. Liksom för huvudsträckan är delsträckan den längsta ledningen inom området. Delsträckan slutar där ledningen ansluter till huvudsträckan.

Den delsträcka, som ansluter längst upp på huvudsträckan liksom tillhörande delområde, ges littera B. Övriga delsträckor med tillhörande delområden ges littera C, D osv, i den ordning de ansluter till huvudsträckan. Ett exempel på en stomplan för en del av ett undersökningsområde framgår av Figur 1.



Figur 1

Den beskrivna stomplansindelningen innebär att undersökningsområdet bryts ned i ett antal enheter, som kan betraktas var för sig. Den uppdelning som erfordras för konsekvensanalysen behöver normalt ej vara så omfattande. Stomplanen skall dock göras med den omfattning som erfordras för bedömning av avlopssystemets verkningsätt. En mer detaljerad beskrivning av stomplanen redovisas i delrapport 3(5).

#### 6.4 Undersökningsområdets egenskaper

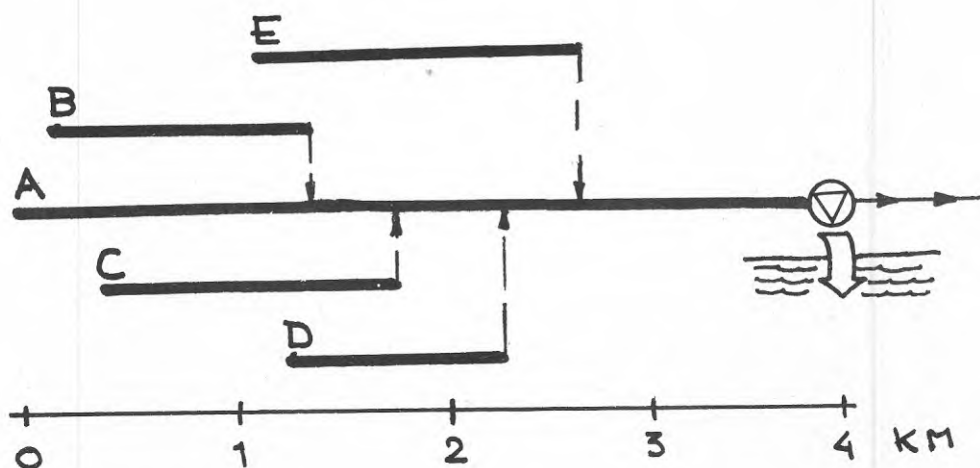
En orientering om undersökningsområdet kan lämpligen omfatta följande uppgifter:

- Läge och areal
- Topografi
- Grundbeskaffenhet
- Hydrologiska förhållanden
- Markanvändning
- Befolkning
- Industri

Det kan här ofta bli fråga om en mer eller mindre rutinmässig insamling och sammanställning av redan tillgängliga uppgifter.

#### 6.5 Avloppssystemet - stomnät

En stomplan ger en relativt god överblick över hur avloppsvatten avleds från olika delar av ett samhälle. För konsekvensanalysen är det i de flesta fall befogat att schematisera avrinningsförhållandena ytterligare. Detta kan ske i form av ett stomnät, se Figur 2.



Figur 2



I stomnätspresentationen bortser man från den geografiska lokaliseringen av enskilda ledningssträckor och tar enbart hänsyn till det transportmässiga inbördes sambandet mellan olika ledningar. De olika ledningssträckorna littereras på samma sätt som i stomplanen.

Tack vare den i stomnätet starkt förenklade presentationen av ledningsnätet är det möjligt att åskådliggöra även sådana förhållanden, som inte så lätt framgår av traditionella ledningskartor. Stomnätet kan således med fördel användas för redovisning av en rad kompletterande uppgifter såsom pumpstationer, utjämningsmagasin, överkopplingar, bräddavlopp, dikesavledning, bäckintag m fl.

En mer utförlig presentation av stomnätet lämnas i delrapport 3(5).

Stomnätspresentationen kan relativt enkelt utvidgas att även omfatta tidsorientering av avrinningsförloppet.

En genomgång av avloppssystemets tekniska utformning bör omfatta inventering av bl a följande förhållanden.

- Öppen avledning
- Privata anläggningar (t ex serviser)
- Uppsamling
- Transportsätt och transportsystem
- Speciella tekniska anordningar
- Utsläpp
- Reningsanläggningar

Inventeringen av befintliga avloppsförhållanden bör i detta skede göras relativt översiktlig. Som tidigare berörts är det ofta tillräckligt att samla in och sammanställa uppgifter som finns tillgängliga på olika håll.

## 6.6 Olika typer av belastningar

Med belastning på ett avloppsvattensystem avses dels hydraulisk belastning, dels föroreningsbelastning, jfr Textpl 1. Med hänsyn till belastningens ursprung och karaktär kan man urskilja följande belastningstyper:

- 1 Dagvatten
- 2 Hushållspillvatten
- 3 Industrispillvatten
- 4 Avloppsvatten från förtättningsområden och spridd bebyggelse
- 5 Avloppsvatten från diffusa källor

De tre förstnämnda belastningstyperna täcker de delar av bebyggelsen, som har ett utbyggt avloppsledningssystem, vanligen inrymt i ett av kommunen förvaltad verksamhetsområde. Det bör noteras, att grund- och dräneringsvatten här inte behandlas som separata belastningstyper, utan hänförs till någon eller några av de tre nämnda. Bestämmande för detta är med vilken annan belastningstyp grund- och dräneringsvattnet samverkar.

För att få en korrekt uppfattning av avloppshanteringens miljömässiga betydelse, måste denna sättas in i sitt sammanhang och studeras mot bakgrund av övriga föroreningskällor, exempelvis belastningstyperna 4,5.

Med förtättningsområden och spridd bebyggelse avses områden, som inte är anslutna till ett centralt avloppsreningsverk. Här ingår bebyggelse och industrier, som är anslutna till spridda behandlingsanläggningar av typ slamavskiljare, emscherbrunn och små andra reningsverk av typ paketverk samt som helt saknar avloppsvattenbehandling.

Med avloppsvatten från diffusa källor avses bl a lakvatten från jordbruks- och skogsbruksmark, hamnverksamhet etc. Det är framför allt dessa belastningstyper som är av betydelse för bakgrundsbelastning i recipienten.

För varje typ av belastning måste man ta hänsyn till dess storlek och förlopp, samt föroreningskällor och föroreningarnas omfattning.

#### 6.7 Recipientens egenskaper

Förhållandena i recipienten är beroende dels av direkta utsläpp till vattenområdet, dels av avrinningsområdets beskaffenhet. För en bedömning av ett vattenområdes status erfordras en mängd parametrar av vilka kan nämnas:

- Strömningsförhållanden
- Utbredning, djup
- Vattenomsättning
- Belastning av organisk substans
- Närsaltbelastning
- Biologiska förhållanden
- Bakteriologiska förhållanden
- Användningsområde

Vid bedömning av undersökningsresultat från ett vattenområde måste observeras att det förekommer stora variationer såväl under året som mellan olika år. Bedömningen måste därför baseras på observationer under en längre tid.

## 7. KONSEKVENSANALYSENS GENOMFÖRANDE

### 7.1 Erfarenhetsinsamling

Erfarenhetsinsamlingen sker lämpligen genom att man i samarbete med representanter för olika tekniska förvaltningar gör en systematisk genomgång av aktuella avloppsförhållanden. Det är härvid viktigt att man verkligen ger sig tid att grundligt diskutera igenom de i analysen ingående faktorerna. Med en bred representation från förvaltningen skapas förutsättningar för en allsidig belysning av avloppshanteringens olika delar.

Praktiskt genomförs erfarenhetsinsamlingen i intervju- eller diskussionsform enligt en särskilt uppgjord mall. Resultaten förs in på formulär, som tagits fram speciellt för detta ändamål. För varje delområde görs först en inventering av de olika fysiska effekter som kan vara av betydelse för de tre intressegrupperna brukaren, recipienten och förvaltningen. På motsvarande sätt analyseras därefter effekternas konsekvenser för respektive intressegrupp.

På Textpl 2 visas ett exempel som tillsammans med nedanstående beskrivning förklarar arbetsgången vid en erfarenhetsinsamling.

Steg 1: Den bedömda omfattningen av fysiska effekter, som kan vara av betydelse för brukaren, recipienten och förvaltningen förs in i ramarna maskerad med B1, R1 respektive F1. Även sannolikheten av att en fysisk effekt kan förekomma samt objektiviteten vid bedömningen förs in i dessa ramar, jfr avsnittet bedömningsgrunder.

Steg 2: Inom ramarna B2, R2 och F2 görs nu en bedömning av vilka anläggningsdelar, som kan ge upphov till de fysiska effekter, som kommit fram under steg 1. För brukaren och förvaltningens del görs vidare en bedömning av huruvida de aktuella anläggningsdelarnas utformning och/eller kondition är den troliga orsaken till uppkomna fysiska effekter. För recipientens del klarläggs hur omfattningen av olika fysiska effekter är mängdbestämda exempelvis huruvida parametern utläckning är bedömd med avseende på totalmängd eller km ledning.

Steg 3: Inom ramen B3 görs nu en bedömning av i vilken grad olika brukargrupper dvs boende, handel etc påverkas av de tekniska effekterna, som kommit fram under steg 1. På motsvarande sätt görs inom ramen R3 en bedömning av omfattningen av de parametrar (BS<sub>7</sub>, SS etc) som karakteriserar det avloppsvatten som är



föremål för bedömning. Omfattningen av innehållet kan vara baserad på exempelvis koncentration, totalmängd etc.

Steg 4: I detta steg görs en bedömning av i vilken grad de fysiska effekterna, som kommit fram i steg 1, ger upphov till sociala, miljömässiga och ekonomiska konsekvenser för de tre intressegrupperna brukaren, recipienten (lokalt och regionalt) resp. förvaltningen. Omfattning av de olika konsekvenser som förekommer registreras inom ramarna B4 (brukaren), R4L (recipienten lokalt), R4R (recipienten regionalt) samt F4 (förvaltningen). Även sannolikheten av att en konsekvens kan uppträda samt objektiviteten vid bedömningen förs in i ovan nämnda ramar, jfr avsnittet bedömningsgrunder.

Genom att de bedömningar som framkommit enligt det närmast föregående "summeras" horisontellt, kan de olika konsekvensernas fördelning inom delområdet bedömas.

Steg 5: Sedan samtliga delområden inom undersökningsområdet behandlats enligt steg 1-4 och uppgifterna registrerats på formulär enligt Textpl. 3, sammanställs de aktuella uppgifterna från samtliga delområden på ett särskilt formulär se Textpl 4.

Konsekvensanalysen har baserats på sambandet "brist" i avloppssystemet, "fysiska effekter" av avloppshanteringen och "konsekvenser" för de olika intressegrupperna.

Arbetsgången vid utvärdering av analysmaterialet är emellertid inte låst till någon speciell ordningsföljd utan de olika sambanden kan studeras allt efter omständigheter och behov.

## 7.2

### Utvärdering

De "summerade" sammanfattande bedömningarna av effekter och konsekvenser inom varje delområde sammanställs på formulär som gäller hela undersökningsområdet, jfr Textpl. 4. Genom dessa sammanställningar får man en översiktlig bedömning av avloppsvattenhanteringen ur teknisk synpunkt samt dess konsekvenser för brukare, recipient och förvaltning.

De sammanfattande konsekvenserna för hela undersökningsområdet skall vägas inbördes och läggas till grund för ställningstaganden beträffande målsättning, utredningsbehov och prioriteringar. De konsekvenser som avloppshanteringen medför blir därmed

grundläggande för de krav som bör ställas på avloppssystemets funktion. Då sådana krav inte uppfylls övergår konsekvenserna till olägenheter, som bör åtgärdas. Om kraven ändras till följd av föränderliga värderingar kan konsekvenser, som tidigare ej varit olägenheter, övergå i sådana. De uppställda kraven är därför grundläggande för all vidare utredning rörande avloppsvattensystemet.

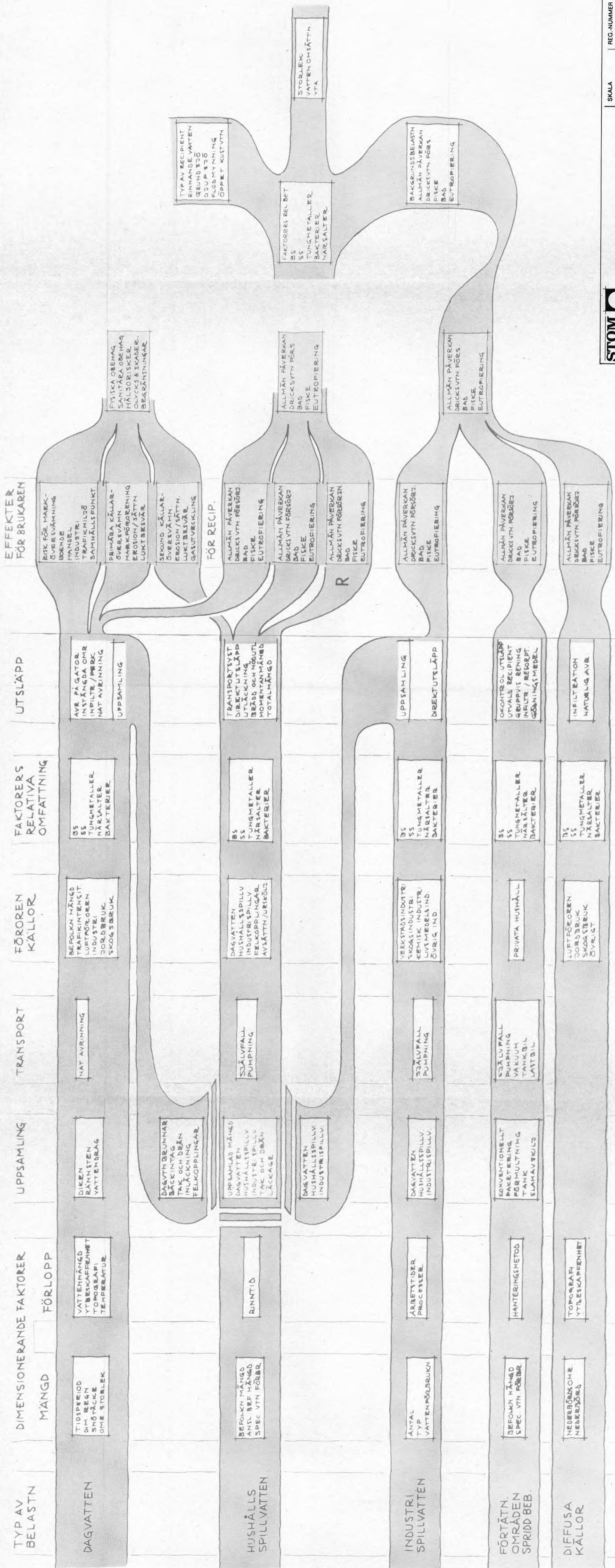
De olika fysiska effekter och konsekvenser, som redovisats med den här ovan beskrivna analysmetoden utgör underlag för bedömning av vilka delområden som kan anses ha ett tillfredsställande avloppssystem samt vilka delområden som bör bli föremål för ytterligare studier.

Med hjälp av konsekvensanalysen är det möjligt att knyta samman olika uppträdande konsekvenser med bakomliggande effekter. Man kan gå ett steg vidare och även återföra effekterna till den anläggningsdel inom ett visst delområde där motsvarande brist bör sökas.

Det bör påpekas att alla beslut utifrån bedömningar med konsekvensanalysen måste fattas med hänsynstagande till den objektivitet med vilken bedömningarna gjorts.



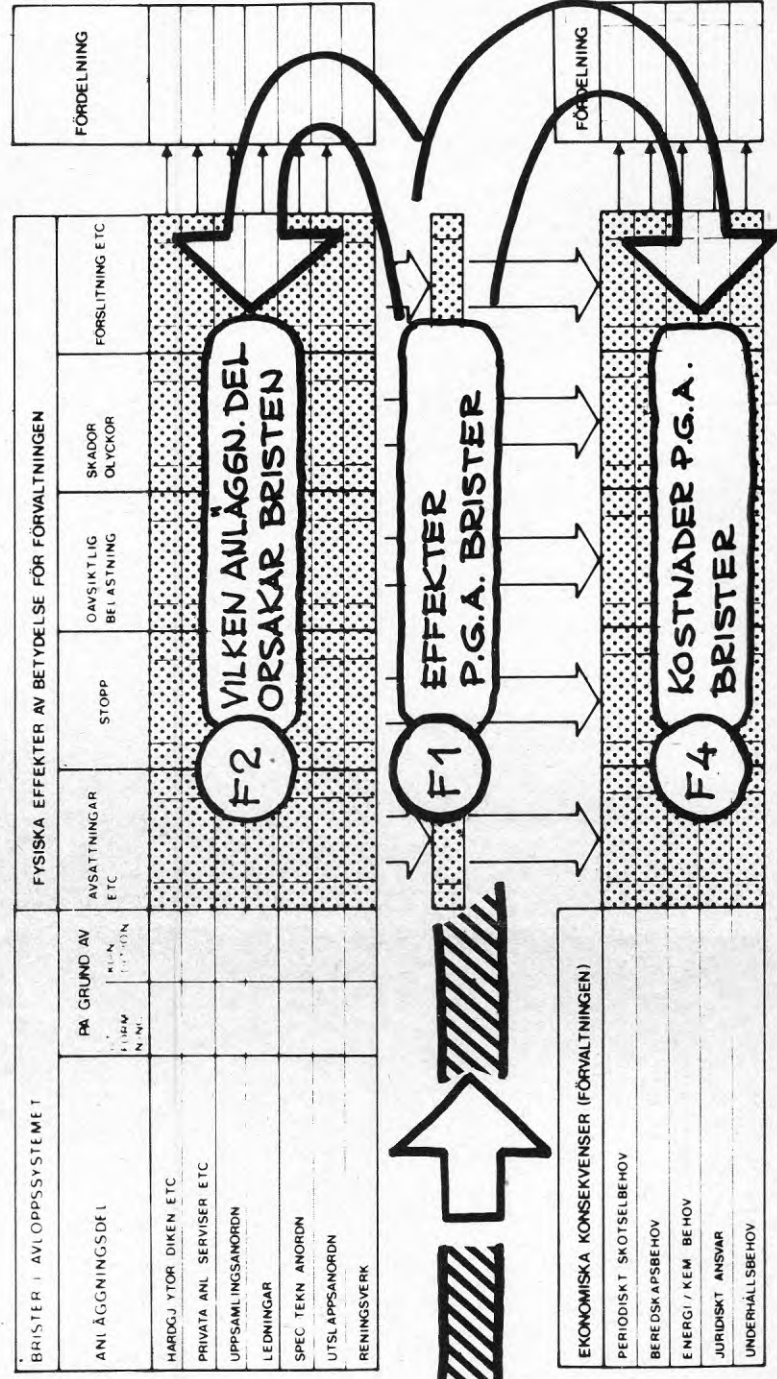
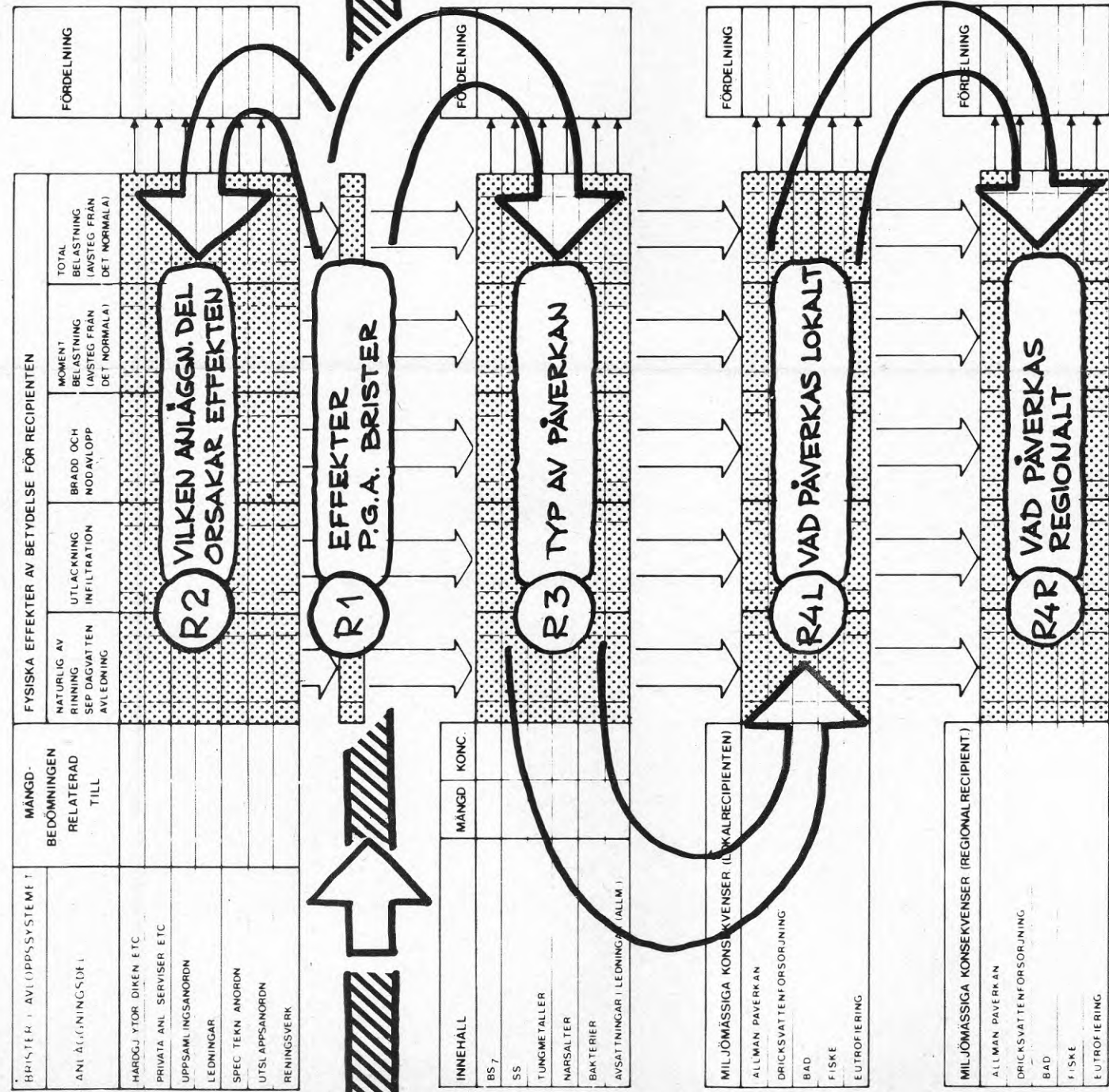
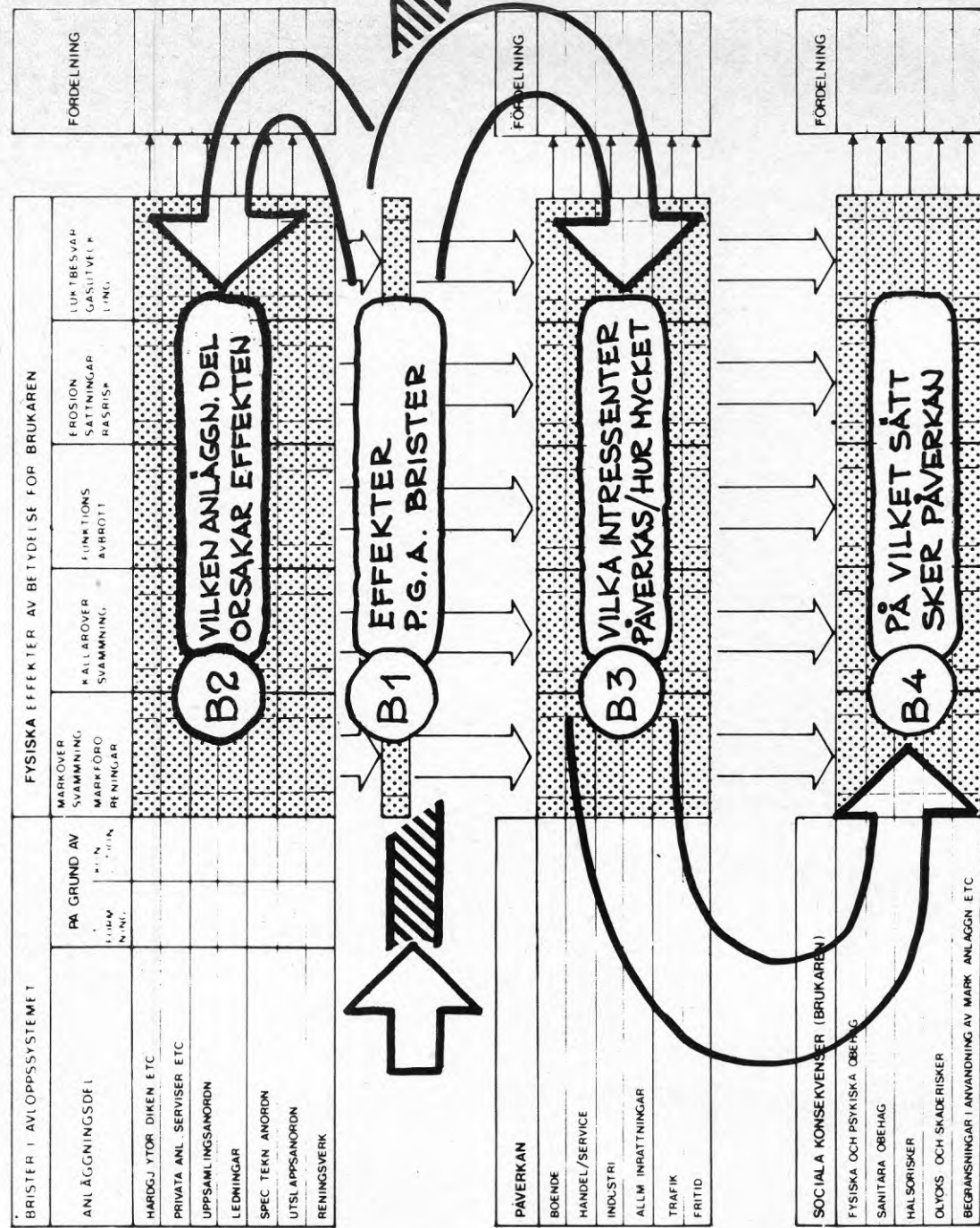












SANNOLIKHETEN AV  
 0 - INGEN  
 1 - LITEN  
 2 - VISS  
 3 - STOR  
 4 - MED SÄKERHET

1  2  3  4

OMFATTNINGEN AV  
 0 - INGEN ELLER OBEYDNING  
 1 - LITEN  
 2 - VISS  
 3 - RELATIVT STOR  
 4 - BETYDLIG

1  2  3  4

OBJEKTIVITET I BEDÖMNINGEN  
 0 - HÖGST OSÄKER  
 1 - LITEN ERFARENHET  
 2 - VISS ERFARENHET  
 3 - STOR ERFARENHET  
 4 - MATNINGAR UTREDNINGAR ETC

0  1  2  3  4











FYSISKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR BRUKAREN					
Område	Markovetsvämning Markföreningar	Kallårover- svämning	Funktions- avbrott	Erosion Sättningar Rasrisk	Luktbesvär Gasutveckling
Lokalomr. A från A00.00 till A18.09					
Lokalomr. A från A18.09 till A34.09					
Lokalomr. A från A34.09 till A44.00					
Delområde B					
Delområde C					
Delområde D	3 VISS 3 3 VISS 2 / OBET. 3 3 STOR 3 / OBET. 3				
Delområde E					
Delområde F					
Lokalområde Ga till Ga22.30					
Lokalomr. från Ga 22.30 till Ga34.09					
Lokalområde Gb					
Lokalområde Gc					
Lokalområde Gd					
Lokalområde Ge					
Lokalområde Gf					
Lokalområde Ha					
Lokalområde Hb					
Lokalområde Hc					

FYSISKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR RECIPIENTER				
Område	Naturlig avrinning Sep. degvatten- avledning	Utläckning, Infiltration	Bradd- och nödavlopp	Totalbelastning (avsteg från det normala)
Lokalomr. A från A00.00 till A18.09				
Lokalomr. A från A18.09 till A34.09				
Lokalomr. A från A34.09 till A44.00				
Delområde B				
Delområde C				
Delområde D	/ OBET 3 / LITEN 3 2 STOR 3 3 STOR 4 3 STOR 3			
Delområde E				
Delområde F				
Lokalomr. från Ga 22.30 till Ga34.09				
Lokalområde Gb				
Lokalområde Gc				
Lokalområde Gd				
Lokalområde Ge				
Lokalområde Gf				
Lokalområde Ha				
Lokalområde Hb				
Lokalområde Hc				

FYSISKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR FÖRVALTNINGEN					
Område	Avsättningar etc.	Stopp	Oavsiktlig belastning	Skador olyckor	Forsiktningar etc.
Lokalomr. A från A00.00 till A18.09					
Lokalomr. A från A18.09 till A34.09					
Lokalomr. A från A34.09 till A44.00					
Delområde B					
Delområde C					
Delområde D	/ OBET 2 / OBET 3 3 STOR 3 3 VISS 3 2 OBET 2				
Delområde E					
Delområde F					
Lokalområde Ga till Ga22.30					
Lokalomr. från Ga 22.30 till Ga34.09					
Lokalområde Gb					
Lokalområde Gc					
Lokalområde Gd					
Lokalområde Ge					
Lokalområde Gf					
Lokalområde Ha					
Lokalområde Hb					
Lokalområde Hc					

PÅVERKAN				
Boende	Handel Service	Industri	Allmänna inrättningar	Trärik Fritid
3 VISS 2 3 VISS 2				3 VISS 3

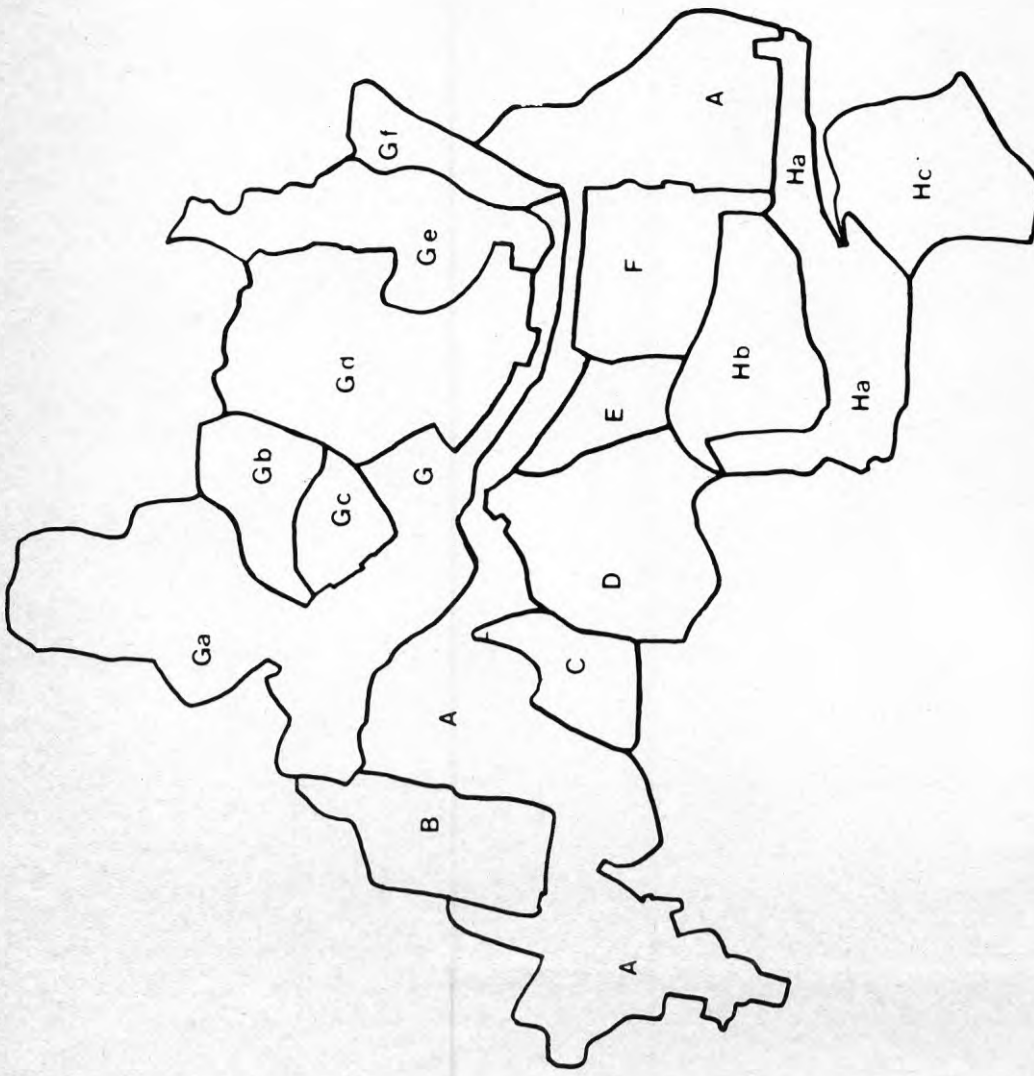
MILJÖMÄSSIGA KONSEKVENSER, LOKALRECIPIENTEN				
Allmän påverkan	Dricksvatten- försörjning	Bad	Fiske	Eutrofiering
2 STOR 3			2 VISS 2 2 VISS 1 3 VISS 3	

FÖRDELNING PÅ ANLÄGGNINGSDELAR				
Härda ytor Öppen mark Diken etc.	Uppsamlings- anordningar	Huvudledn. (1) Serviser (2)	Speciella tekniska an- ordningar	Utslapps- anordningar
		3 STOR 3		

SOCIALA KONSEKVENSER				
Fysiska och psyssiska oobehag	Sanitära oobehag	Hälsorisker	Olycks- och skaderisker	Begräns. i använd- ning av mark. anl. etc.
3 VISS 2 2 LITEN 1			3 VISS 3 2 VISS 2	

MILJÖMÄSSIGA KONSEKVENSER, REGIONALRECIPIENTEN				
Allmän påverkan	Dricksvatten- försörjning	Bad	Fiske	Eutrofiering
1 LITEN 2			1 LITEN 2 3 VISS 3	

EKONOMISKA KONSEKVENSER FÖR FÖRVALTNINGEN				
Periodiskt skotelsebehov	Beredskaps- behov	Energi och kem. behov	Jur. ansvar	Underhålls- behov
3 VISS 3 2 LITEN 2 3 STOR 3 3 VISS 3 2 VISS 3				7



STOM SYSTEMET

STOM SYSTEMET

STOM SYSTEMET

**STOM SYSTEMET**

**KONSEKVENSANALYS**

**SAMMANSTÄLLNING**

SKALA: \_\_\_\_\_

REG-NUMMER: **50856**

RIITN-NUMMER: **TEXTPL. 4**

DATUM: \_\_\_\_\_

SIGN: \_\_\_\_\_

STOM SYSTEMET





STOMSYSTEM

3 (5) - RESURSANALYS

Befintliga avloppssystem - Metoder  
för värdering av olägenheter och  
åtgärder



## INNEHÅLL

	Sid
1. BAKGRUND	1
2. INLEDNING	3
2.1 Allmänt	3
2.2 Dimensioneringsprinciper för nya ledningar	3
2.3 Befintliga ledningssystemens prestationsförmåga	4
2.4 Åtgärder i befintliga avloppssystem	5
3. BEHOVET AV ANALYSMETOD	6
3.1 Allmänt	6
3.2 Krav på analysmetoden	6
4. AVLOPPSANLÄGGNINGEN	9
4.1 Allmänt	9
4.2 Avloppsanläggningens transportdel	9
4.3 Avloppsanläggningens reningsdel och recipientdel	10
5. BELASTNING PÅ AVLOPPSANLÄGGNINGEN	11
5.1 Allmänt	11
5.2 Hushållspillvatten	11
5.3 Industrispillvatten	12
5.4 Grund- och dräneringsvatten	12
5.5 Dagvatten	13
5.6 Övrig belastning	14
6. RESURSANALYS MED STOMSYSTEMET	15
6.1 Allmänt	15
6.2 Stomsystemet	15
6.3 Stomplan	16
6.4 Stomnät	20
6.5 Stomtabeller	21
6.6 Basflödesprofil	22
6.7 Relativ ledningskapacitet	24
6.8 Analys av flödesförloppet	26

	Sid
7. PLACERING AV UTJÄMNINGSMAGASIN	28
7.1 Allmänt	28
7.2 Situationen idag	28
7.3 Omfördelning av belastningen	28
7.4 Samlad utjämning	29
7.5 Spridd utjämning	29
7.6 Magasinsvolymens påverkan av placeringen	30
8. TILLÄMPNING AV STOMSYSTEMET	35
8.1 Allmänt	35
8.2 Tillämpningsområden	35
8.21 Informationsbehandling	35
8.22 Funktionen av befintliga ledningssystem	35
8.23 Varierande belastning på systemet	36
8.24 Ledningssystemets relativa kapacitet	36
8.25 Planering av åtgärder	36
8.26 Redovisning	36

### Bilagor

	Nr
Exempel på Ledningsdata	1
" " Reduktionstabell	2
" " Stomtabell, Red areor	3
" " Basflödestabell	4





50856  
BFR - GBG Komb system

1. BAKGRUND

Föreliggande rapport ingår som del 3 i slutredovisningen av forskningsprojektet "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och kostnader". Projektet, som samfinansieras av Statens råd för byggnadsforskning, Göteborgs VA-verk och VBB, har pågått sedan 1976. Projektet redovisas i följande delrapporter.

- 1(5) Bakgrund och sammanfattning
- 2(5) Konsekvensanalys
- 3(5) Resursanalys
- 4(5) Nyttokostnadsanalys
- 5(5) Praktisk tillämpning

I delrapport 1(5) redovisas bakgrunden till forskningsprojektet samt lämnas en del sammanfattande synpunkter på hur resultatet skall användas.

I delrapport 2(5) behandlas de oönskade effekter som kan uppstå till följd av samhällets avloppshantering. Den redovisar hur dessa effekter kan identifieras och sammanställas. Vidare studeras vilka konsekvenser de olika effekterna kan medföra.

Förekommande effekter och konsekvenser kan ibland motivera en mer detaljerad genomgång av det aktuella avloppssystemet. I föreliggande delrapport 3(5) presenteras en metod speciellt anpassad för en sådan genomgång. Metoden karaktäriseras av att den hydrauliska belastningens ursprung spåras och följs genom hela flödesförloppet.

För att rätt kunna bedöma och välja saneringsåtgärder är det ibland nödvändigt att använda sig av en värderingsteknik som beskriver nyttan av alternativa åt-

gärder och som belyser förhållandet mellan nytta och kostnad. I delrapport 4(5) redovisas hur en sådan teknik kan utformas.

I delrapport 5(5) slutligen ges ett exempel på tillämpning av de i de 4 övriga delrapporterna redovisade analysmetoderna.

## 2. INLEDNING

### 2.1 Allmänt

Allmänna vatten- och avloppsledningar började i vårt land byggas för ungefär 100 år sedan. I större tätorter utnyttjar man till viss del fortfarande ledningar från förra århundradet - detta trots att avloppsledningars tekniska livslängd normalt brukar anges till 50 år. De idag befintliga kommunala avloppsledningssystemen har alltså vuxit fram under mycket lång tid och under skiftande förhållanden. Det kan i detta sammanhang anmärkas att man fram till 1940-talet i regel byggde avloppsledningar enligt det kombinerade systemet med gemensam avledning av spill- och dagvatten medan man från omkring 1950 nästan uteslutande gått in för det separerade systemet. Detta förhållande gör att olika delar av samma ledningsnät ofta uppvisar stora skillnader ifråga om såväl standard som prestationsförmåga. Denna komplexa uppbyggnad gör det ofta svårt att överblicka och få ett grepp om avloppssystemets funktion.

### 2.2 Dimensioneringsprinciper för nya ledningar

Man kan av ekonomiska skäl inte dimensionera dagvattenförande ledningar för de största förväntade regnen. En återkommande överbelastning av ledningarna blir därför en kalkylerad risk som beaktas vid beräkningen av ett avloppssystem. Teoretiskt dimensioneras ledningssystemet så att den sammanlagda kostnaden för investering, drift och uppträdande skador minimeras.

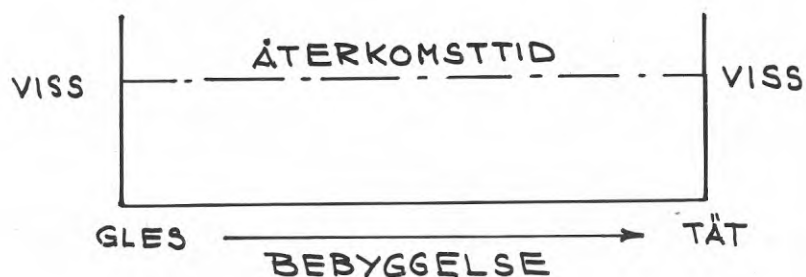
Om man förutsätter att skadorna av en översvämning blir allvarligare ju tätare bebyggelsen är skulle det vara rimligt att dimensionera ledningssystemet enligt Figur 1.



Figur 1 Önskvärd återkomsttid vid olika grader av bebyggelse



I praktiken saknas emellertid närmare kännedom om risken för uppträdande skador. De dagvattenförande ledningarna dimensioneras därför ofta med utgångspunkt från ett schablonmässigt valt dimensionerande regn, dvs regn med en viss återkomsttid, se Figur 2.



Figur 2 Schablonmässigt vald återkomsttid vid olika grad av bebyggelse

### 2.3

#### Befintliga ledningssystemens prestationsförmåga

Den ovan beskrivna utvecklingen på ledningssidan har medfört att belastningen på våra befintliga avloppssystem ganska ofta avviker från den teoretiskt önskvärda. En ständigt ökande andel hårdgjorda ytor har inneburit en minskad naturlig infiltration och en totalt sett större volym avrinnande dagvatten. I och med att dagvattnet i högre grad än tidigare avleds i slutna ledningar har avrinningen fått ett snabbare förlopp.

Den ökade belastningen drabbar i allmänhet de äldre centrala delarna av ett samhälle som har den tätaste bebyggelsen. I de nyare ytterområdena däremot är ledningarna ofta medvetet överdimensionerade för att möjliggöra anslutning av framtida planerad bebyggelse. Kapaciteten hos ett befintligt avloppssystem får därför vanligen följande principiella utseende, jfr Figur 3.



Figur 3 Vanligt förekommande faktisk återkomsttid inom olika delar av ett avloppsnät

Den i Figur 3 redovisade situationen är således raka motsatsen till vad man enligt Figur 1 teoretiskt eftersträvar. Som tidigare berörts är orsaken till detta att de centrala delarna av avloppssystemet vanligen planerats under helt andra förutsättningar än de som gäller idag.

#### 2.4

##### Åtgärder i befintliga avloppssystem

Utformningen av våra befintliga avloppssystem medför ofta både ekonomiska och miljömässiga olägenheter, vars betydelse ökar med stigande kostnader för avloppsvattenhanteringen och de ökade kraven på vår miljö. Intresset för avloppssystemets funktion har därför under senare år rönt ett allt ökande intresse. Den primära målsättningen har därvid varit att försöka komma tillrätta med de uppträdande olägenheterna.

Situationen idag är således den att man behöver gå in och på olika sätt manipulera våra befintliga avloppssystem för att förbättra dessas funktion. Man måste vid varje övervägande om saneringsåtgärder vara medveten om och respektera systemets mycket komplexa uppbyggnad. Varje åtgärd måste alltså föregås av en noggrann analys av hur flödesförloppet i olika delar av ledningssystemet påverkas.

När det gäller åtgärder i befintliga avloppssystem kan man i princip tänka sig två olika möjligheter. Antingen måste ledningssystemet genom olika ombyggnadsåtgärder anpassas till aktuell belastning eller också måste belastningen anpassas till det befintliga ledningssystemet. Det senare kan exempelvis ske genom styrning och kontroll av påsläppen till systemet.

### 3. BEHOVET AV ANALYSMETOD

#### 3.1 Allmänt

För att kunna bedöma var i ett avloppssystem en saneringsåtgärd bör sättas in samt för att möjliggöra analys av olika alternativa åtgärders effekt krävs en beräkningsmodell, som förmår beskriva avrinningsförloppet så fullständigt som möjligt. Med hänsyn till de befintliga avloppssystemens komplexa uppbyggnad räcker det inte att enbart analysera förhållandena på en isolerad ledningssträcka. För att få en bild av hur olika delar av avloppsnätet samverkar är det nödvändigt att betrakta avloppssystemet i ett större sammanhang. Detta kräver emellertid en hel del beräkningsarbete, vilket lämpligen utförs med utnyttjande av dator.

Intresset för matematiska modeller inom dagvattentechniken har under senare år ökat kraftigt och flera datormodeller för analys av befintliga avloppsnät finns nu tillgängliga. Av de som börjat tas i praktiskt bruk här i landet kan nämnas:

- SWMM
- STORM
- ILLUDAS
- NIVA-modellen
- CTH-modellen

Varje beräkningsmodell har naturligtvis sina speciella för- och nackdelar, vilka gör dem mer eller mindre attraktiva inom olika tillämpningsområden.

När det gäller analys av befintliga avloppsnät bör man ställa vissa speciella krav på den utnyttjade beräkningsmodellen. I det följande skall dessa beröras närmare.

#### 3.2 Krav på analysmetoden

En metod för analys av befintliga avloppssystem måste vara så uppbyggd att det går att studera relativt stora avrinningsområden i ett sammanhang. Detta är nödvändigt för att klara ut hur avrinningen från olika delområden samverkar tidsmässigt.

Som tidigare berörts kan åtgärder i befintliga avloppsnät i princip delas upp i följande två grupper:



- Anpassning av ledningsnätet till aktuell belastning
- Anpassning av belastningen till befintligt ledningsnät

De analysmetoder som för närvarande finns tillgängliga är i första hand inriktade på den första av dessa bägge åtgärdsgrupper. Man kan således med hjälp av SWMM- eller ILLUDAS-modellerna med relativt god noggrannhet beräkna belastningen i olika delar av ledningsnätet. Detta innebär att man kan få en uppfattning om vilka ledningsavsnitt eller anläggningsdelar som inte har tillräcklig kapacitet i ett avloppssystem. Vad som saknas i de nuvarande beräkningsmodellerna är en överskådlig presentation av resultatet. Eftersom alla uppgifter i princip finns tillgängliga blir detta kanske mer en fråga om presentationsteknik. Med hänsyn till att beräkningsresultatet skall utgöra underlag vid val av saneringsåtgärder är det dock angeläget med en överskådlig och lättolkad presentation av hela undersökningsområdet.

När det gäller den andra åtgärdsgruppen - anpassning av belastningen till befintligt ledningsnät - finns egentligen ingen direkt tillämpbar analysmetod. Vad man i detta fall primärt är ute efter är att få reda på inom vilka delområden och på vilket sätt den hydrauliska belastningen måste påverkas för att det befintliga avloppssystemet skall kunna utnyttjas mer effektivt. För detta krävs att man i en godtycklig punkt i avloppssystemet skall kunna spåra belastningens geografiska ursprung under hela avrinningsförloppet. Detta kan i princip ske genom att sätta "adresslappar" på avrinnande vatten från varje delområde under varje tidssteg.

Utöver vad som sagts ovan bör en modell för analys av befintliga avloppssystem bli a uppfylla följande villkor:

- Modellen bör vara lättillgänglig för brukaren
- Modellen skall kunna användas både för stora och små avrinningsområden
- För att vinna i överskådlighet bör flödesförloppet i ledningssystemet kunna illustreras grafiskt
- Modellen skall kunna anpassas till en successivt höjd kunskapsnivå i framtiden beträffande avrinningsförloppet
- Modellen skall medge valfrihet vid val av saneringsåtgärder

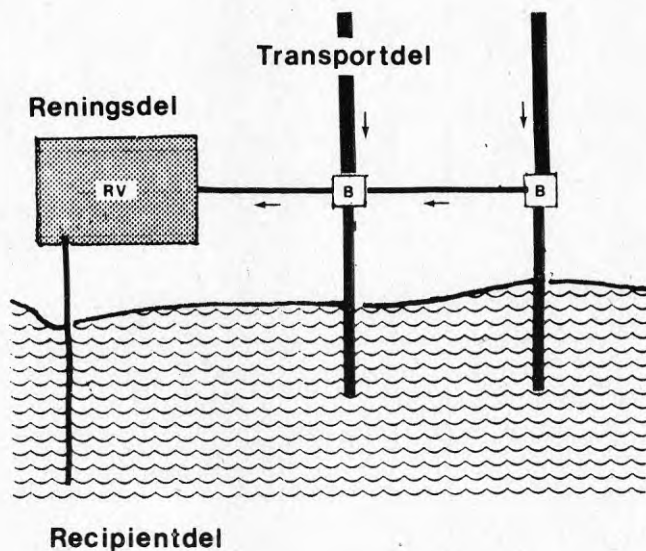
- Med utgångspunkt från en observerad olägenhet skall den eller de bakomliggande orsakerna kunna spåras
- För att undvika tidsödande beräkningsarbete skall analysen kunna göras med dator

Längre fram i denna rapport kommer en analysmetod att presenteras som uppfyller flertalet av de ovan uppställda villkoren. Dessförinnan skall dock ägnas en del utrymme åt själva avloppsanläggningen samt de olika typer av belastningar som kan förekomma.

#### 4. AVLOPPSANLÄGGNINGEN

##### 4.1 Allmänt

Avloppsanläggningen i en kommun kan i stort sett sägas omfatta en transportdel, en reningsdel och en recipientdel, jfr Figur 4



Figur 4 Avloppsanläggningens olika delar

Det primära syftet med ett avloppssystem är att ta hand om och oskadliggöra avloppsvattnet från ett samhälle. Detta skall ske till ett minimum av sanitära obehag, hälsorisker och andra olägenheter för avloppshandlingens olika intressegrupper, dvs brukaren, recipienten och förvaltningen.

Transportdelen, som förutom avloppsledningar inkluderar pumpstationer, utjämningsmagasin, bräddavlopp och liknande anläggningar, har till uppgift att samla upp och transportera olika slag av avloppsvatten från brukaren till recipienten. Detta kan ske via avloppsanläggningens reningsdel eller direkt till recipienten. Det kan i detta sammanhang noteras att belastningen på såväl reningsdel som recipientdel härrör från transportdelen. Avloppsanläggningens funktion blir därför i stor utsträckning beroende av flödesförloppet i transportdelen.

##### 4.2 Avloppsanläggningens transportdel

Som berörts i inledningen har de idag befintliga avloppsledningsnäten i regel vuxit fram under lång tid. Eftersom de ekonomiska resurserna och det tekniska kunnandet skiftat under åren samtidigt som samhällets ambitioner och målsättningar successivt förändrats, är de befintliga ledningssystemen ofta ganska komplext uppbyggda. Detta har resulterat i att anläggningen



inte fungerar så effektivt som man kanske skulle önska. Med hänsyn till systemets struktur är det dock relativt svårt att få en överblick över konsekvensen av olika saneringsåtgärder. Man nödgas därför ofta göra ingrepp i ledningssystemet mer "på känn" än efter en objektiv analys av avrinningsförhållandena.

Ett effektivt utnyttjande av befintliga kombinerade ledningsnät innebär att man tar till vara de möjligheter som finns till magasinering och fördröjning av flöden i systemet. Man måste därvid i princip betrakta hela ledningssystemet som ett enda samverkande utjämningsmagasin. Genom lämplig reglering eller styrning av flödesförloppet kan man få ett bättre kapacitetsutnyttjande av de befintliga anläggningsdelarna. Man måste dock vara medveten om att ledningsnätet i regel byggts ut för att snabbt transportera avloppsvatten genom avrinningsområdet. För att inte drabbas av oönskade negativa effekter måste varje manipulering av systemet föregås av en noggrann analys av åtgärdernas fullständiga konsekvenser.

#### 4.3 Avloppsanläggningens reningsdel och recipientdel

Som berörts ovan är det avloppsanläggningens reningsdel och recipientdel som kommer att få ta emot belastningen från transportdelen. Vid planering av åtgärder i transportdelen är det därför nödvändigt att ta hänsyn till hur stor belastning reningsverket respektive recipienten kan ta emot. Det bör alltså i stor utsträckning vara förhållandena i de bägge sistnämnda anläggningsdelarna som avgör hur långt en sanering av ledningsnätet skall drivas.

## 5. BELASTNING PÅ AVLOPPSANLÄGGNINGEN

### 5.1 Allmänt

Med belastning på en avloppsanläggning avses i detta sammanhang dels hydraulisk belastning, dels föroreningsbelastning. Inom tätbebyggda områden brukar man med hänsyn till belastningens ursprung och karaktär särskilja följande tre belastningstyper:

- Hushållspillvatten
- Industrispillvatten
- Dagvatten

Det kan anmärkas att grund och dräneringsvatten här inte tagits upp som separata belastningstyper utan hänförts till någon eller några av de tre nämnda. Bestämmande härför är med vilken annan belastningstyp detta vatten samverkar.

För analys av flödesförloppet i ett ledningssystem måste man ta hänsyn till de olika belastningarnas storlek och variation. När det gäller variationerna kan dessa vara dels kortvariga av tillfällig eller rytmisk karaktär, dels långvariga som i många fall kan prognosticeras. I det följande skall de olika belastningstyperna kortfattat beröras närmare. Grund- och dräneringsvattnet kommer, trots att det inte utgör en egen belastningstyp, därvid att behandlas separat.

### 5.2 Hushållspillvatten

Mängden spillvatten bestäms i princip av vattenkonsumtion i ett samhälle. Den specifika hushållskonsumtionen brukar för svenska tätorter normalt ligga i intervallet 150-300 l/p·dygn. På grund av läckage, trädgårdsbevattning och liknande kommer i genomsnitt endast 80-90 % av denna mängd att belasta spillvatten-nätet.

Spillvattenavrinningen uppvisar en karakteristisk dygnsrytm där maximivärdet uppnås mitt på dagen och minimivärde på efternatten. Maximiavrinning är i allmänhet inte lika utpräglad i större samhällen som i mindre. Förklaringen härtill är att magasineringen blir större i ett längre ledningsnät och att sammanlagringen av tappningarna från ett större antal fastigheter verkar i utjämnande riktning.

Spillvattenavrinningen uppvisar även en viss säsongsvariation. Av betydelse i detta sammanhang är framför allt semester- och helgperioder.

### 5.3 Industrispillvatten

Mängden industriellt avloppsvatten varierar inom mycket vida gränser. För uppskattning av spillvattenavrinningen är det därför i princip nödvändigt att detaljstudera varje enskild industri. Detta bör ske med avseende på bl a följande faktorer:

- Vattenförbrukning
- Utsläppets fördelning under dygnet
- Eventuella utsläpp av kyl- eller processvatten till dagvattensystemet
- Helg- och semesteruppehåll
- Industrispillvattnets föroreningsinnehåll

När det gäller industriområden med små och medelstora företag utan dominans av någon speciellt vattenförbrukande industri kan avloppsvattenmängden bestämmas mer schablonmässigt.

### 5.4 Grund- och dräneringsvatten

För bedömning av grund- och dränvattenavrinningen är det nödvändigt att ta hänsyn till lokala geohydrologiska förhållanden samt aktuell bebyggelsetyp. Av speciell betydelse i detta sammanhang är markens vattengenomsläpplighet samt ledningarnas läge i förhållande till grundvattenytan.

Dräneringsvatten från husgrunder och motsvarande tillförs ledningsnätet avsiktligt genom särskilda dränledningar. Dessa kan beroende på avloppsledningarnas nivåläge tillföras antingen spillvatten- eller dagvattensystemet.

När det gäller övrigt grundvatten däremot tillförs detta i allmänhet ledningsnätet oavsiktligt genom otäta fogar eller på annat sätt defekta ledningar. Bland de faktorer som kan ha betydelse för grundvatteninläckningens storlek kan nämnas:

- Ledningsnätets ålder
- Fogtyp
- Arbetets utförande
- Grundläggning
- Ledningsmaterialalets egenskaper



- Markens genomsläpplighet
- Grundvattenytans läge

Hur dessa olika faktorer påverkar inläckning är ofullständigt känt. Man måste därför vara försiktig med att dra generella slutsatser med ledning av ett alltför begränsat urval av dessa faktorer.

### 5.5 Dagvatten

För att kunna beräkna dagvattenavrinningen krävs kännedom dels om nederbörden, dels om avrinningsområdet. Beroende på vilken metod som utnyttjas kan dagvattenflödena beräknas med varierande noggrannhet. Hittills har dagvattenberäkningar i stor utsträckning gjorts med utnyttjande av den sk rationella metoden. Metoden, som innebär att avrinningsförloppet starkt förenklats, ger speciellt för större områden otillräcklig noggrannhet. Under senare år har mer förfinade beräkningsmetoder börjat användas. Dessa kräver i allmänhet mer detaljerad kännedom om såväl avrinningsområdets som regnets karakteristika.

När det gäller regnet är följande parametrar av primärt intresse:

- Nederbördens varaktighet
- Nederbördsintensitet
- Statistisk återkomstfrekvens
- Nederbördsintensitetens variation under regnet

Här skall ej gås närmare in på de olika metoderna för beräkning av dagvattenavrinningen. I stället hänvisas till den rikhaltiga speciallitteratur som finns på området.

Om man ser på dagvattenavrinningens variationer så är denna naturligtvis direkt avhängig av nederbördens intensitet. Rent allmänt har man i olika studier kunnat visa att de mest högintensiva regnen nästan uteslutande är koncentrerade till sommarhalvåret. Det är således också under denna period som man får de största avrinningstopporna i ledningssystemet. De häftiga sommarregnen är i allmänhet relativt kortvariga och ger därför inte särskilt stor sammanlagd regnvolym. De största vattenvolymer tycks i stället komma med de mer utdragna höstregnen och i samband med snösmältningen på våren. Detta förhållande är av stor vikt vid planering av saneringsåtgärder som syftar till att utjämna eller fördröja flöden i ledningssystemet.

Beträffande avrinningen i kombinerade avloppsledningar dominerar vid nederbördstillfällen dagvattnet helt över spillvattnet. Man brukar därför vid flödesuppskattningar ibland välja att endast ta hänsyn till dagvattenavrinningen. För bestämning av flödesförloppet är detta förenklade antagande fullt acceptabelt.

#### 5.6 Övrig belastning

Övrig belastning som kan tillföras ett avloppsledningsnät är av mycket skiftande slag. Förutom direkt anslutning av bäckar kan nämnas sådana fall då högt vattenstånd i recipienten gör att spillvattensystemet tillförs vatten bakvägen över bräddavlopp eller motsvarande.

## 6. RESURSANALYS MED STOMSYSTEMET

### 6.1 Allmänt

Vid genomgång av ett avloppssystemets funktion är det som tidigare berörts nödvändigt att betrakta alla olika delar av systemet. Metodiken för en dylik genomgång har beskrivits i en tidigare delrapport till detta forskningsprojekt. Den i det följande redovisade resursanalysen innebär en mer detaljerad analys av hur ledningsnätets utformning och belastningen på detsamma påverkar systemet som helhet. Syftet med den nya analysmetoden är att man på ett överskådligt sätt skall kunna få en uppfattning om effekten av olika alternativa åtgärder i ledningssystemet.

Avloppsanläggningens reningsdel och recipientdel betraktas i resursanalysen som delkomponenter vilka belastas av transportdelen. Det är således endast flödesförloppet i ledningsnätet som omfattas av analysen.

De metoder som för närvarande finns tillgängliga för analys av befintliga avloppsledningsnät är speciellt inriktade på hur man genom olika åtgärder kan anpassa ett befintligt ledningsnät till en viss belastning. Den i det följande behandlade analysmetoden har i första hand tagits fram för att klara ut hur man genom olika regleringsåtgärder kan anpassa belastningen till det befintliga ledningsnätet. Metoden karaktäriseras av att avrinningen från varje delområde kan följas genom hela flödesförloppet, vilket inte är möjligt med de idag utnyttjade beräkningsmodellerna. Vidare har lagts stor vikt vid att på ett överskådligt sätt illustrera avrinningsförloppet grafiskt.

Det är inte meningen att den nya analysmetoden skall ersätta de avancerade datormodeller som tagits fram under senare år. Tvärtom bör en del av de här redovisade tankegångarna lämpligen kunna anpassas till och integreras i någon av de tillgängliga datormodellerna. Med hänsyn till denna eventuella vidareutveckling har det tills vidare bedömts tillräckligt att beräkna avrinningen under vissa förenklade antaganden.

### 6.2 Stomsystemet

Den aktuella analysmetodiken, här beskriven i vad som i det följande benämns stomsystemet, karaktäriseras av en långtgående systematisering av den information som är förknippad med belastningen på ett avloppssystem. Stomsystemets uppbyggnad underlättar hanteringen av data och möjliggör analyser av såväl anläggningens prestationsförmåga som belastningen under olika förhållanden. Följande komponenter ingår i stomsystemet:



- Stomplan
- Stomnät
- Stomtabelle
- Basflödesprofil
- Relativ ledningskapacitet

Tillsammans bildar dessa ett system med vars hjälp man kan beskriva såväl ledningsnätets transportförmåga som konsekvenserna av den varierande belastning ledningsnätet kan utsättas för. Med transportförmåga avses i detta sammanhang transportanläggningens teoretiska kapacitet. Anläggningens ålder, förslitning och allmänna kondition inverkar i första hand på ledningarnas täthet och beaktas vid studier av belastning.

I det följande skall de i stomsystemet ingående komponenterna beskrivas närmare. När det gäller den praktiska tillämpningen hänvisas till praktikfallet som redovisas i delrapport 5(5).

### 6.3 Stomplan

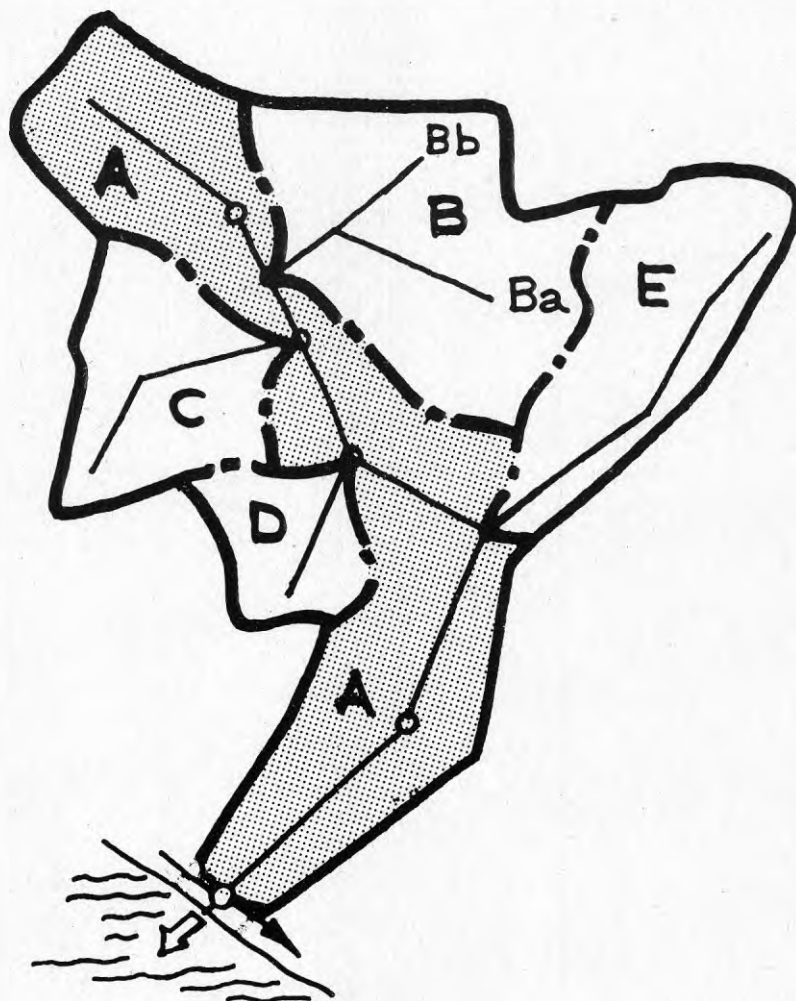
Analysen inleds med att undersökningsområdet delas in i avrinningsområden, vilka var för sig fungerar utan inverkan från andra områden. Som underlag för denna indelning utnyttjas tillgängliga ledningskartor över området. Dessa bör för överskådligheten inte skall gå förlorad om möjligt rymmas på en ritning. För att klara detta kan det ibland bli aktuellt att genom förminskningar ändra kartskalen.

Det kan ibland inträffa att ledningskartor saknas över vissa delar av undersökningsområdet. För att få ett grepp över avrinningsmönstret måste man då i allmänhet företa vissa kompletterande inmätningar av ledningsnätet.

Vid områdesindelningen utväljs den ledningssträcka genom undersökningsområdet som har längst rinntid. Ledningen som benämns huvudledning, väljs så att den i sin nedströmsände avleder hela den samlade avrinningen från området. Huvudledningen tillförs vatten dels från direktanslutna ytor, dels från de grenledningar som är anslutna till huvudledningen. Till varje grenledning kan hänföras ett visst upptagningsområde, så definierat att hela den samlade avrinningen från detta avbördas genom grenledningens nedströmsände. Om grenledningens upptagningsområde är stort kan man på motsvarande sätt dela in detta i ett antal lokalområden. Den största ledningen genom lokalområdena benämns lokalsträcka.

Man kan enligt ovan särskilja minst tre digniteter av ledningssträckor inom undersökningsområdet. Med de till respektive ledningssträcka tillhörande avrinningsområden kan varje del av undersökningsområdet entydigt beskrivas. För att underlätta beskrivningen littereras ledningssystemet på följande sätt.

Huvudledningssträckan med tillhörande huvudområde betecknas alltid med bokstaven A. De till huvudledningen anslutna grenledningarna med tillhörande upptagningsområden betecknas med bokstäverna B, C, D, E osv. Littereringen sker därvid med början på den längst upp i systemet belägna grenledningen. När det gäller lokalområden och lokalsträckor betecknas dessa med två bokstäver, t ex Ba, Bb, Bc, Bd osv. Den första bokstaven anger därvid till vilken grenledning lokalområdet är anslutet och den andra vilket lokalområde det är fråga om. Se vidare Figur 5.



Figur 5 Exempel på litterering av ledningsnätet inom undersökningsområdet

Genom den ovan beskrivna littereringen kan de olika ledningssträckorna inom undersökningsområdet definieras. För att få en mer fullständig beskrivning av avrinningsförloppet är det nödvändigt att även orientera ledningssystemet tidsmässigt. Detta har i det följande gjorts med utgångspunkt från aktuella teoretiskt beräknade rinnhastigheter i ledningssystemet vid 2/3 av fylld sektion. Att just detta värde har valts motiveras av att man vid variationer mellan 0,5 - 1,0 Q därmed får hastighetsvariationer som är försumbara.

Vid tidsorienteringen av ledningssystemet utgår man från den tid det tar för ytavrinnande vatten att nå fram till huvudledningssträckans uppströmsände, dvs koncentrationstiden i denna punkt. Detta innebär att "nollpunkten" i tidsorienteringen ligger något uppströms själva ledningsnätet. När nollpunkten fastlagts beräknas vattnets rinntid genom huvudledningssträckan. Detta sker med utnyttjande av uppgifterna om teoretisk rinnhastighet. Ett exempel på behandling av ledningsdata återfinns i Bilaga 1. Huvudledningssträckan är nu tidsorienterad och varje punkt kan således anges med ett tidsläge i förhållande till den valda nollpunkten.

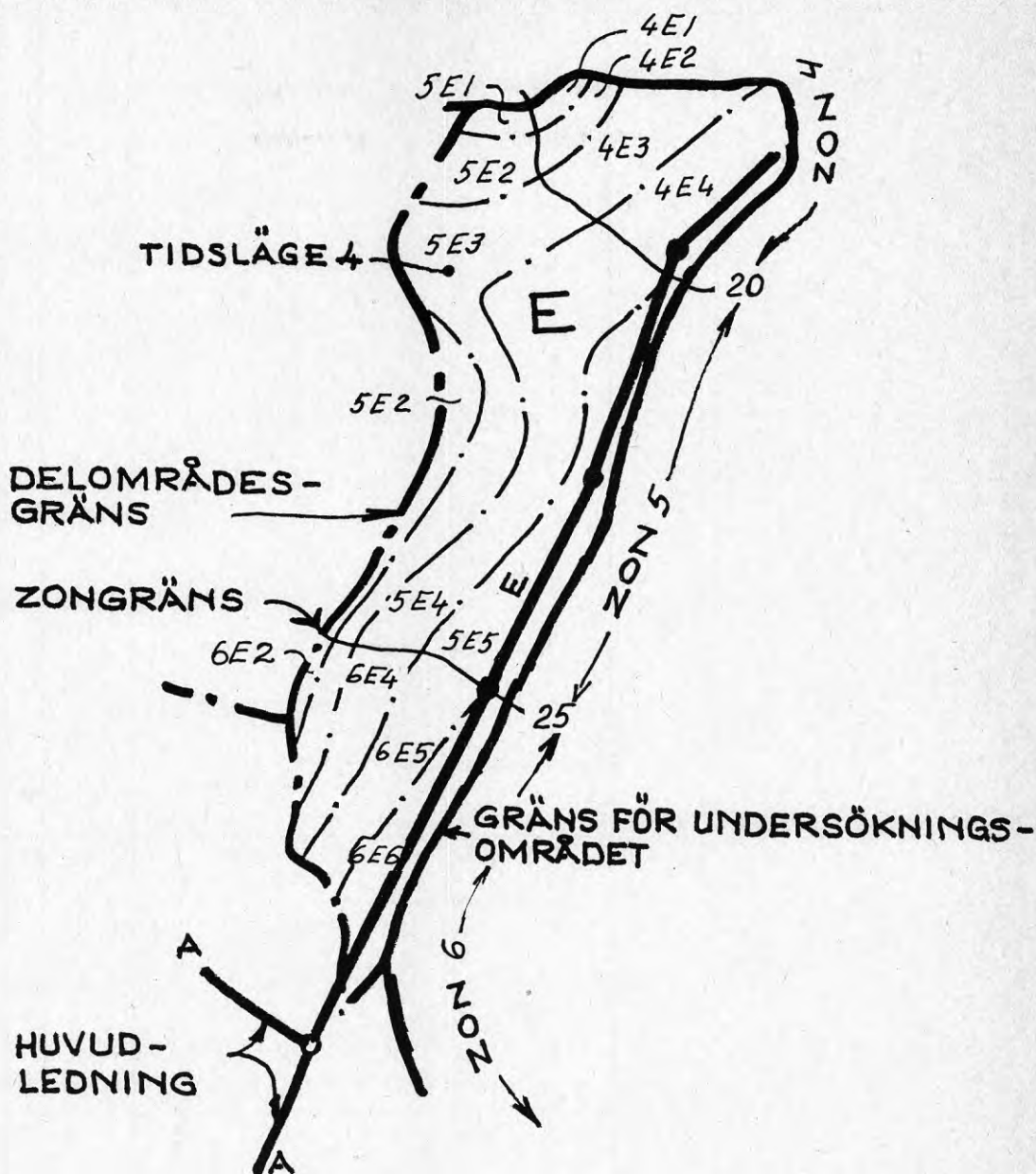
När det gäller tidsorientering av grenledningarna görs denna med utgångspunkt från det framräknade tidsläget för anslutningspunkten mellan huvudledningssträckan och den aktuella grenledningen. Med kännedom om teoretisk rinnhastighet kan tidsläget för grenledningens uppströmsände relativt enkelt beräknas.

Efter att ledningssystemet har tidsorienterats delas undersökningsområdet in i rinntidszoner. Zonindelningen görs med utgångspunkt från samma nollpunkt som utnyttjats vid tidsorienteringen. Zonerna, som vardera omfattar ett tidsintervall om fem minuter, betecknas med siffror enligt följande:

Zon 1	tidssteg	0 - 5 min
Zon 2	"	5 - 10 "
Zon 3	"	10 - 15 "
Zon n	"	5(n-1) - 5n "

Indelning i tidszoner gäller inte bara ledningsnätet. Även avrinningsområdet kan på motsvarande sätt delas upp och hänföras till något visst tidsläge. Denna uppdelning sker med hänsyn till vattnets rinntid på markytan. På detta sätt kan varje punkt, sträcka eller yta inom undersökningsområdet orienteras tidsmässigt. På Figur 6 (sid 19) redovisas ett exempel på hur stomplanen inom ett delområde kompletterats med tidslägen.





Figur 6 Exempel på hur stomplanen inom ett delområde kompletterats med tidszoner

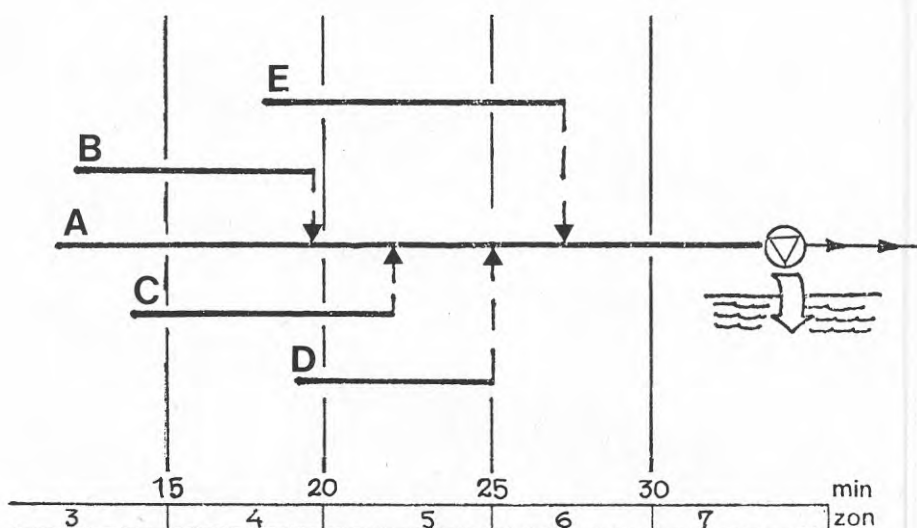
För att möjliggöra en rationell behandling av all den information som samlas in om undersökningsområdet, är det nödvändigt att introducera ett beteckningssätt med vars hjälp varje enskild del av området entydigt kan beskrivas. Här har valts att utnyttja en beteckning som är uppbyggd enligt följande:

6 E 4

I ovanstående uttryck anger 6 E "adressen", dvs talar om var belastningen tränger in eller ansluts till ledningssystemet. I exemplet sker detta sålunda i zon 6 längs grenledning E. Den sista siffran anger tidsläget, dvs var belastningen tidsmässigt befinner sig vid belastningsförloppets början. Flödet från alla areor med samma slutsiffra kommer att efter en viss tid belasta samma punkt längre ned i systemet och samverka.

6.4 Stomnät

I de flesta fall är det nödvändigt att skaffa en mer översiktlig bild av ledningsnätet och dess tidsorientering än vad som kan åstadkommas med den ovan beskrivna stomplanspresentationen. För detta ändamål har det s k stomnätet introducerats. I stomnätet redovisas ledningsnätet i starkt förenklat skick. De viktigaste ledningssträckorna åskådliggörs i stomnätet med parallella horisontella linjer, vilka tidsorienteras på samma sätt som stomplanen. Detta innebär att "nollpunkten" ligger utanför själva ledningsnätet. I Figur 7 visas ett exempel på stomnät.



Figur 7 Exempel på hur ett avloppsledningsnät kan beskrivas med hjälp av stomnät

I ett stomnät måste man förutom avloppsledningarna även kunna beskriva de anordningar som kan vara av betydelse för belastningen på systemet. Det kan exempelvis gälla pumpstationer, bräddavlopp, utjämningsmagasin o dyl. Stomnätet lämpar sig vidare för sammanställning av en del allmän information om ledningsnätet. Som exempel kan nämnas uppgifter om ledningarnas ålder, markens genomsläpplighet, grundvattenstånd, observerade stopp och översvämningar etc.

## 6.5 Stomtabeller

Vid analys av ett ledningssystem måste en hel rad uppgifter om aktuella avloppsförhållanden insamlas och beaktas. För att detta skall kunna ske så effektivt som möjligt krävs att uppgifterna sammanställs på ett systematiskt sätt. Man kan därvid lämpligen utnyttja det till tidsorienteringen knutna littereringssystemet som beskrivits ovan.

Erforderliga datasammanställs i en s k stomtabell, som karakteriseras av att uppgifterna direkt kopplas till aktuell ledningssträcka, tidszon och tidsläge inom undersökningsområdet.

Stomtabelen kan utnyttjas för sammanställning av numerisk information av skiftande slag. Det kan exempelvis gälla arealer, antal boende, ledningslängder etc. Figur 8 redovisar den principiella uppbyggnaden av en stomtabell. Tabellen har i detta fall använts för sammanställning och ackumulering av reducerade areor.

ZON	5						
TIDSLÄGE	Σ VID PKT 22.19	TILLSKOTT C	Σ VID PKT 22.19	TILLSKOTT LOKALT	Σ VID PKT 24.55	TILLSKOTT D	Σ VID PKT 24.55
0	0.070	-	0.070	0.002	0.072	-	0.072
1	0.591	0.004	0.595	0.002	0.597	0.036	0.633
2	4.224	0.060	4.284	0.003	4.287	0.116	4.403
3	9.848	0.784	10.632	0.098	10.730	0.200	10.930
4	5.404	3.152	8.556	1.078	9.634	0.475	10.109
5	1.757	0.688	2.445	2.062	4.507	5.800	10.307
6							
7							
	21.894	4.688	26.582	3.245	29.827	6.627	36.454

A STOMTABELL  
RED. AREOR

Figur 8



## 6.6 Basflödesprofil

För att underlätta en analys av belastningsvariationerna i ett ledningssystem har det befunnits lämpligt att utgå från ett beräkningsregn med återkomstfrekvensen 1 år. I det följande har beräkningsregnet benämnts "basregn" och det mot detta korresponderande flödet "basflöde".

Med basflödesprofil avses här en överskådlig grafisk representation av flödesförloppet i ett ledningsnät under basregnet. Beräkning av basflöden vid olika regnvaraktigheter sker med utnyttjande av s k basflödestabeller. Beräkningarna tar sin utgångspunkt i uppgifter om storleken och den tidsmässiga fördelningen av de reducerade areor som belastar en aktuell punkt i ledningssystemet. Dessa uppgifter hämtas ur stomtabellen.

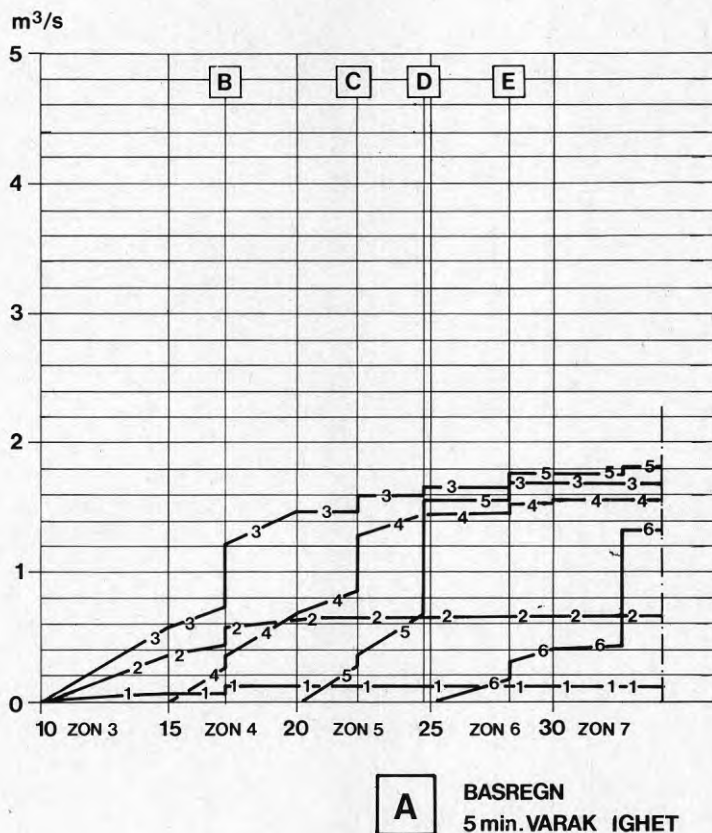
Med ledning av dessa uppgifter kan de areor som för varje tidsintervall belastar det aktuella ledningsavsnittet framtas för regn av godtycklig varaktighet, och basflödet beräknas. Se basflödestabell Figur 9.

VARAKTIGHET 5 MIN. i = 150 l/s ha			VARAKTIGHET 10 MIN. i = 110 l/s ha			VARAKTIGHET 15 MIN. i = 90 l/s ha		
T.L	ΣA ha	q m <sup>3</sup> /s	T.L	ΣA ha	q m <sup>3</sup> /s	T.L	ΣA ha	q m <sup>3</sup> /s
						- 0	0.072	0.006
0	0.072	0.011	0 - 1	0.072	0.008	0 - 1	0.669	0.060
1	0.597	0.090	1 - 2	4.884	0.537	0 - 2	4.956	0.446
2	4.287	0.643	2 - 3	15.017	1.652	1 - 3	15.614	1.405
3	10.730	1.610	3 - 4	20.364	2.240	2 - 4	24.651	2.219
4	9.634	1.445	4 - 5	14.141	1.556	3 - 5	24.871	2.238
5	4.507	0.676	5 - 6	4.507	0.496	4 - 6	14.141	1.273
						5 - 7	4.507	0.406

Figur 9

A	<b>BASFLÖDESTABELL</b>
	<b>PUNKT 24.55 U.S.</b>

Med utgångspunkt från beräknade basflöden i ett erforderligt antal punkter på den aktuella ledningssträckan kan det dynamiska förloppet av ett basregn framställas grafiskt i s k basflödesprofiler, se Figur 10 (sid 23).



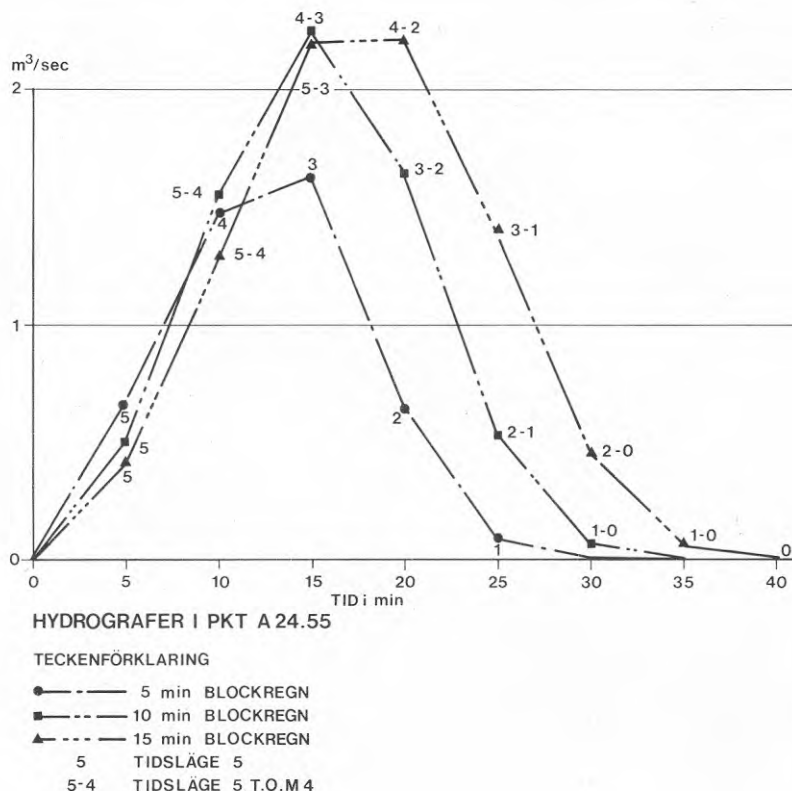
Figur 10

Genom denna information kan exempelvis flödet i en godtycklig punkt i systemet bestämmas vid vilken tidpunkt som helst. Med utgångspunkt från de numeriskt redovisade uppgifterna i basflödestabellerna och/eller den grafiska framställningen av desamma i basflödesprofilerna kan en rad frågeställningar nu belysas och studeras. Man kan exempelvis konstruera avrinningshydrografer för varje punkt i systemet. Detta sker antingen med hjälp av det flödesknippe som redovisas i basflödesprofilen, eller med utgångspunkt från de värden som redovisas i basflödestabellen.

Betraktar man exempelvis punkt 24.55 (se figur 9, sid 22) kommer denna vid ett 5-minutersregn först att nås av flöden med tidsläge 5 som uppgår till ca 676 l/s och därefter i tur och ordning flöden från tidslägena (TL) 4, 3, 2, 1 och 0.

För ett 10-minutersregn blir ordningsföljden på motsvarande sätt tidsläge 5 och sedan 4-5, 3-4, 2-3, 1-2, 0-1 och 0.

Med ledning av dessa uppgifter kan nu avrinningshydrografen för denna punkt konstrueras. Se Figur 11.



Figur 11 Avrinningshydrograf konstruerad med uppgifter ur flödesprofil

Vidare kan exempelvis studeras hur belastningen fördelar sig över en ledningssträcka vid en given tidpunkt efter regnets början. Vad som framförallt är värdefullt är att belastningens ursprung kan spåras och studeras.

## 6.7 Relativ ledningskapacitet

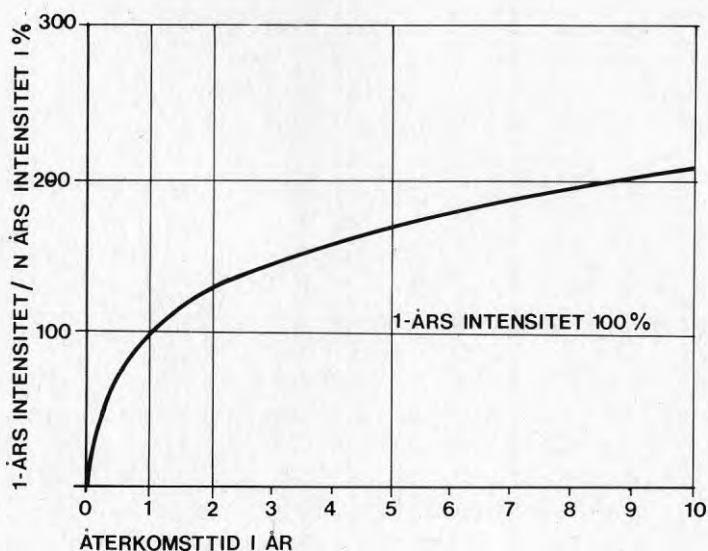
Med relativ ledningskapacitet avses här ett ledningssystemets teoretiska transportkapacitet uttryckt i förhållande till den största belastning som basregnet kan medföra.



Den teoretiska kapaciteten beräknas under antagande av att ledningen går helt fylld med vatten och att energilinjens lutning är parallell med ledningens botten. Den maximala belastningen av basregnet erhålls ur basflödestabellerna.

Den relativa ledningskapaciteten kan antingen anges i procent av basbelastningen eller uttryckt som ekvivalent återkomsttid för det regn som precis fyller ledningen.

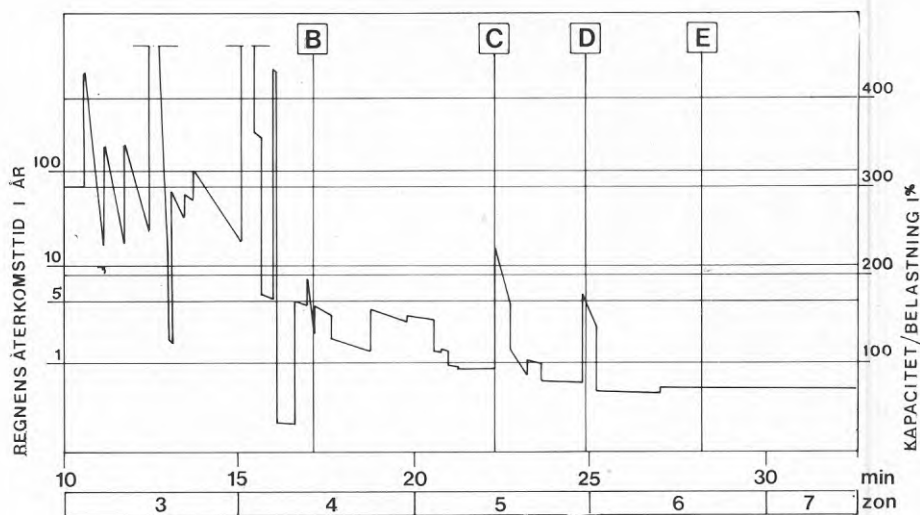
Ett approximativt samband mellan de bägge uttrycks-sätten kan erhållas ur ett återkomsttidsdiagram enligt Figur 12.



Figur 12 Återkomsttidsdiagram

Eftersom ett återkomsttidsdiagram upprättas med utgångspunkt från intensitets-varaktighetskurvor för nederbörden, är dess användning begränsad till ett visst område. I diagrammen har samma samband mellan återkomsttid och procent antagits gälla för alla olika varaktigheter. Detta antagande har visat sig stämma relativt väl för de varaktigheter som här är aktuella.

I Figur 13 (sid 26) redovisas hur den relativa ledningskapaciteten kan illustreras i diagramform. På högra axeln har relativa ledningskapaciteten angivits i procent och på den vänstra i ekvivalent återkomsttid.



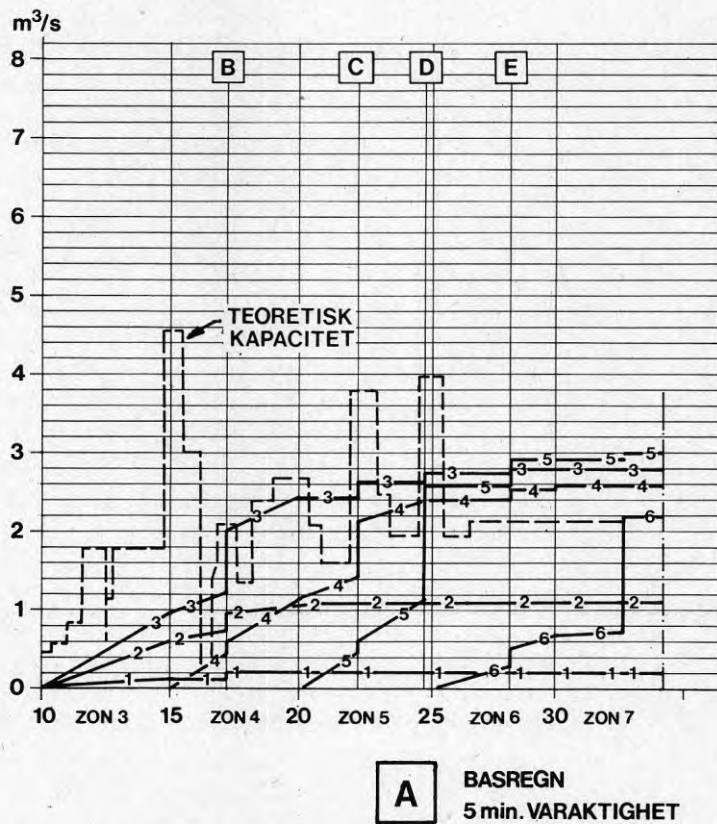
Figur 13 Relativ ledningskapacitet

Genom att uttrycka ledningskapaciteten i ekvivalent återkomsttid i stället för absoluta tal får man en bra överblick över transportanläggningens prestanda. Som framgår av Figur 13 kan man direkt lokalisera de delsträckor i systemet som har begränsad kapacitet. Enbart uppgifter om relativ ledningskapacitet är i allmänhet inte tillräckliga för att bestämma erforderliga åtgärder. Det är dock ändå av stor vikt att få denna överblick över kapacitetsutnyttjandet i olika delar av ledningssystemet.

#### 6.8 Analys av flödesförloppet

I den ovan beskrivna basflödesprofilen har flödesförloppet vid ett 1-årsregn åskådliggjorts. Om man vill studera regn med annan återkomstfrekvens behöver endast flödesmängderna i basflödestabellerna eller skalan i basflödesprofilen förändras i proportion till förhållandet mellan basregnets och det studerade regnets intensitet. I flödesprofilen på Figur 14 (sid 27) har skalan således justerats så att den motsvarar flöden vid 5-årsregn.

Genom att i flödesprofilen även lägga in ledningssystemets teoretiska kapacitet kan man få en uppfattning om systemets kapacitetsutnyttjande vid den aktuella återkomstfrekvensen. Man kan ur flödesprofilen vidare utläsa ursprunget av belastningen i varje punkt i systemet vid en godtycklig tidpunkt. Jfr avsnittet basflödesprofil, sid 22.



Figur 14 Flödesprofil för ett 5-årsregn. Lednings-systemets teoretiska kapacitet har även markerats i diagrammet



## 7. PLACERING AV UTJÄMNINGSMAGASIN

### 7.1 Allmänt

Som berörts i inledningen till denna delrapport är våra befintliga kombinerade avloppsledningsnät i allmänhet mycket komplext uppbyggda. Kapacitetsutnyttjandet varierar kraftigt inom olika delar av systemet. Vissa delar av systemet kan vara mycket hårt belastade medan det i andra kanske finns stora outnyttjade magasinvolymmer. När man planerar åtgärder i ett avloppsnät bör detta i princip uppfattas som ett enda stort utjämningsmagasin. Vid sanering av ledningsnät bör man i första hand eftersträva att få ett bättre kapacitetsutnyttjande av den befintliga transportanläggningen. Man bör alltså ta till vara de möjligheter som finns att geografiskt eller tidsmässigt omfördela den aktuella belastningen på systemet. Först när denna möjlighet tillgodosetts kan det bli aktuellt med utbyggnad av ledningsnätets totala transportförmåga.

### 7.2 Situationen idag

När det gäller våra befintliga avloppsledningsnät kan man konstatera att den hårdaste belastningen vanligen drabbar de centrala delarna av ett samhälle, jfr Figur 3 (sid 4). Detta hänger naturligtvis samman med anslutning av nya områden till ett befintligt ledningsnät samt en ökande andel hårdgjorda ytor inom avrinningsområdet.

Konsekvensen av denna utveckling har blivit att det ofta är de centrala bebyggelsedelarna som drabbas av olika former av sanitära och miljömässiga olägenheter. Det kan exempelvis gälla bräddning av orenat avloppsvatten, källaröversvämningar etc. I det följande skall diskuteras en del allmänna principer för hur man, i syfte att komma tillrätta med dessa olägenheter, kan omfördela belastningen på systemet.

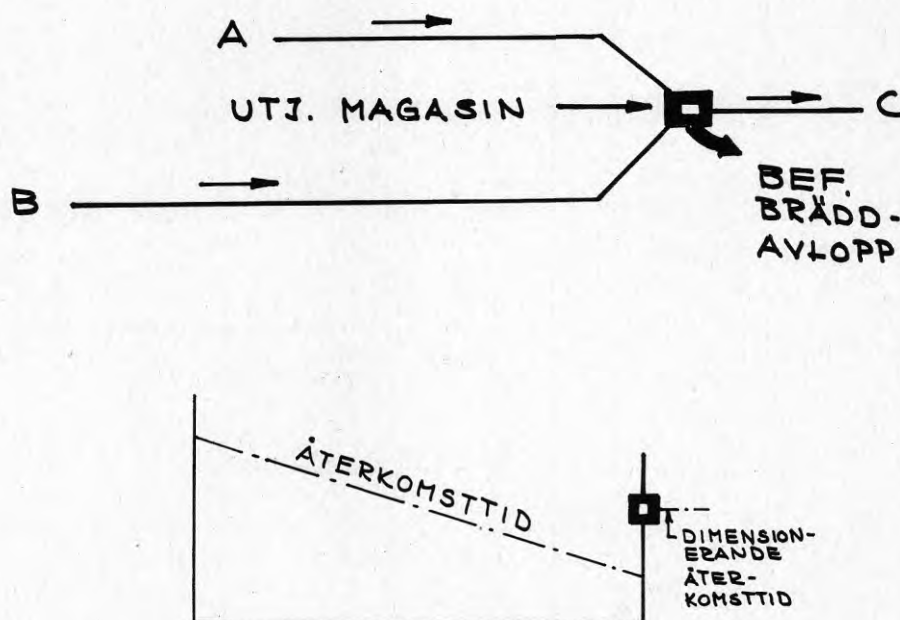
### 7.3 Omfördelning av belastningen

Belastningen på ett avloppssystem kan omfördelas antingen geografiskt eller tidsmässigt. En geografisk omfördelning innebär helt enkelt att flödet från någon del av avrinningsområdet avleds en annan väg än tidigare. För att detta skall vara möjligt krävs vissa speciella förutsättningar. Det kan exempelvis gälla överpumpning av vatten till ett helt nytt avrinningsområde.

Beträffande den tidsmässiga omfördelningen av belastningen avses de fall då man på olika sätt söker utjämna flödesvariationerna i systemet. Beroende på utjämningsanordningarnas placering brukar man skilja mellan samlad och spridd utjämning.

#### 7.4 Samlad utjämning

Samlad utjämning innebär att erforderlig utjämningsvolym koncentreras till en enda punkt, belägen i nedströmsänden av avrinningsområdet. Denna lösning utnyttjas ofta när man vill komma tillrätta med en konkret olägenhet i systemet, t ex bräddning av avloppsvatten, jfr Figur 15.

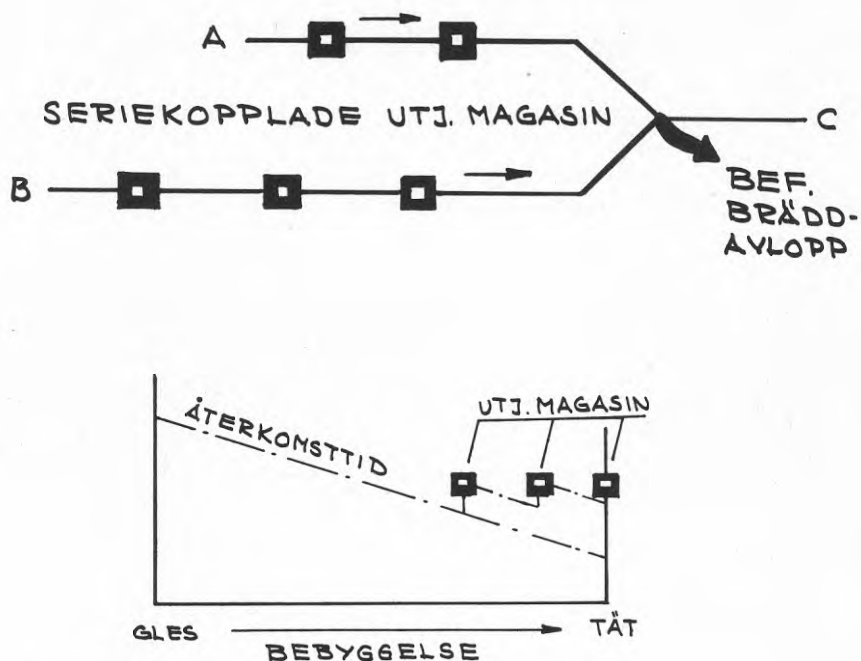


Figur 15 Samlad utjämning

Vid samlad utjämning utgår man från de förhållanden som råder i en viss bestämd punkt i systemet - den s k dimensioneringspunkten. Åtgärden ger alltså ingen förbättring av förhållanden längre upp i systemet.

#### 7.5 Spridd utjämning

De lokala förhållandena kan i många fall vara sådana att den erforderliga utjämningsvolymen måste decentraliseras till flera punkter i systemet, s k spridd utjämning. Platsbrist eller markens beskaffenhet är exempel på faktorer som kan motivera en spridning av utjämningsvolymen. Se Figur 16 (sid 30).



Figur 16 Spridd utjämning

Fördelen med spridd utjämning är att man förutom den primära olägenheten i avrinningsområdets nedströmsände även kan komma tillrätta med eventuella olägenheter längre upp i systemet. En spridning av utjämningsvolymen innebär vidare att man kan få ett bättre kapacitetsutnyttjande av det befintliga ledningsnätet. En förutsättning för detta är dock att utjämningsvolymerna samverkar tidsmässigt.

## 7.6

### Magasinsvolymens påverkan av placeringen

Ett dilemma vid planering av utjämningsanordningar är att utflödena i regel är beroende av tryckhöjden i magasinet. Utflödet ökar således under fyllnings-skedet för att nå sitt maximum när magasinet är fullt. Konstruktionen innebär att magasinet utformning måste vara bestämt för att utflödet skall kunna beräknas. Den innebär även att erforderlig magasinsvolym blir större än vad som egentligen är nödvändigt. För att undvika detta bör utloppsanordningen vara så konstruerad att utflödet från anläggningen är oberoende av tryckhöjden och att maximalt tillåtet flöde kan uppnås redan i början av avrinningsförloppet.

I det följande skall diskuteras hur den erforderliga magasinsvolymen påverkas av utjämningsanordningarnas placering i ledningsnätet. För enkelhets skull baseras beräkningarna i detta skede på blockregn och konstant utflöde från magasinet. Den specifika



erforderliga magasinsvolymen i detta skede kan då tecknas på följande sätt:

$$V = \frac{60}{1000}(T \cdot i - T \cdot k)$$

där

$V$  = erforderlig specifik magasinsvolym i ledningsnätet och/eller i särskilda magasin  $\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$

$T$  = blockregnets varaktighet

$i = \frac{A}{B+T} + C$  där  $A$ ,  $B$  och  $C$  är konstanter beroende på återkomstfrekvens ( $1/\text{s ha}_{\text{red}}$ )

$k$  = konstant utflöde från ledningssystemet  $1/\text{s} \cdot \text{ha}_{\text{red}}$

Den dimensionerade regnvaraktigheten uppnås då volymökningen per tidsenhet motsvarar utflödet per tidsenhet, dvs när:

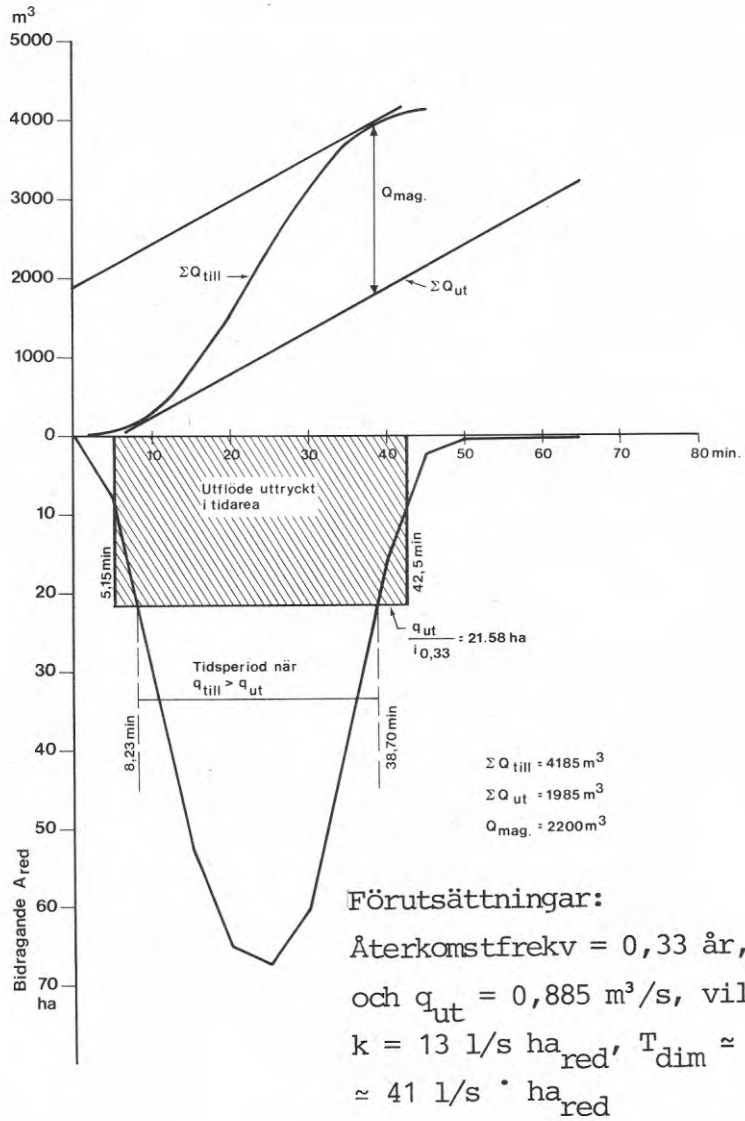
$$\frac{dV}{dT} = 0 \quad \text{vilket ger}$$

$$T_{\text{dim}} = \sqrt{\frac{A \cdot B}{k - C}} - B$$

Eftersom  $A$ ,  $B$  och  $C$  är konstanta för en viss vald återkomsttid blir den dimensionerande varaktigheten sålunda en funktion av  $k$ . Så länge utsläppet från varje magasin står i ett konstant förhållande till den bakomliggande reducerade arean påverkas den dim. varaktigheten således inte av magasinens antal och geografiska placering.

I praktiken kommer man dock ändå att få en viss skillnad i utjämningsvolym vid ett magasin jämfört med flera. Förklaringen härtill ligger i att den maximalt tillåtna utloppskapaciteten inte till fullo utnyttjas under lika lång tid om magasinerna flyttas uppströms eller delas på flera mindre magasin. Koncentrering av utjämningsvolymen till en punkt ger vid de ovan angivna beräkningsförutsättningarna därför en något mindre total magasinsvolym än jämfört med flera spridda anläggningar. Skillnaden är emellertid relativt liten.

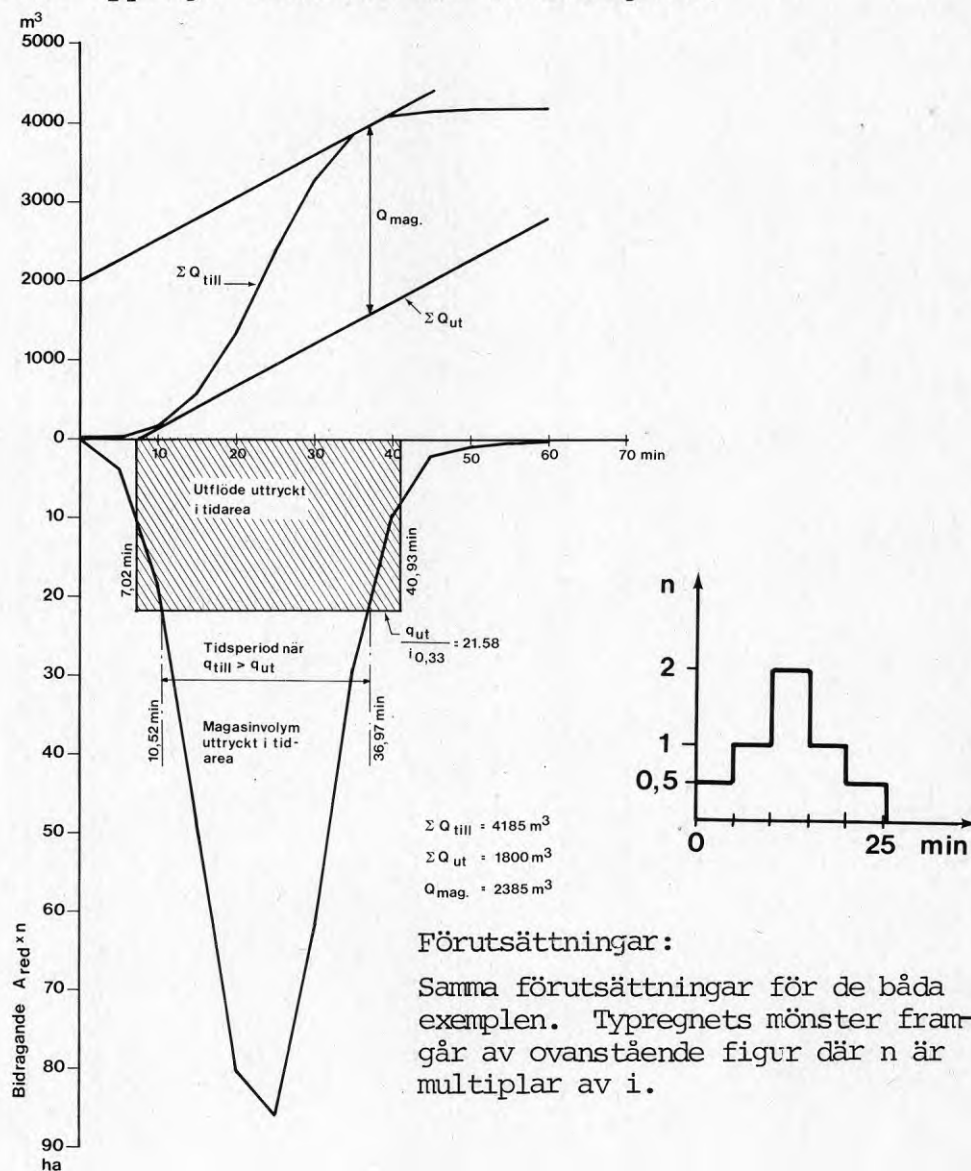
På Figur 17 (sid 32) visas hur man med ledning av stomtabellens belastningsvärden grafiskt kan redovisa erforderlig magasinsvolym för ett blockregn.



Figur 17

Genom att från varje delmagasin välja en utloppskapacitet som står i direkt proportion till den totala bakomliggande arean kommer samtliga magasin att samverka tidsmässigt, och man kan på ett enkelt sätt skaffa sig en överblick över olika handlingsalternativ. Utloppskapaciteten från ett magasin består således dels av en genomströmningskapacitet för flödet från eventuella uppströms liggande magasin, och dels en kapacitet motsvarande det aktuella magasinets upptagningsområde. Varje delmagasin bör därvid placeras så att det även löser lokala problem. När det gäller den slutliga dimensioneringen av magasinerna bör regnens utbredning i tid och rum beaktas.

På Figur 18 visas samma exempel som ovan men med ett typregnet istället för blockregnet.



Figur 18



Den totala regnvolymer är densamma i de två exemplen. Den erforderliga magasinvolymen för typregnet blir emellertid ca 10 % större än motsvarande magasinvolym för ett blockregn.

Rent allmänt innebär en spridning av utjämningsvolymer att det befintliga ledningssystemet kan utnyttjas mer effektivt än tidigare. Nackdelarna med en spridd utjämning gäller framför allt kostnadssidan. Flera magasin innebär i regel en högre sammanlagd anläggningskostnad. Vidare medför den spridda utjämningen att avlopps nätet får fler driftpunkter som måste kontrolleras. Å andra sidan kan en ökad handlingsfrihet beträffande magasinens placering medge billigare marklösen, enklare grundläggning, utnyttjande av befintliga anläggningar etc.

## 8. TILLÄMPNING AV STOMSYSTEMET

### 8.1 Allmänt

I föregående kapitel har lämnats en detaljerad beskrivning av stomsystemets uppbyggnad. Här nedan skall bilden kompletteras med en del allmänna synpunkter kring den praktiska tillämpningen av metoden. Som tidigare berörts skall stomsystemet främst uppfattas som ett komplement till de idag tillgängliga avancerade beräkningsmodellerna. I första hand gäller detta:

- Överskådlig presentation av resultatet
- Att hålla isär belastningen från olika delområden.

Vid mer omfattande beräkningar är det naturligtvis olämpligt att göra dessa för hand. Det torde därför vara lämpligast att försöka bygga in stomsystemets fördelar i någon befintlig datormodell. Med hänsyn härtill har vid framtagandet av stomsystemet avrinningsberäkningarna förenklats.

### 8.2 Tillämpningsområden

Som framgått av föregående kapitel har stomsystemet flera användningsområden, av vilka några här skall beskrivas närmare.

#### 8.21 Informationsbehandling

Erforderliga data rörande avrinningsområdet och ledningsnätet sammanställs i tabeller, vars uppbyggnad karakteriseras av att uppgifter om ytor, sträckor och punkter är tidsorienterade och sålunda direkt tillgängliga vid analyser av avloppssystemets funktion.

#### 8.22 Funktionen av befintliga ledningssystem

Genom orienteringen kan man relativt enkelt studera hur olika anläggningsdelar samverkar i tiden. Man får vidare ett bättre grepp över vattnets rinnhastigheter i systemet, vilket kan vara av betydelse för bedömning av avsättning, självrensning, risk för stopp etc.

Det har vid tillämpningen av stomsystemet framkommit oklarheter i avloppssystemens uppbyggnad som inte så lätt framgår av traditionella ledningskartor. Detta gäller särskilt större system, där exempelvis överkopplingar mellan olika ledningsgrenar komplicerar beräkningarna.

### 8.23 Varierande belastning på systemet

För en mer fullständig kännedom om ledningssystemets funktion är det nödvändigt att känna till något om belastningens dynamiska förlopp, dvs avrinningshydrografer inom olika delar av systemet. Med utgångspunkt från den s k basflödesprofilen kan man få en god uppfattning om systemets förmåga att ta emot regn med större återkomstfrekvenser.

Genom basflödesprofilens uppbyggnad är det möjligt att spåra flödenas ursprung längre upp i systemet.

### 8.24 Ledningssystemets relativa kapacitet

Genom att uttrycka ledningssystemets kapacitet i ekvivalent återkomsttid kan man få reda på kapacitetsutnyttjandet i olika delar av systemet. Förekomsten av eventuella trånga sektioner kan förklara uppträdande översvämningar eller ge en uppfattning om risk känsligheten för framtida översvämningar. Med kännedom om den relativa ledningskapaciteten kan man även bedöma frågor rörande anslutning av nya områden.

### 8.25 Planering av åtgärder

Med kännedom om uppträdande olägenheter i systemet, jfr delrapport 2(5) till detta forskningsprojekt, kan olika alternativa åtgärdstyper studeras. Det gäller bl a att söka svar på frågor av följande slag:

- Är ledningssystemets transportförmåga tillräckligt? Lokala begränsningar?
- Kan belastningen på olika ledningssträckor omfördelas?
- Skall belastningen utestängas, fördröjas eller tillfälligt magasineras?
- Kan man med en åtgärd vinna flera syften?
- Var i systemet skall en eventuell åtgärd sättas in, lokalt eller centralt?

### 8.26 Redovisning

Eftersom åtgärder i befintliga avloppssystem ofta är mycket kostnadskrävande är det nödvändigt att göra beslutsunderlaget tillgängligt även för icke tekniker. Det är ju exempelvis politiker som beviljar anslag för åtgärder på ledningssidan och dessa bör rimligen få en chans att snabbt orientera sig om de aktuella förhållandena. Med den i stomsystemet utnyttjade grafiska framställningen kan man få den nödvändiga överblicken över helheten.



TIDS - ORIENTERING	RINNTID SEK	LÄNGD m	DIAMETER m	LUTNING ‰	HASTIGHET m/s	KAPACITET m <sup>3</sup> /s	LEDN. VOLYM m <sup>3</sup>
10.02-10.37	35	89	0.400	22.00	2.55	0.32	11
10.37-11.11	34	55	0.500	6.78	1.63	0.32	11
11.11-11.44	33	60	0.600	6.78	1.82	0.52	17
11.44-12.31	47	75	0.800	3.60	1.59	0.80	38
12.31-12.47	16	54	0.800	16.00	3.37	1.69	27
12.47-12.58	11	31	0.600	16.00	2.81	0.79	9
12.58-13.06	8	20	0.500	16.00	2.50	0.49	4
13.06-13.28	22	133	0.500	92.37	6.03	1.18	26
13.28-13.41	13	57	0.500	48.73	4.37	0.86	11
13.41-15.07	86	165	1.000	3.94	1.92	1.50	129
15.07-15.29	22	124	1.000	33.73	5.62	4.42	97
15.29-15.38	9	44	0.800	33.73	4.89	2.46	22
15.38-16.00	22	53	0.800	8.30	2.42	1.22	27
16.00-16.04	4	16	1.000	16.80	3.97	3.11	12
16.04 ANSL MAGASIN							
16.04-16.35 FÖRBILEDNING	31		0.300	46.47	3.09	0.22	7
16.35 UTLOPP MAGASIN							
16.35-16.55	20	91	0.600	41.87	4.55	1.29	26
16.55-17.08	13	72	0.600	61.50	5.51	1.56	20
17.08-17.39	31	79	1.000	7.00	2.55	2.08	64
17.39-18.45	66	13	1.000	4.86	2.13	1.67	110
17.08 AREA B 18.09 BORRHÅL							
18.45-19.47	62	189	1.000	9.79	3.05	2.38	148
19.47-20.34	47	151	1.000	11.00	3.21	2.52	118
20.34-20.45	11	27	0.900	10.91	2.99	1.90	17
22.19 AREA C							
20.45-20.57	12	36	0.900	11.11	3.02	1.92	23
20.57-21.15	18	46	0.900	8.00	2.56	1.63	29
21.15-22.19	64	161	0.900	7.69	2.51	1.60	102
22.19-22.45	26	160	0.900	45.76	6.14	3.90	101
22.45-23.13	28	116	0.750	26.32	4.15	1.83	51
23.13-23.35	22	75	0.900	14.20	3.40	2.17	48
23.35-24.20	45	97	1.000	5.00	2.16	1.70	77
24.55 AREA D							
24.20-24.49	29	64	1.000	5.17	2.19	1.72	50
24.49-25.09	20	70	1.200	10.46	3.50	3.96	79

50856  
BRF-GBG KOMB.SYSTEM  
UNDERSÖKNINGSOMRÅDE :  
DELSTRÄCKA A  
LEDNINGSDATA

TIDS AREA LITT.	AREA m <sup>2</sup>	FÖRDELNING							SAMMAN- SATT OMR		RED. AREA HA
		0.9 HUSTAK	0.4 GÅRDSPL	0.8 VÄGAR	0.8 PARKERING	0.1 GRÄSM.	0.03 SKOGSM.	0 INSTÄNGT			
3A0	5 100	-	-	-	-	-	5 100	-		0.03	0.015
3A1	12 131	780	525	760	-	-	10 066	-		0.15	0.182
3A2	66 340	15 325	16 560	2 100	2 750	1 835	27 770	-		0.35	2.308
3A3	150 300	7 290	4 000	25 650	3 375	7 000	102 985	-		0.23	3.517
4A-2	1 350	-	-	-	-	-	1 350	-		0.03	0.004
4A-1	5 270	-	-	-	-	-	5 270	-		0.03	0.016
4A0	7 800	-	-	-	-	-	7 800	-		0.03	0.023
4A1	11 250	-	-	-	-	-	11 250	-		0,03	0,034
4A2	66 940	2 940	2 950	2 120	4 260	7 890	46 780	-		0,17	1.112
4A3	124 800	11 520	10 230	8 010	5 640	8 400	80 000	1 000		0.23	2.862
4A4	117 350	7 500	4 500	28 600	2 500	7 500	56 950	9 800		0.31	3.589
-	42 263	-	-	-	-	-	-	42 263			
5Av0	820	-	-	-	-	-	820	-		0.04	0.003
5Av1	1 330	-	-	-	-	-	1 330	-		0.03	0.004
5Av2	1 820	-	-	-	-	-	1 820	-		0.03	0.006
	614 864	45 355	38 765	67 240	18 525	32 625	359 291	53 063		0.22	13 675

50856  
BRF - GBG KOMB.SYSTEM  
UNDERSÖKNINGSOMRÅDE : HISINGEN  
DELOMRÅDE  
REDUKTIONSTABELL A









STOMSYSTEM

4 (5) - NYTTO/KOSTNADSANALYS

Befintliga avloppssystem - Metoder  
för värdering av olägenheter och  
åtgärder

## INNEHÅLL

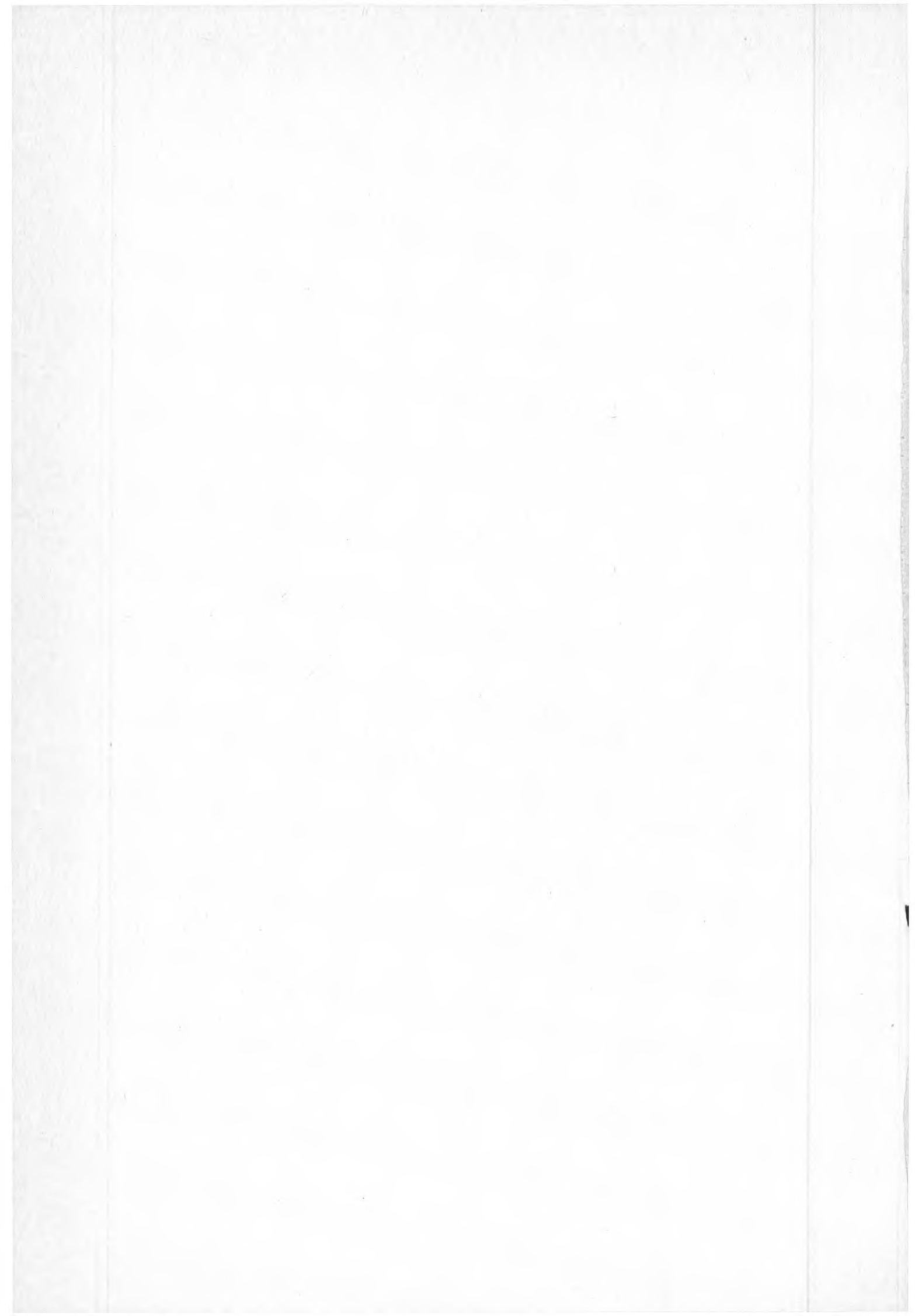
	sid
1. BAKGRUND	1
2. INLEDNING	3
2.1 Allmänt	3
2.2 Syfte	3
2.3 Analysens genomförande	4
3. KLASSIFICERING AV AVLOPPSSYSTEM	5
3.1 Allmänt	5
3.2 Arbetsgång	5
3.3 Generell gradering av kravnivåer (Steg 1)	5
3.4 Objektivitet i kravbehandlingen (Steg 2)	6
3.5 Tidsperiodens längd (Steg 3)	7
3.6 Blockindelning av avloppsnät (Steg 4)	7
3.7 Val av aspekter (Steg 5)	8
3.8 Gradering av kravuppfyllelse (Steg 6)	10
3.9 Återkomsttid och sannolikhet (Steg 7)	14
3.10 Viktfaktorer (Steg 8)	15
3.11 Klassificering (Steg 9)	17
4. VÄRDERING AV NYTTA OCH ÅTGÄRD	19
4.1 Allmänt	19
5. VÄRDERING AV KOSTNADER FÖR ÅTGÄRD	21
5.1 Allmänt	21
5.2 Investeringskostnader kontra driftskostnad	21
5.3 Inflation och ränta	21
5.4 Alternativ utbyggnadstakt	22
5.5 Utvärdering av åtgärder i avloppssystemet	22



6.	NYTTO/KOSTNADSVÄRDERING	26
6.1	Optimal resursfördelning	26
6.2	Optimal resursanvändning	28
6.3	Optimal utformning och drift	29
6.4	Minimikrav	30
6.5	Ekonomisk resursgräns	30

Bilagor

		Nr
	Översikt över aktuella lagar, föreskrifter, råd och anvisningar för VA-området	1



50856  
BFR - GBG komb system

1. BAKGRUND

Föreliggande rapport ingår som del 4 i slutredovisningen av forskningsprojektet "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och åtgärder". Projektet, som samfinansieras av Statens råd för byggnadsforskning, Göteborgs VA-verk och VBB, har pågått sedan 1976. Projektet redovisas i följande delrapporter:

- 1(5) Bakgrund och sammanfattning
- 2(5) Konsekvensanalys
- 3(5) Resursanalys
- 4(5) Nyttokostnadsanalys
- 5(5) Praktisk tillämpning

I delrapport 1(5) redovisas bakgrunden till forskningsprojektet samt lämnas en del sammanfattande synpunkter på hur resultaten skall användas.

I delrapport 2(5) behandlas de oönskade effekter som kan uppstå till följd av samhällets avloppshantering. Den redovisar hur dessa effekter kan identifieras och sammanställas. Vidare studeras vilka konsekvenser de olika effekterna kan medföra.

Förekommade effekter och konsekvenser kan ibland motivera en mer detaljerad genomgång av det aktuella avloppssystemet. I delrapport 3(5) presenteras en metod speciellt anpassad för en sådan genomgång. Metoden karaktäriseras av att den hydrauliska belastningens ursprung spåras och följs genom hela flödesförloppet.

För att rätt kunna bedöma och välja saneringsåtgärder är det ibland nödvändigt att använda sig av en värderingsteknik som beskriver nyttan av alternativa åt-



gärder och som belyser förhållandet mellan nytta och kostnad. I föreliggande delrapport 4(5) redovisas hur en sådan teknik kan utformas.

I delrapport 5(5) slutligen ges ett exempel på tillämpningen av de i de 4 övriga delrapporterna redovisade analysmetoderna.

## 2. INLEDNING

### 2.1 Allmänt

Avloppshanteringen är i dagens samhälle en mycket komplicerad företeelse, där en mängd faktorer samspelar. Med tanke på de funktionskrav som ställs och de kostnader hanteringen medför är det väsentligt att ett avloppssystem kan bedömas på ett överskådligt sätt från såväl funktionell som ekonomisk synpunkt eller från såväl nytto- som kostnadssynpunkt.

### 2.2 Syfte

Nytto/kostnadsanalysens syfte är att belysa sambandet mellan nyttan av en åtgärd i ett avloppssystem och kostnaden för att åstadkomma denna nytta.

En förutsättning för en meningsfull analys är att det något diffusa begreppet nytta kan definieras och värderas på ett överskådligt och någorlunda objektivt sätt. I analysen ingår därför framtagandet av en metod för klassificering av avloppssystem. Metoden syftar till att belysa hur väl avloppssystemet uppfyller de krav som kan ställas från såväl brukarens eller allmänhetens som recipientens sida.

En annan förutsättning för en meningsfull analys är att alla kostnader för avloppshanteringen beaktas. För närvarande pågår i Norges Teknisk-Naturvetenskapelige Forskningsråds regi ett forskningsprojekt som siktar mot ett framtagande av kostnader för alternativa åtgärder i avloppsnät. Dessa frågor kommer därför att endast översiktligt behandlas i föreliggande arbete.

Som exempel på frågor som analysen skall ge svar på kan nämnas:

- Hur väl fungerar avloppssystemet i förhållande till andra avloppssystem?
- Kan åtgärder i avloppssystemet jämföras med åtgärder inom förvaltningens övriga ansvarsområden?
- Hur skall en viss summa pengar bäst utnyttjas för att ge bästa nytta?
- Vad blir kostnaden för att åstadkomma en önskvärd nytta (minimikrav)?

### 2.3 Analysens genomförande

En nytto/kostnadsanalys för åtgärder på befintliga avloppssystem omfattar i huvudsak följande fyra arbetsmoment:

- Klassificering av avloppssystemet
- Värdering av "nyttan" av åtgärd
- Värdering av "kostnad" för åtgärd
- Nytto/kostnadsvärdering

Klassificeringen av ett avloppssystem avser att fastställa avloppssystemets uppgifter och beskriva dess måluppfyllelse. Tekniken är så utformad att avloppssystemets måluppfyllelse eller standard uttrycks i procent av en normalstandard. Därigenom kan standarden direkt jämföras mellan olika delar av samma nät, eller med exempelvis ett riksgenomsnitt.

Den nytta som erhålls som resultat av en åtgärd blir därmed den standardförbättring som åtgärden ger upphov till. En standard kan definieras och preciseras genom formulering av krav som skall uppfyllas. Standardförbättringen kan således uttryckas som en förbättrad kravuppfyllelse. Om en åtgärd medför förändringar av avloppsförhållandena på flera platser eller inom flera geografiska områden blir nyttan den totala standardförbättringen som registreras till följd av den aktuella åtgärden.

Kostnaden för en åtgärd omfattar dels anläggningskostnaderna, dels kostnader som kan hänföras till de förändringar i skötsel- och underhållsbehov som åtgärden beräknas medföra. Dessutom kan behandlingskostnaderna (energi, kemikalier etc) påverkas på platser utanför undersökningsområdets gränser.

Nytto/kostnadsvärderingen slutligen avser att, med utgångspunkt från kriterier för resursfördelning, minimikrav, resursgränser etc, välja sådana åtgärdsalternativ som bäst svarar mot den kommunala målsättningen.

I det följande skall vart och ett av de fyra angivna arbetsmomenten beskrivas närmare.



### 3. KLASSIFICERING AV AVLOPPSSYSTEM

#### 3.1 Allmänt

Den metod som i det följande utvecklas för klassificering av befintliga avloppssystem bygger på samma mönster som redovisades i delrapport 2(5) och är en vidareutveckling av de metoder som där presenterades.

#### 3.2 Arbetsgång

Arbetet omfattar totalt nio arbetssteg enligt följande:

- Steg 1 Generell gradering av kravnivåer
- Steg 2 Objektivitet i kravbehandlingen
- Steg 3 Tidsperiodens längd
- Steg 4 Blockindelning av avloppsnät
- Steg 5 Val av aspekter
- Steg 6 Gradering av kravuppfyllelse
- Steg 7 Återkomstfrekvens och sannolikhet
- Steg 8 Viktfaktorer
- Steg 9 Klassificering

I stegen 1-4 framställs de generella förutsättningarna som föreslås gälla, samt regler för hur avsteg från desamma skall uppmärksammas och redovisas.

I stegen 5-8 beskrivs de komponenter som utgör grunden för bedömningen, medan den slutliga utvärderingen och klassificeringen sker i steg 9.

#### 3.3 Generell gradering av kravnivåer (Steg 1)

De krav som samhället ställer på ett tekniskt system har till stor del sin upprinnelse i de sociala och miljömässiga mål som samhället har för den aktuella verksamheten. För avloppshanteringens del är sålunda den samhälleliga standarden och vattenområdets beskaffenhet de grundläggande aspekterna. Utöver dessa generella aspekter, förekommer emellertid ett stort antal speciella krav som berör avloppshanteringens. Dessa ställs från intressenter på olika nivåer (internationell, nationell, regional, lokal etc) och kan

innebära olika grad av restriktion (lag, förordning, anvisning, råd, önskemål etc). Se bilaga 1. För att erhålla en enhetlig behandling av villkor som till sin karaktär kan vara mycket skiftande, föreslås en generell gradering av kravnivåer enligt följande:

- 4-3 God standard
- 3-2 Godtagbar standard
- 2-1 Icke tillfredsställande standard
- 1-0 Icke godtagbar standard

Vid specificering av krav och gradering av kravnivåer skall formuleringen göras med beaktande av relevanta krav enligt ovan och i enlighet med den generella skalan för kravnivåer.

Vid utvärdering av den specificerade kravuppfyllelsen i steg 6 nedan kan enskilda aspekter uppvisa resultat som faller under godtagbar standard. Sådana resultat kan föranleda vissa restriktioner med hänsyn till prioriteringar och skall därför särskilt kommenteras i den slutliga klassificeringen.

#### 3.4 Objektivitet i kravbehandlingen (Steg 2)

De krav som ställs på avloppshanteringen härrör i allt väsentligt från en målsättning beträffande samhällelig och miljömässig standard. Ju bättre dessa båda aspekter är definierade och ambitionerna formulerade, desto bättre kan kraven på avloppshanteringen preciseras.

Om målsättningen eller måluppfyllelsen endast kan beskrivas i generella termer, är det mindre meningsfullt att specificera kraven i annat än generella termer. Detsamma gäller om metoder eller utrustning saknas för kontroll av kravens uppfyllande.

Som hjälp i bedömning av kravet, såväl med avseende på dess specificering som på kontroll av kravuppfyllelse, används den objektivitetsskala som redovisades i delrapport 2, och som återges i det följande:

- 4 = Bedömningen baserad på vetenskapliga principer och mätningar
- 3 = Bedömningen baserad på lång erfarenhet eller på undersökning i fullskala
- 2 = Bedömningen baserad på viss erfarenhet
- 1 = Bedömningen osäker eller baserad på liten erfarenhet
- 0 = Bedömningen högst osäker

Tabellen omfattar fem klasser, ordnade så att de första, de mest objektiva och därmed tillförlitliga har högre relevans än de sista, de alltmer subjektiva. I den slutliga sammanräkningen och klassificeringen i steg 9 skall för varje aspekt redovisas ett värde som anger hur väl underbyggt behandlingen av just denna aspekt kan anses vara. Om värdet visar att tillförlitligheten i kravbehandlingen är otillfredsställande är detta i sig en viktig information i besluts-sammanhang och skall därför särskilt kommenteras i den slutliga klassificeringen.

### 3.5 Tidsperiodens längd (Steg 3)

Graderingen av kravnivåer i steg 6 nedan är utvecklad med hänsyn till omfattningen eller frånvaron av vissa företeelser. För vissa av dessa företeelser faller det sig naturligt, om än inte nödvändigt, att uttrycka omfattningen på årsbasis. I några fall är emellertid företeelserna resultat av nederbörd vars omfattning är statistiskt knuten till tidsperiodens längd (ett-års regn, två-års regn etc). Detta innebär att graden av kravuppfyllelse blir beroende av den tidsperiod som läggs till grund för bedömningen. För att möjliggöra en enhetlig behandling och erhålla jämförbara resultat i sådana fall bör samma tidslängd, förslagsvis ett år, gälla som utgångspunkt vid formuleringen av krav.

För en bedömning av standard eller utvärdering av den nytta som kan uppnås med alternativa åtgärder måste emellertid tidsperspektivet vidgas och återkomst-tiden beaktas. Hur detta kan göras behandlas närmare i steg 7 nedan.

För aspekter av riskkaraktär kan betydelsen av desamma inte på samma sätt värderas med utgångspunkt från omfattning och frekvens. Däremot är graden av sannolikhet av största betydelse. Denna sannolikhet eller riskfaktor bedöms dock som stadigvarande och knyts sålunda inte till någon speciell tidsperiod.

### 3.6 Blockindelning av avloppsnät (Steg 4)

Eftersom klassificeringen av avloppssystemen sker med utgångspunkt från förekomsten av eller frånvaron av ett antal specificerade företeelser, blir områdets storlek naturligtvis av avgörande betydelse. För att även i detta avseende möjliggöra en enhetlig behandling av olika nät och erhålla jämförbara resultat, indelas näten i "block" av ungefär samma storlek.



Undersökningsområdets avgränsning och dess uppdelning i huvudområden, delområden och lokalområden beskrivs utförligt i delrapport 3 och delvis i delrapport 2. Beroende på hur ledningsnätet är utformat väljs förslagsvis block med ca 1000 eller ca 5000 personer. Om lokala omständigheter föranleder betydande avsteg från en sådan blockindelning skall detta särskilt kommenteras i den slutliga klassificeringen.

### 3.7 Val av aspekter (Steg 5)

Samhällets mål för avloppshanteringen kan allmänt formuleras så att sanitära obehag och hälsorisker i brukarens närmiljö skall reduceras eller elimineras samtidigt som eventuell negativ inverkan på miljön i övrigt skall begränsas eller undvikas. Omfattningen av de sociala och miljömässiga konsekvenserna som avloppshanteringen ger upphov till skulle därmed kunna utgöra ett mått på avloppshanteringens måluppfyllelse. I delrapport 2(5) har vardera av dessa grundläggande målsättningar uppdelats i fem konsekvenser enligt följande:

#### Sociala konsekvenser

- Fysiska och psykiska obehag
- Sanitära obehag
- Hälsorisker
- Olycks- och skaderisker
- Begränsningar i användningen av mark, fastigheter eller anläggningar

#### Miljömässiga konsekvenser

- Allmän påverkan på recipienten
- Påverkan m.h.t. dricksvattenförsörjning
- Påverkan m.h.t. bad
- Påverkan m.h.t. fiske
- Påverkan m.h.t. igenväxning (eutrofiering)

Avloppshanteringen ingår emellertid som en bland många samhällseliga verksamheter som alla i större eller mindre grad medför konsekvenser för samhället och omgivningen. Betydelsen av och fördelningen mellan de olika verksamheternas inverkan kan sällan preciseras utan i många fall endast grovt uppskattas.

Mot denna bakgrund kan det synas mindre meningsfullt att ställa krav på en enskild verksamhet som fastställer vissa förväntade resultat med avseende på samhällselig standard eller vattenområdets beskaffenhet.

Däremot är det naturligt om dessa båda grundläggande målsättningar blir vägledande vid val av aspekter och vid formuleringen av funktionskrav på avloppshanteringen, liksom på övriga verksamheter av betydelse i sammanhanget.

För klassificering av avloppssystem har därför, med ledning av de sociala och miljömässiga konsekvenserna enligt ovan, tänkbara följder av avloppssystemets brister uppdelats i följande två grupper:

Grupp I - Effekter av betydelse för brukaren

- a) Marköversvämningar, markföroreningar
- b) Källaröversvämningar
- c) Funktionsavbrott
- d) Erosion, sättningar, ras (säkerhet)
- e) Lukt, gasutveckling

Grupp II - Effekter av betydelse för recipienten

- f) Naturlig avrinning, separat dagvattenavledning
- g) Utläckning, infiltration
- h) Bräddavlopp, nödavlopp
- i) Momentanbelastning på reningsverket (avsteg från det normala)
- j) Totalbelastning på reningsverket (avsteg från det normala).

Gruppindelningen är som synes så ordnad att den första gruppen inrymmer sådana aspekter som bedöms kunna medföra konsekvenser för brukaren, medan den andra gruppen omfattar de delar av avloppshanteringen som innebär att föroreningar kan tillföras recipienten på ett mer eller mindre okontrollerat sätt.

Indelningen antyder en möjlighet att studera flera potentiella intressekonflikter, t ex:

Individuella intressen - Samhällsintressen

Akuta problem - Långsiktiga mål

Kommunala intressen - Regionala intressen

För att tillvarata denna möjlighet till överblick, behandlas grupperna separat och redovisas var för sig i den slutliga klassificeringen.

### 3.8 Gradering av kravuppfyllelse (Steg 6)

För var och en av de effekter som fastlagts i steg 5, skall, med utgångspunkt från den generella graderingen i steg 1 och med beaktande av relevanta krav, specificeras olika grader av kravuppfyllelse. Som tidigare nämnts under "Objektivitet i kravbehandlingen - steg 2", är det samhällets målsättning med avloppshantering som ytterst styr formuleringen av kraven. Ju bättre denna är definierad desto bättre kan kraven på avloppshanteringens olika delar preciseras.

I det följande ges exempel på hur en kravgradering kan byggas upp och formuleras:

#### Grupp I

##### a) Marköversvämningar

4. Inga fastigheter, anläggningar eller verksamheter påverkas av marköversvämningar
3. Någon enstaka fastighet eller anläggning berörs av marköversvämning.  
Några mindre vägar är endast med tvekan farbara eller mindre vattensamlingar på vägar med hög trafikintensitet. Inga verksamheter i övrigt påverkas märkbart.
2. En mindre grupp bostadshus (~5) eller ett mindre köpcentrum, lager eller arbetsområde berörs av marköversvämning.  
Smärre hinder eller funktionsskada uppstår på sjukhus, brand- eller polisstationer eller teleanläggningar under en tid av några timmar. Några mindre vägar är avstängda eller vägar med relativt hög trafikintensitet är endast med viss svårighet farbara.
1. Mer än en grupp av bostadshus, eller ett större eller flera mindre köpcentra eller arbetsområden påverkas i någon utsträckning av marköversvämning.  
Skador uppstår på viktiga samhällsfunktioner såsom sjukhus, brandstationer, polisstationer etc i sådan omfattning att dessa mer eller mindre lamslås under några timmar.  
Vägar med relativt hög trafikintensitet är ej farbara.



## b) Källaröversvämningar

4. Inga fastigheter drabbas av källaröversvämningar.
3. Något enstaka bostadshus berörs av källaröversvämningar. Lagerhållning i källare måste planläggas med viss försiktighet.
2. En mindre grupp bostadshus eller någon enstaka större fastighet berörs av källaröversvämningar. Viss lagerhållning eller viss verksamhet måste undvikas.
1. Mer än en grupp av bostadshus eller flera större fastigheter berörs av källaröversvämningar. Många källarutrymmen kan endast användas i mycket begränsad omfattning.

## c) Funktionsavbrott

4. Samtliga fastigheter är anslutna till ledningssystemet. Inga störningar i form av stopp, avstängningar, uppgrävningar etc förekommer.
3. Någon enstaka fastighet har anslutningsproblem eller några enstaka fastigheter (<5) drabbas av funktionsstörningar av något slag. Produktion och annan verksamhet kan fortsätta med små svårigheter och i full omfattning.
2. Några fastigheter (>5) har anslutningsproblem eller flera grupper av fastigheter drabbas av funktionsstörningar av något slag. Produktion och annan verksamhet kan pågå i begränsad omfattning.
1. Flera grupper av fastigheter har anslutningsproblem. Funktionsstörningar av något slag är vanligt förekommande. Produktion och annan verksamhet stoppas helt under vissa perioder.

## d) Erosion, sättningar, ras

4. Erosion och/eller sättningar förekommer inte. Ingen risk för ras föreligger.
3. Någon enstaka mindre fastighet berörs av sättningar. Erosion förekommer inte. Ingen risk för ras föreligger.

2. Några mindre fastigheter eller enstaka större fastigheter berörs av sättningar. Viss erosion pågår på sådana platser som kan övervakas. Ingen risk för ras föreligger. Mindre områden kan ej bebyggas.
1. Flera fastigheter berörs av sättningar. Erosion kan pågå på platser som ej kan övervakas. En risk för ras föreligger. Större markområden kan ej bebyggas. Vissa trafikrestriktioner erfordras.

e) Lukt, gasutveckling

4. Inga luktbesvär eller gasutveckling förekommer.
3. Svag lukt förekommer under vissa omständigheter och relativt korta perioder. Ingen skadlig gas utvecklas.
2. Svag lukt förekommer alltid eller tydlig och besvärande lukt förekommer under vissa omständigheter och relativt korta perioder. Skadlig gas kan förekomma i begränsad omfattning under vissa omständigheter.
1. Tydlig och besvärande lukt förekommer under relativt långa perioder. Skadlig gas utvecklas i viss omfattning.

Grupp II

f) Recipientpåverkan (Separat dagvattenledning)

4. Spridda utsläpp av dagvatten, som till mängd och föroreningsgrad saknar betydelse med hänsyn till recipientens storlek, typ och status (karaktär).
3. Måttligt förorenat dagvatten i måttlig omfattning med hänsyn till recipientens karaktär.
2. Måttligt förorenat dagvatten i stor omfattning eller starkt förorenat dagvatten i måttlig omfattning med hänsyn till recipientens karaktär.
1. Starkt förorenat dagvatten i stor omfattning med hänsyn till recipientens karaktär.

## g) Recipientpåverkan (utläckning, infiltration)

4. Ledningssystemet är tätt och ingen utläckning av avloppsvatten förekommer.
3. Lokal utläckning av avloppsvatten i måttlig omfattning i finkorniga jordarter.
2. En relativt utbredd utläckning av avloppsvatten i finkorniga jordarter eller en måttlig utläckning i grovkorniga jordarter, t ex isälvsmaterial.
1. Utbredd utläckning av avloppsvatten i grovkorniga jordarter.

## h) Recipientpåverkan (Brädd- och nödutlopp)

4. Bräddning förekommer ej. Nödutlopp träder i funktion endast under exceptionella betingelser.
3. Bräddavloppsvatten med hög utspädningsgrad tillförs recipienten i måttlig omfattning med hänsyn till dennas karaktär.
2. Måttligt förorenat bräddavloppsvatten i stor omfattning eller starkt förorenat bräddavloppsvatten i måttlig omfattning med hänsyn till recipientens karaktär.
1. Starkt förorenat bräddavloppsvatten i stor omfattning med hänsyn till recipientens karaktär.

## i) Recipientpåverkan (Momentanbelastning på reningsverk)

4. Allt avloppsvatten behandlas. Alla belastningssteg fungerar utan väsentliga störningar.
3. Allt avloppsvatten behandlas. Vissa behandlingssteg fungerar ej eller endast delvis. Måttlig påverkan på recipienten med hänsyn till dennas storlek, typ och status (karaktär).
2. Obehandlat avloppsvatten tillförs recipienten genom bräddning. Behandlat avloppsvatten renas endast delvis. Väsentlig momentan påverkan på recipienten med hänsyn till dennas karaktär.
1. Väsentlig störning i reningsverkets funktion. Långvarig påverkan på recipienten med hänsyn till dennas karaktär.



- j) Recipientpåverkan (Totalbelastning på reningsverk)
4. Belastningen på reningsverket på årsbasis motsvarar den belastning som avsiktligt tillförts transportsystemet. Föroreningsbelastningen på recipienten är minimal.
  3. Belastningen på reningsverket överstiger avsiktlig belastning på transportsystemet. Föroreningsbelastningen på recipienten överstiger minimivärden enligt ovan med högst 30%.
  2. Belastningen på reningsverket överstiger avsiktlig belastning på transportsystemet. Föroreningsbelastningen på recipienten överstiger minimivärden enligt ovan med mer än 30%.
  1. Oavsiktligt tillförd belastning av sådan omfattning att reningsverkets funktion under stor del av året ej uppfyller uppställda krav.

## 3.9

Återkomsttid och sannolikhet (Steg 7)

Vissa företeelser kan uppträda med kortare eller längre tidsintervall än den tidsperiod om ett år som ligger till grund för formuleringen av kravnivåerna i steg 6. Den grad av kravuppfyllelse som där uppnås måste därför korrigeras med hänsyn till återkomsttiden där detta är relevant.

I de flesta fall innebär ett ökat antal företeelser en lägre grad av kravuppfyllelse. Detta behöver emellertid inte vara fallet då återkomsttiden har betydelse för koncentrationen eller momentana föroreningsmängder. Så kan t ex stora mängder föroreningar avsättas i ledningssystemet under en torrperiod för att sedan ursköljas vid häftig nederbörd. En enstaka sådan ursköljning kan då medföra "chockbelastning på recipienten.

Återkomsttidens betydelse måste därför studeras individuellt för varje enskild aspekt och korrektions- talets storlek bestämmas utifrån den generella graderingen av kravnivåer i steg 1. Normalt bör en avvikande frekvens inte föranleda en höjning eller sänkning av den uppnådda kravuppfyllelsen med mer än en grad eller delar av en grad.

Återkomsttiden studeras lämpligen med hjälp av den teknik som utvecklats i delrapport 3(5), i vilken ledningens kapacitet anges i ekvivalent återkomsttid.

Aspekter av riskkaraktär som inte kan prognostiseras med ledning av statistik, kan inte heller bedömas utifrån någon speciell tidsperiod.

Bedömningen av kravuppfyllelse måste därför ske med ledning av företeelsens omfattning och betydelse och eventuellt korrigeras med hänsyn till sannolikheten av att den skall inträffa. Korrektionstalets storlek bestäms utifrån den generella graderingen av kravnivåer i steg 1, och kommer i hög grad att påverkas av de konsekvenser som kan bli följden om företeelsen skulle inträffa.

### 3.10 Viktfaktorer (Steg 8)

De sociala och miljömässiga konsekvenserna av avloppshandlingen varierar från en plats till en annan beroende på lokala omständigheter. De aspekter som behandlats i det föregående kan därför av olika beslutsfattare tillmätas olika grader av betydelse. En möjlighet till inbördes "viktning" är sålunda önskvärd. För att underlätta en sådan viktning kan följande metod användas:

De sociala och miljömässiga sidorna av avloppshandlingen tilldelas vardera 25 viktenheter som skall fördelas mellan de i delrapport 2, konsekvensanalysen, specificerade konsekvenserna. Varje sådan konsekvens tilldelas i genomsnitt 5 enheter. Avvikelser från detta medelvärde blir beroende av den vikt beslutsfattaren lägger i de olika konsekvenserna. Det bör observeras att summan av viktfaktorerna inom en grupp skall uppgå till 25 enheter, och att en höjning av en viktfaktor därför måste kompenseras med motsvarande sänkning av andra faktorer. Ett exempel på en sådan fördelning av viktenheter framgår av följande:

	Medel- värde		Korr. värde
Sociala konsekvenser			
- Fysiska och psykiska obehag	5	-	3
- Sanitära obehag	5	-	6
- Hälsorisker	5	-	7
- Olycks- och skaderisker	5	-	6
- Begränsningar i användningen av mark, fastigheter och anläggningar	5	-	3
Miljömässiga konsekvenser			
- Allmän påverkan	5	-	8
- Påverkan av dricksvatten- försörjning	5	-	3
- Påverkan av bad	5	-	3
- Påverkan av fiske	5	-	3
- Igenväxning (eutrofiering)	5	-	8

De så erhållna värdena skall så fördelas på de aspekter som utvalts att representera avloppssystemets brister. För den första gruppen kan detta få exempelvis följande resultat:

	Korr. värde	Mark- över- svämn.	Källar- över- svämn.	Funkt. avbr.	Eros., sätt., ras	Lukt, gas- utv.
Fys. obehag	3	0,5	1,0	1,0	0,5	-
San. obehag	6	1,0	2,0	2,0		1,0
Hälsorisker	7	1,0	2,5	2,5		1,0
Olycks- och skaderisker	6	1,5	1,5	-	2,0	1,0
Begränsningar	3	0,5	1,0	-	1,5	-
Summa	25	4,5	8,0	5,5	4,0	3,0

För den andra gruppen kan en motsvarande fördelning som resultat av en lokal prioritering få följande utseende:

	Korr. värde	Nat. avr. Dagv. avledn.	Ut- läckn.	Brädd- nöd- avl.	Moment. be- lastn.	Total- be- lastn.
Allm. påverkan	8	1,0	1,0	3,0	2,0	1,0
Dricksvatten	3		3,0	-	-	-
Bad	3	0,8	-	2,0	0,2	-
Fiske	3	1,0	-	1,0	1,0	-
Eutrofiering	8	1,0	0,2	3,0	1,8	2,0
Summa	25	3,8	4,2	9,0	5,0	3,0

Med god kännedom om lokala förhållanden kan objektiviteten vid fördelningen av viktenheter ytterligare ökas genom att konsekvensernas fördelning på olika intressentgrupper såsom boende, handel, industri etc beaktas för den första gruppen, liksom avloppsvattnets innehåll av olika ämnen för den andra gruppen. Dessa samband redovisas i delrapport 2(5).

Som framgår av ovanstående kan relativt stora avvikelser från genomsnittsvärdena 5 bli aktuella vid bedömning av lokala nät. Detta kan vara motiverat av lokala hänsyn och omständigheter.



För att erhålla jämförbara resultat, och då särskilt om resultaten skall jämföras med andra nät eller med ett riksgenomsnitt, bör spridningen av viktvärdena hållas inom bestämda och måttliga gränser. För avvikelse från medelvärdet 5 enheter föreslås därför följande kriterier gälla:

± = Normalt

± = Vanligt

± = Ovanligt (extrema fall)

± = Sällsynt (ytterst extrema fall)

### 3.11 Klassificering (Steg 9)

Den standardklass systemet tillhör beräknas genom att produkten av kravuppfyllelse (korrigerat med hänsyn till återkomstfrekvens eller sannolikhet) och vikt-faktor redovisas för varje aspekt, varpå dessa produkter summeras inom varje grupp.

Summan kan maximalt uppgå till 100 inom varje grupp och resultatet kan därför, om så anses lämpligt, anges i procent. I det följande illustreras som ett exempel hur en sådan uppställning kan se ut.

Objektivitet	Aspekter	Korrig. kravuppfyll.	Vikt-faktor	Produkt
2	Marköversv.	3	4,5	13,5
3	Källaröversv.	2,5	8,0	20,0
3	Funkt. avbr.	1,5	5,5	8,25
2	Erosion, ras	3	4,0	12,0
3	Lukt, gas	3	3,0	<u>9,0</u>
		Summa grupp 1		62,75
4	Nat. avrinn.	4	3,8	15,2
1	Utläckning	3	4,2	12,6
3-4	Brädd. nödavl.	2,5	9,0	22,5
2	Moment. bel.	2,5	5,0	12,5
3	Totalbel.	3	3,0	<u>9,0</u>
		Summa grupp 2		71,8

Vid en nytto/kostnadsvärdering används den framräknade värdena utan avrundning, och avloppssystemets standard i exemplet bedöms sålunda till 62,75/71,8.

Vid en översiktlig klassificering av ett avloppssystem inom relativt stora områden eller block avrundas de framräknade värdena nedåt till närmaste siffra delbar med 5. I ovanstående exempel tillhör då avloppssystemet klass 60 vad avser brukarens intressen och klass 70 vad avser hänsynen till recipienten.

Vare sig utvärderingen syftar till en nytto/kostnadsvärdering eller en översiktlig klassificering skall kontrolleras om underlagsmaterialet, arbetsgången eller resultatet föranleder kommentarer enligt stegen 1 - 4. I föreliggande exempel kan följande kommentarer göras:

Anm: Avloppssystemet är otillfredsställande med avseende på funktionell tillgänglighet (funktionsavbrott).

Anm: Recipientpåverkan har skattats med svagt underlag, speciellt vad avser utläkningsförhållanden.

#### 4. VÄRDERING AV NYTTA AV ÅTGÄRD

##### 4.1 Allmänt

Den nytta som erhålls som resultat av en åtgärd definierades inledningsvis som den standardförbättring eller förbättrade kravuppfyllelse som åtgärden ger upphov till. I praktiken kommer emellertid vissa av de enskilda åtgärderna som erfordras på avloppssystemet i första hand att bestämmas av uppställda minimikrav (restriktionskrav).

De aspekter som vid utvärderingen av kravuppfyllelse erhåller graden 1 eller lägre är just sådana som uppvisar en oacceptabel standard enligt den generella graderingen av kravnivåer i Steg 1, och som därmed faller under uppställda minimikrav. I sådana fall måste åtgärder vidtas oberoende av förhållandena i övrigt.

Kravuppfyllelsegraden 1 - 2 innebär enligt samma generella skala en standard som är direkt otillfredsställande. Dessa förhållanden bör inte heller godkännas och förbättringsåtgärder skall stå högt på prioriteringslistan.

Först sedan samtliga aspekter uppnår kravuppfyllelsegrader mellan 2 och 4 bedöms systemet ha en sådan effektivitet att selektiva åtgärder kan sättas in där dessa ger största totala nytta. I detta läge är det sålunda fråga om att höja den allmänna standarden på avloppssystemet utan att prioritera någon särskild olägenhet eller någon särskild del av avloppshanteringen.

I detta sammanhang bör påpekas att restriktionskrav på vissa delar av en verksamhet lätt kan leda till sub-optimala lösningar.

Beträffande avloppshanteringen omfattar denna en rad olika komponenter. Om endast vissa av komponenterna drabbas av restriktionskrav i form av lägsta godtagbara standard, kommer dessa att prioriteras på bekostnad av andra komponenter för vilka minimikrav ej formulerats.

Sålunda har exempelvis utbyggnaden av avancerade reningsverk under lång tid siktat mot bestämda nivåer med avseende på reningseffekt. Det är dock sannolikt att den samma totala nyttoeffekten skulle kunna uppnås till lägre kostnad om förhållandena på transportsidan på samma sätt uppmärksammades och tillgängliga resurser fördelades optimalt.



De effekter som uppstår i ett avloppsnät till följd av den hydrauliska belastningen är inte geografiskt knutna till den plats där belastningen tillförs nätet. Detta innebär att förhållandena inom ett block kan förorsaka effekter långt utanför blockets gränser. Sålunda kan exempelvis onormala belastningsvariationer inom ett block medföra att ledningsnätet nedströms måste avlastas genom bräddning. Sådana förhållanden beaktas vid utvärderingen av varje enskilt block och därest de uppträder leder detta till en lägre grad av kravuppfyllelse eller standard. Om bräddningen genom någon åtgärd reduceras medför inte längre förhållandena i de uppströms liggande blocken bräddningseffekter, vilket gynnsamt påverkar dessa blocks kravuppfyllelse eller standard. Vid utvärdering av nyttan av en åtgärd inom ett område är det sålunda nödvändigt att studera hur denna påverkar kravuppfyllelsen även inom andra områden eller block.

## 5. VÄRDERING AV KOSTNADER FÖR ÅTGÄRD

### 5.1 Allmänt

Kostnadsvärderingen omfattar sådana effekter som direkt eller indirekt ekonomiskt belastar brukaren via den förvaltning som har ansvaret för avloppshanteringen. Tidigare har åtgärder inom avloppshanteringen i stor utsträckning styrts av punktvisa tekniska/ekonomiska överväganden. För en optimal va-hantering måste emellertid totalekonomiska jämförelser göras mellan olika handlingsalternativ.

Som berördes inledningsvis pågår för närvarande i Norges Teknisk-Naturvetenskapelige Forskningsråds regi ett forskningsprojekt, som just behandlar kostnadsaspekterna i samband med åtgärder på befintliga avloppsnät. I föreliggande arbete kommer dessa frågor därför att behandlas endast översiktligt, och i första hand i syfte att diskutera vissa för avloppshanteringen vanliga frågeställningar och ekonomiska begrepp.

### 5.2 Investeringskostnader kontra driftskostnad

Vid val mellan två olika utföranden eller olika placeringar av t ex ett utjämningsmagasin beräknas dels investeringskostnaderna för de två alternativen, dels driftskostnaderna. En allmän tendens finns att övervärdera betydelsen av en låg investeringskostnad. Orsakerna kan bl a vara ett kortsiktigt synsätt på resurserna. Investeringsanslag upplevs oftare som svårare att finna gehör för än anslag för skötsel och underhåll. På sikt kan emellertid en sådan inställning leda till alltför höga årskostnader i den totala verksamheten. Detta leder också så småningom till ett minskat utrymme för nya och angelägna investeringar.

### 5.3 Inflation och ränta

Vid val av tidpunkt för nyinvestering begås ofta misstaget att blanda ihop ekonomiska begrepp som ränta och inflation. En tidigarelagd investering upplevs ofta som gynnsam "eftersom kostnaderna bara stiger". Vad man då avser är det löpande penningvärdets förändring till följd av inflationseffekterna. Omräknat till dagens penningvärde kan kostnadsstegringen emellertid vara minimal eller t o m negativ. Man bör också beakta att pengarna som investeras inte binds utan kostnad (ränta). Den årliga räntekostnaden beror på den valda "räntefoten" som kan uttrycka kommunens kostnad för lånat kapital. Valet av ränta kan avgöra vilket av två alternativ som blir det ekonomiskt mest fördelaktiga.

#### 5.4 Alternativ utbyggnadstakt

Om kapaciteten på en anläggning eller en del av ett ledningsnät dimensioneras efter uppskattad maxbelastning från en överoptimistisk befolkningssiffra, så blir såväl kapitalkostnaderna (avskrivning och ränta) som driftskostnaderna onödigt höga under ett antal år framåt. En successiv utbyggnad av t ex en pumpstation med flera små pumpar i stället för en stor skulle gett möjlighet att vid ett senare tillfälle göra betydligt mera tillförlitliga beräkningsförutsättningar. Det kan då visa sig att den ursprungliga planerade standarden eller kapaciteten varit alltför hög. Osäkerheten i förutsättningarna bör således beaktas. Den snabba utbyggnaden leder sannolikt även till ett ojämnt och därmed dyrare utnyttjande av resurser som personal, material och utrustning.

#### 5.5 Utvärdering av åtgärder i avloppssystemet

De begränsade resurserna (material, personal, utrustning, pengar) nödvändiggör en noggrann jämförelse mellan olika alternativa åtgärder. Den ekonomiska handläggningen varierar från fall till fall beroende på aktuella omständigheter. Det intressanta kostnadsbegreppet är normalt de totala kostnaderna per år.

Den totala årskostnaden för en åtgärd är summan av ändringar i:

- a) Årliga kapitalkostnader för investerat kapital.
- b) Årliga underhållskostnader för skötsel och underhåll av kapitalet.
- c) Årliga driftskostnader för behandling (energi, kemikalier etc).

I de fall då årskostnaderna är konstanta under hela analysperioden är dessa direkt jämförbara för olika alternativa åtgärder. Om däremot årskostnaderna varierar från ett år till ett annat eller om en alternativ utbyggnadstakt skall utvärderas kan förslagsvis nuvärdet av kostnaderna för de olika alternativen beräknas. Härvid kan antingen en realekonomisk eller finansiell kalkyl göras.

#### Realekonomisk kalkyl

Vid den realekonomiska kalkylen bör fasta priser och en tillhörande real kalkylräntefot användas:



- a) Kapitalkostnaderna kan beaktas normalt som nuvärdet av investeringsbeloppet - eller möjligen av årliga avskrivningar och räntor
- b och c) Nuvärdet av drift- och underhållskostnaderna under den ekonomiska livslängden.

Den realekonomiska kalkylen är lämplig när man ej kan göra antaganden om finansieringssätt och när man önskar göra en utvärdering av alternativ ur allmän synvinkel.

#### Finansiell kalkyl

Vid den finansiella kalkylen bör löpande priser och en nominell kalkylräntefot användas:

- a) Kapitalkostnaderna beaktas normalt som summan av dels årliga kostnadsräntor och amorteringar av lånefinansierat investeringsbelopp, dels investeringsbelopp som är finansierat med eget kapital
- b och c) Nuvärdet av drift- och underhållskostnaderna under den ekonomiska livslängden.

Den finansiella kalkylen kan vara lämplig när finansieringsförutsättningarna är helt klara och det budgetmässigt bästa alternativet söks ur förvaltningens mer snäva synvinklar. Detta kalkylsätt innebär ju bl a att lösningar med lånefinansierade investeringar blir lönsammare ju mer framtida inflation man spekulerar i.

I bägge fallen kan givetvis nuvärdet fördelas till årliga annuiteter, dvs genomsnittliga totala årskostnader under den ekonomiska livslängden. Därvid används samma kalkylräntefot som vid nuvärdeberäkningen. Årskostnaderna blir uttryckta i fast penningvärde i den realekonomiska kalkylen och i löpande penningvärde i den finansiella kalkylen.

#### Exemplet läckvatten

I befintliga avloppssystem är drän- och läckvattnet många gånger en ekonomisk faktor av betydelse. Denna fråga har närmare behandlats i VAV's publikation P33 november 1978 och berörs här endast i syfte att underlätta bedömningarna vid sökande efter och avgränsningar av ledningsavsnitt där tätning kan vara ekonomiskt fördelaktigt.

Att fastställa den ekonomiska gränsen för lönsamma åtgärder försvåras av flera orsaker, varav kan nämnas:

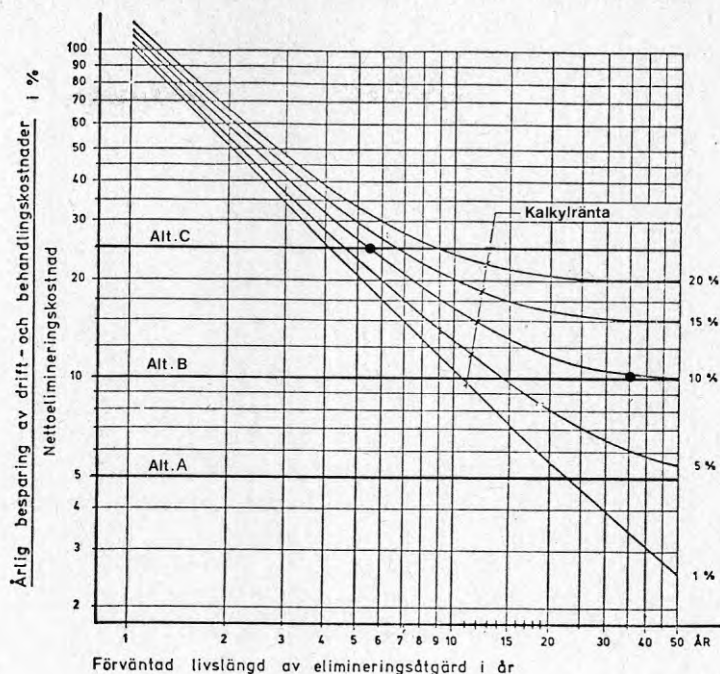
- a) Dränvattnet är många gånger avsiktligt tillfört avloppssystemet och dess omfattning kan sällan fastställas och skiljas från läckvattnets.
- b) Läckvattnet härrör i stor utsträckning från otäta servisledningarna. Fördelningen mellan servis- och huvudledningarna kan inte fastställas.
- c) Inläckningens omfattning varierar med grundvattnets variation, nederbörd etc samt inom och mellan olika ledningsavschnitt.
- d) Kostnaderna för förekommande renoveringsmetoder skiftar beroende på metod, ledningslängd, ledningsdiameter osv.
- e) Den tekniska livslängden för de olika renoveringsmetoderna varierar och är dessutom i många fall otillräckligt känd.

Om läckvattnet inte förorsakar olägenheter för brukaren eller i recipienten, studeras endast den ekonomiska nyttan av en åtgärd. Nedanstående diagram syftar till att belysa de samband som är avgörande för en åtgärds lönsamhet när man - som när det t ex gäller läckage - har årliga kostnader som är förorsakade av systembristen.

Minskandet eller eliminerandet av läckvattenmängden kan ske genom reparationer av lokala defekter, genom utbyte/nyanläggning samt genom tätande av existerande system med användande av någon eller några renoveringstekniker.

Kostnaden härför kallas i det följande elimineringskostnader. Dessa skall jämföras med dels de årliga drift- och behandlingskostnadsminskningarna, dels med eventuella minskade utbyggnadsinvesteringar i andra delar av systemet. Dessa kostnadsminskningar dras ifrån den totala elimineringskostnaden, därav erhålles nettoelimineringkostnaderna.

Jämförelse av dessa med de årliga drift- och behandlingskostnadsbesparingarna kan ske med hjälp av diagrammet i Figur 1, sid 25. Detta diagram utgår dels från kvoten mellan drift- och behandlingskostnadsbesparingarna och nettoelimineringkostnaderna, dels från den förväntade livslängden hos elimineringsåtgärden. Diagrammet visar den åtgärd som ger den högsta avkastningen. Ingen åtgärd bör dock vidtagas om avkastningen ej överstiger det minimikrav som kommunen uppställt i form av kalkylränta.



Figur 1

Anm: Nettoelimineringsskostnad är kostnad för den aktuella åtgärden (reparation av lokala defekter, utbyte, nyanläggning, tätning medelst renovering etc) minus den årliga kostnaden (t ex av: utbyggnadsinvesteringar, drift och underhåll, transport och reningskostnader etc som åtgärden eller åtgärderna medför).

Kurvorna i figuren är generella. För att underlätta förståelsen av diagrammet har följande exempel illustrerats:

En läcka i en avloppsledning kostar i drift- och behandlingskostnader 10 000 kr/år. Ett antal renoveringsalternativ, A - C, finns att tillgå, vilka varierar i pris och livslängd, enligt tabellen nedan. Kalkylräntan är 10 %.

Alternativ	a	b	c	a/c %	Antagen livslängd år
	Årlig besparing kr	Elim. kostnad kr	Netto elim. kostnad kr		
A	10 000	200 000	190 000	5	50
B	10 000	110 000	100 000	10	35
C	10 000	50 000	40 000	25	15

Alt A blir aldrig ekonomiskt under dess livstid.

Alt B är på gränsen till ekonomi när livstiden är slut.

Alt C är ekonomiskt redan efter 5,5 år och ger, jämfört med en oreparerad läcka avkastning de kvarstående åren av dess livstid.

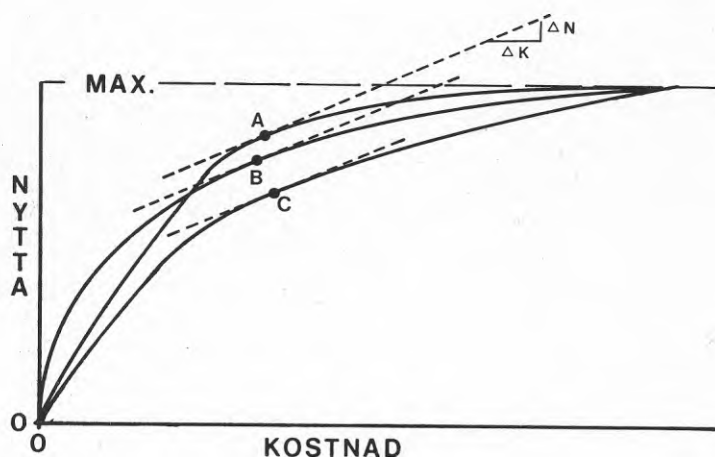


## 6. NYTTO/KOSTNADSVÄRDERING

6.1 Optimal resursfördelning

En nytto/kostnadsvärdering bygger på jämförelse mellan utbyte, resultat eller nytta å den ena sidan och kostnader, insatser eller uppoffringar å den andra. Det är uppenbart att dessa parametrar endast i undantagsfall kan mätas med samma skalor. I det föregående har diskuterats en teknik med vilken nyttan av åtgärder på befintliga avloppssystem kan mätas och uttryckas. Med en sådan fastställd nyttskala kan teoretiskt konstrueras en kurva för anläggningar med optimal utformning och drift, där varje kostnadsläge motsvaras av en maximal standard. Om inga direktiv föreligger beträffande önskad standard eller ekonomiska begränsningar, kan insatserna variera betydligt och ändå representera optimala insatser.

Enligt nationalekonomiska teorier är villkoret för optimal resursfördelning att den "vägda gränsnyttan" är konstant, dvs att resurserna skall fördelas mellan olika verksamheter eller mellan olika förbättringsåtgärder på sådant sätt att den nytta som erhålls av den "sista kronan" är lika stor inom alla områden, se Figur 2.



Figur 2

Figuren visar nyttokostnadsrelationerna för tre olika systembrister. Varje kurva förenar de tekniskt ideala lösningar som till givna kostnader maximerar nyttan. Punkterna A, B och C visar exempel på lösningar som har en gemensam gränsnytta per kostnadskrona. Om punkterna motsvarar lösningar, vilkas adderade kostnader är lika med resursgränsen, så har kostnaderna fördelats optimalt, trots att de tre projekten leder till olika nyttonivåer.

Alla åtgärder som uppvisar nytto/kostnadsrelationer som är större eller lika med den vägda gränsnyttan skall således i princip genomföras. Teoretiskt sett är därmed alla aktuella åtgärder identifierade och deras omfattning fastställd såväl individuellt som totalt.

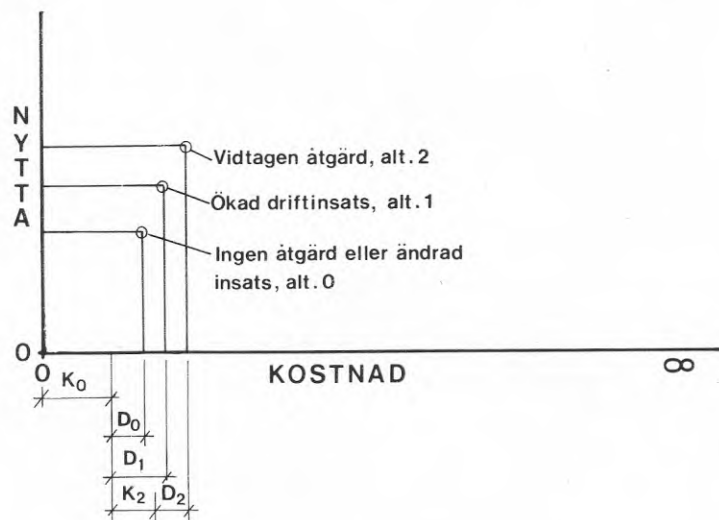
Kriteriet för optimal resursfördelning är sålunda att den vägda gränsnyttan skall vara konstant.

Kriteriet förutsätter att standarden eller nyttan inom varje verksamhet är mätbar och att kostnaderna för att uppnå dessa olika standard- eller nyttonivåer är kända. Vidare förutsätter det att resultaten från olika verksamheter är inbördes jämförbara.

Att fastställa den vägda gränsnyttan är därför i realiteten mycket svårt. I praktiken bestäms i stället avvikelserna från en optimal resursfördelning genom begränsningar med avseende på lägsta godtagbara standard (minimkrav) eller högsta godtagbara kostnad (resursgräns). Inom ramen för dessa restriktioner förväntas förvaltningen sträva efter att resurserna används optimalt, dvs att anläggningens standard/kostnadspunkt skall hamna på kurvan för optimal utformning och drift.

## 6.2 Optimal resursanvändning

Vid beslut om åtgärder på ett avloppssystem måste hänsyn tas till förändringar av såväl den kostnad som den aktuella investeringen medför som den nytta åtgärden innebär i form av en förbättrad kravuppfyllelse eller standard med avseende på brukaren och/eller recipienten. Som tidigare beskrivits kan nytta och kostnaden ej anges i samma enhet. Begreppen nytta och kostnad studeras därför bäst tillsammans i ett nytto/kostnadsdiagram, se Figur 3.



Figur 3

$K_0$  = kapitalkostn. för bef. anl.  
 $D_0$  = aktuell driftskostn. för bef. anl.  
 $D_1$  = driftskostn. för bef. anl.  
 $K_2$  = kapitalkostn. för åtgärd  
 $D_2$  = driftskostn. för åtgärdad anl.

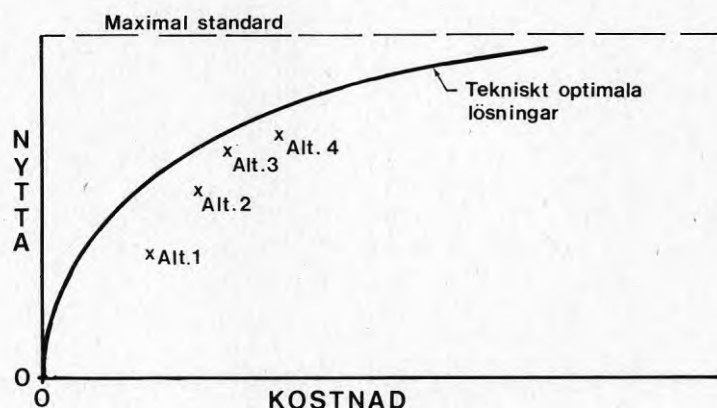
I figurens diagram införs nyttan och kostnaden (nytto/kostnadspunkten) för alternativa anläggningsutformningar och/eller driftsinsatser. I figuren redovisas ett exempel på tre alternativ som skall bli föremål för en värdering. Det alternativ som bör väljas är beroende av det kriterium eller de kriterier som skall ligga till grund för bedömningen. De kriterier som vanligen kan tillämpas är följande:

- optimal utformning och drift
- minimkrav
- maximal ekonomisk resursgräns.



### 6.3 Optimal utformning och drift

Anläggningar med optimal utformning och drift ger för varje kostnadsläge en maximal standard. Standard/kostnadsrelationen ger då en kurva med den principiella form som visas i Figur 4.



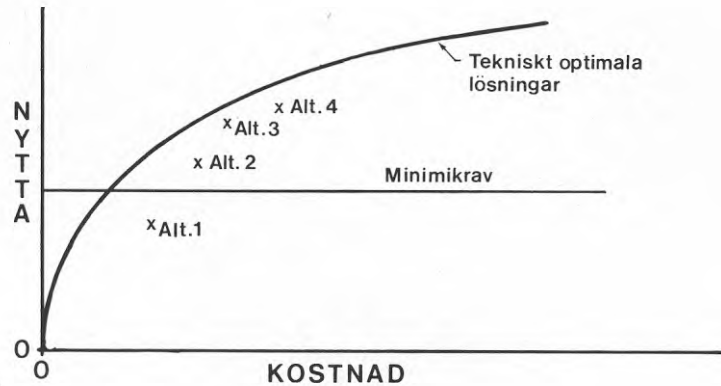
Figur 4

Den i figuren redovisade kurvans form och läge är svår att exakt ange. Genom studium av ett antal alternativa anläggningar kan dock kurvans ungefärliga form och läge bestämmas. Det bör observeras att standard/kostnadspunkten för samtliga alternativ ligger under den ideala kurvan. Det bör också noteras att denna kurva ändras med den tekniska utvecklingen.

Optimal utformning och drift är ett grundläggande kriterium som bör beaktas vid varje värdering. Strävan skall vara att varje anläggnings standard/kostnadspunkt hamnar på den optimala kurvan. Av de i figuren visade exemplen ligger alternativ 1 och 3 närmast kurvan och bör därför vara att föredra framför övriga alternativ. Vilket av de båda alternativen som bör väljas får bestämmas med ledning av andra kriterier.

#### 6.4 Minimikrav

Vid de flesta nytto/kostnadsvärderingar förekommer kriteriet minimikrav. Detta krav representeras av en horisontell begränsningslinje i nytto/kostnadsdiagrammet, se Figur 5.

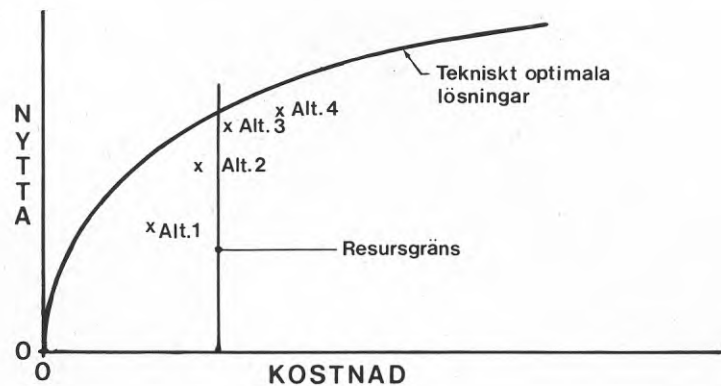


Figur 5

Av de i figuren visade exemplen framgår att alternativ 1 ej kan ifrågakomma. Vilket av de övriga alternativen som bör väljas är beroende av andra kriterier. Skulle inga andra kriterier finnas gäller att minimikravet skall uppfyllas till lägsta möjliga kostnad.

#### 6.5 Ekonomisk resursgräns

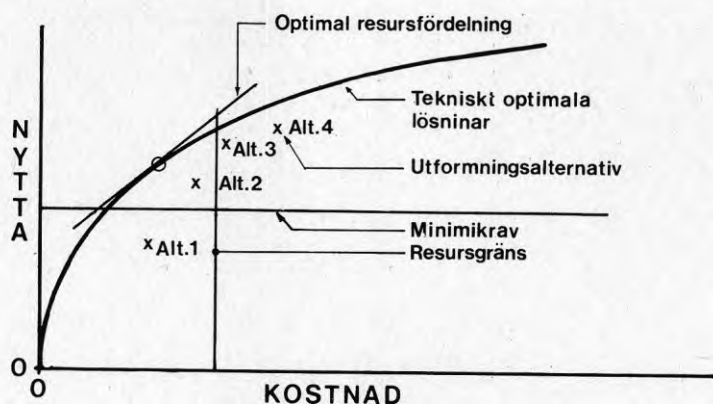
I samtliga nytto/kostnadsvärderingar måste hänsyn tas till att de ekonomiska resurserna är begränsade. Denna begränsning representeras av en vertikal linje i diagrammet, se Figur 6.



Figur 6

Av de i figuren visade alternativen kräver alternativet 3 större resurser än vad som finns tillgängligt. Detta alternativ kan således inte ifrågakomma. Vilket av de övriga alternativen som bör väljas bestäms med ledning av andra kriterier.

Bedömningskriterierna framgår tydligare av Figur 7.



Figur 7

Begränsningarna är resultat av politiskt fattade beslut och utgör närmevärden för punkten för den vägda gränsnyttan. Desto mer nyttoproblematiken kan penetreras, ju snävare kan dessa begränsningar sättas, och ju mindre blir utrymmet för avsteg från den optimala fördelningen och användningen av tillgängliga resurser.



## ÖVERSIKT ÖVER AKTUELLA LAGAR, FÖRESKRIFTER, RÅD OCH ANVISNINGAR FÖR VA-OMRÅDET

### Inledning

Olika typer av anläggningsarbeten inom va-området är idag kringgärdade av ett stort antal lagar och förordningar eller andra villkor som måste uppfyllas. Lösningen av olika tekniska problem kommer således att ligga inom vissa givna ramar, vilka bestäms av de redan från början uppställda kraven från myndighetshåll.

I det följande skall presenteras en översikt över de viktigaste kraven. Förteckningen gör, trots sin omfattning, ej anspråk på att vara helt komplett. Den belyser emellertid väl problemområdets komplexitet och svårigheten att få en överblick över gällande bestämmelser och kan vidare illustrera behovet av översyn, sammanställning och samordning av bestämmelserna inom detta område.

Kraven är uppdelade på kravnivåer enligt följande:

Globala krav Sådana krav som, exempelvis genom att ha antagits av Förenta Nationerna, kan anses gälla över hela jordklotet.

Internationella krav Sådana krav, som efter särskild överenskommelse skall gälla mellan två eller flera berörda länder.

Nationella krav Riksomfattande krav, utfärdade av statliga myndigheter, i form av olika allmänna lagar och förordningar.

Regionala krav Sådana krav, som endast är tillämpliga för en viss del av landet, t.ex. län.

Lokala krav Sådana krav, som uppställts av lokala myndigheter och vilka således har mycket begränsad tillämpning, t ex inom en enskild kommun.

Krav på speciella typer av anläggningar Sådana krav, som i och för sig kan gälla nationellt men som endast omfattar vissa typer av anläggningar eller avloppsvatten.

Inom varje kravnivå enligt ovan skulle man i princip kunna skilja mellan tre olika typer av kravställare, nämligen:

- a) Myndigheters krav
- b) Fackliga krav
- c) Allmänhetens krav

Floran av lagar och förordningar är speciellt rikhaltig inom den förstnämnda kravställargruppen, varför föreliggande översikt främst kommer att koncentreras till denna grupp. Allmänhetens krav är ofta mycket svåra att definiera eftersom de aldrig får formen av en direkt lag eller förordning.

För att i det följande skilja mellan olika grader av krav görs följande uppdelning:

- L = Lagar  
F = Föreskrifter. Förordningar  
R = Råd  
A = Anvisningar

#### Globala krav

Såvitt känt finns ännu inga globala krav inom va-området. Visst arbete i denna riktning har dock påbörjats i och med Förenta Nationernas engagemang i olika miljövårdsfrågor.

Internationella krav

1. Lagen med anledning av miljöskyddskonventionen den 19 febr. 1974 mellan Danmark, Finland, Norge och Sverige. (L)
2. Gränsälvsöverenskommelsen mellan Sverige och Finland den 16 sept. 1971. (L)
3. Överenskommelse mellan Sverige och Danmark den 5 april 1974 för att skydda Öresund mot föroreningar. (L)
4. Östersjökonventionen. Överenskommelse mellan länderna kring Östersjön om begränsning av föroreningsutsläpp. Konventionen har hittills ratificerats av Sverige och Finland. (L)

Nationella krav

1. Lagen om allmänna vatten- och avloppsanläggningar (L)
2. Anläggningslagen (L)
3. Arbetarskyddslagen (L)
4. Lagen om betalningsföreläggande för fordringar på avgifter till huvudman för allmän vatten- och avloppsanläggning (L).
5. Brandlagen (L)
6. Byggnadslagen och Byggnadsstadgan (L)
7. Lagen om förbud mot dumpning av avfall i vatten (L)
8. Lagen om förvaltning av samfälligheter (L)



9. Hälsovårdsstadgan (L)
10. Lagen om kommunal beredskap (L)
11. Kommunala renhållningslagen (L)
12. Lagen om kommunala renhållningsavgifter (L)
13. Ledningsrättslagen (L)
14. Miljöskyddslagen (L)
15. Kungörelse om statsbidrag till avloppsreningsverk (R).
16. Kungörelse om statsbidrag till miljövårdande åtgärder inom industrin (R).
17. Kungörelse om statligt stöd till avfallsbehandling (R).
18. Kungörelse om statsbidrag till miljövårdande åtgärder inom jordbruks- och trädgårdsföretag (R).
19. Naturvårdslagen (L).
20. Lagen om uppgiftsskyldighet vid grundvattentäktsundersökning och brunnsborrning (L).
21. Vattenlagen (L)
22. Bakteriologiska vattenundersökningar. Socialstyrelsen (R + A)
23. Anslutning av klosett till slutna behållare utan avlopp. Socialstyrelsen. (R + A)

24. Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar. Socialstyrelsen (R + A).
25. Skyddsåtgärder för personal vid vatten- och avloppsverk. Socialstyrelsen (R + A).
26. Användning av rötslam som jordförbättringsmedel. Socialstyrelsen (R + A).
27. Allmänna anvisningar beträffande korsning mellan rörledning och statens järnvägars linje. SJ. (A).
28. Tjäl djupet i Sverige. SNV. (R)
29. Bedömningsgrunder för svenska ytvatten. SNV. (R)
30. Vattenskyddsfrågor vid fritidsbebyggelse. SNV. (R).
31. Skydd av vattentäcker. SNV. (R).
32. Riktlinjer för recipientundersökningar. SNV. (R)
33. Utsläppskontroll vid kommunala avloppsanläggningar. SNV. (R).
34. Kommunernas hantering av avloppsslam. SNV. (R).
35. Sjörestaurering - anvisningar angående restaurering av starkt förorenade vattenområden. SNV. (A).
36. Små avloppsanläggningar. Rening av spillvatten från enstaka fastigheter. SNV. (R).
37. Statsbidrag till avloppsreningsverk. SNV. (K).
38. VA-byggnorm. Statens Planverk. (F + A)

39. VA-taxa. Normalförslag till taxa för byggnadslovsprövning av VA-installation. Statens Planverk. (R).
40. Vattenförsörjning och avlopp under civilförsvarsberedskap. Statens Planverk. (R).
41. Föreskrifter för ledningsarbeten inom väg- och gatuområden. Statens Vägverk. (F).
42. Mark-AMA. Byggandets samordning AB (R + A).
43. Föreskrifter om planläggning av vattenförsörjning för brandsläckning i krig. Civilförsvarsstyrelsen. (F).
44. Anvisningar för vattenverks anordnande för brandsläckning. VAV. (A).
45. Normalbestämmelser för beteckningar till gatu- och nedstigningsbrunnar. VAV. (A).
46. Allmänna vattenledningar. Beräkningsnormer - Motivering till normerna - Anvisningar för utförande och underhåll, VAV. (A).
47. Anvisningar för kvalitetskontroll av gummiringsfogade betongrör till täta självfallsledningar (F-rör, laboratorieprovning), VAV. (A).
48. Anvisningar för täthetsprovning i fält av gummiringsfogade betongrörsledningar för självfall (F-rörsledningar, fältprovning), VAV. (A).
49. Anvisningar för rör, rördelar och brunnar av betong till dräneringsledningar och trummor, 1975. Ersätter 1949 års betongrörsnormer, VAV. (A).
50. Läcksökning på va-nät, VAV. (A).



51. Läggningsdjup för va-ledningar i jord med hänsyn till tjäle, VAV. (A).
52. Livslängden hos betongrör utsatta för korrosion genom angrepp av kolsyrahaltigt vatten, VAV. (A).
53. Dimensioneringsprinciper för plaströr i jord, VAV. (A).
54. Anvisningar för provning i fält av plaströrsledningar för självfall (Plaströrsledningar, fältprovning), VAV. (A).
55. Normalförslag till Allmänna bestämmelser för brukande av kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning, ABVA. VAV. (A).
56. Normalförslag till vatten- och avloppstaxor enligt 1970 års va-lag, VAV. (A).
57. Anvisningar för kvalitetskontroll av gummiringsfogade brunnsdelar och betong till täta nedstigningsbrunnar (TB-brunnar, fabriksprovning), VAV. (A).
58. Anvisningar för täthetsprovning i fält av gummiringsfogade nedstigningsbrunnar av betong (TB-brunnar, fältprovning), VAV. (A).
59. Driftkontrollanvisningar för vattenverk, VAV. (A).
60. Självkostnad, självfinansiering och utvecklingskostnad vid allmän va-anläggning, VAV. (A)
61. Aspekter på brukningstaxor för vatten och avlopp, VAV. (A).
62. Spolning och desinfektion av vattenledningar. Under arbete, VAV. (A).

63. Industriavlopp, normalavtal och taxa för anslutning av industri till kommunal avloppsanläggning, VAV. (A)
64. Anläggningsavgift för va vid sanering. Förslag till regler för anläggningsavgift m m vid ny bebyggelse på förut bebyggd mark. VAV (A).
65. Anvisningar för beräkning av allmänna avloppsledningar, VAV. (A).
66. Reparationsberedskap. Anvisningar för beredskapsorganisation och för insatser vid driftstörningar på kommunala va-ledningsnät, VAV. (A).
67. Vattenprognos 1975-2000. Riktvärden vid dimensionering av kommunala vattenförsörjningsanläggningar, VAV. (A).
68. Utjämningsmagasin i avloppsnät. Synpunkter på principutformning, användning och dimensionering, VAV. (A).
69. Vatten för brandsläckning. Anvisningar för alternativt system för brandvattenförsörjning. Under arbete. VAV. (A).
70. Oljeskydd vid golvavlopp, VAV. (R)
71. Industriavlopp - gränsvärden. Villkor för utsläpp av skadliga ämnen i kommunal avloppsanläggning. VAV. (R).
72. Avloppsanläggningar. Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 117. (A).

#### Regionala krav

1. Hushållning med mark och vatten, SOV. (F)
2. Specialföreskrifter från de olika länsstyrelserna (F).

Lokala krav

1. Lokala hälsovårdsstadgar (L).
2. Lokala dimensioneringsanvisningar (A).
3. Lokala tillämpningsföreskrifter till VA-byggnormen. (F).
4. Lokala tillämpningsföreskrifter till Mark-AMA. (F).
5. Ålägganden från koncessionsnämnd och länsstyrelse. (F).

Krav på speciella typer av anläggningar

1. Förordning om brandfarliga varor (F).
2. Lagen om hälso- och miljöfarliga varor (L).
3. Desinfektion av avloppsvatten från sjukhus. Socialstyrelsen (R + A).
4. Vatten- och luftföroreningar från ytbehandlingsanläggningar. SNV. (R).



INTERNATIONELLA	NATIONELLA		REGIONALA OCH LOKALA	
<p>Miljöskyddskonvention, Sv., Danm., Finl., Norge (L)</p> <p>Gränsöversverenskommelse, Sv., Finl. (L)</p> <p>Öresundsöverenskommelsen, Sv., Danm. (L)</p> <p>Östersjökonventionen, Sv., Finl. (L)</p>	<p>VA-lagen (L)</p> <p>Anläggningslagen (L)</p> <p>Arbetskyddslagen (L)</p> <p>Lagen om betalningsföreläggande (L)</p> <p>Brandlagen (L)</p> <p>Byggnadslagen och byggnadsstadgan (L)</p> <p>Lagen om dumpning av avfall (L)</p> <p>Lagen om förvaltning av samfällighet (L)</p> <p>Hälsöversöversstadgan (L)</p> <p>Lagen om kommunal beredskap (L)</p> <p>Kommunala renh.lagen (L)</p> <p>Lagen om kommunala renh.avgifter (L)</p> <p>Ledningsrättslagen (L)</p> <p>Miljöskyddslagen (L)</p> <p>Naturvårdslagen (L)</p> <p>Lagen om uppgiftsskyldighet vid grundvattenundersökning (L)</p>	<p>Vattenlagen (L)</p> <p>Föreskrifter om planläggning av VA för brandsl. i krig, Civ.förs.v.styr. (F)</p> <p>Kungörelse om statsbidrag till avl.ren.v. (K)</p> <p>Kung. om statsbidrag till miljövärdande åtg. inom industrin (K)</p> <p>Kung. om statligt stöd till avf.behandling (K)</p> <p>Kung. om statsbidrag till miljövärdande åtg. inom jordbr.- o. trädgårdsföretag (K)</p> <p>Bakteriologiska vattenundersökningar, Soc.styr. (RA)</p> <p>Anslutning av klosett till sluten behållare, Socialstyrelsen (RA)</p> <p>Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar, Socialstyrelsen (RA)</p> <p>Skyddsåtgärder för personal vid VA-verk, Socialstyrelsen (RA)</p> <p>Användning av rötslam som jordförbättringsmedel, Socialstyrelsen (RA)</p>	<p>Bedömningsgrunder för svenska ytvattnen, SNV (R)</p> <p>Vattenskyddsfrågor vid fritidsbebyggelse, SNV (R)</p> <p>Skydd av vattentäkter, SNV (R)</p> <p>Riktlinjer för recipientundersökningar, SNV (R)</p> <p>Utsläppskontroll vid kommunala avloppsanläggningar, SNV (R)</p> <p>Kommunernas hantering av avloppsslam, SNV (R)</p> <p>Sjöstaurering, SNV (R)</p> <p>Små avloppsanläggningar SNV (R)</p> <p>VA-byggnorm, Statens planverk (R)</p> <p>VA-taxa, Statens planverk (R)</p> <p>VA under civilförsvärsberedskap, Statens planverk (R)</p> <p>+ ett stort antal VAV-publikationer</p>	<p>Hushållning med mark och vatten, SOU (F)</p> <p>Specialföreskrifter från länsstyrelser (F)</p> <p>Lokala hälsöversöversstadgar (L)</p> <p>Lokala dimensioneringsanvisningar (A)</p> <p>Lokala tillämpningsföreskrifter till VA-byggnorm (F)</p> <p>Aläganden från kommissionsnämnd och länsstyrelse (F)</p>
<p>ALLMÄNNA</p> <p>VA-FRÅGOR</p>	<p>Föreskrifter för ledningsarbeten inom väg- och gatuumråden, Statens vägverk (F)</p>	<p>Mark-AMA (R)</p> <p>VAV P28 Anvisningar för beräkning av allmänna avloppsledningar (A)</p> <p>VAV P10 Anvisningar för täthetsprovning i fält av gummiringfögade betongrör (A)</p>	<p>Lokala tillämpningsföreskrifter till MarkAMA (F)</p>	
<p>ISO-normer och rekommendationer</p>	<p>SIS (asbestcement bla)</p> <p>SMS (PVC, PEL, PEH, segjärn, stål bla)</p> <p>VAV (PVC, PEL, PEH, betong)</p>	<p>VAV P17 Anvisningar för provning i fält av plastförsledningar för självfall (A)</p> <p>+ ett stort antal VAV-publikationer</p>	<p>Lokala tillämpningsföreskrifter till MarkAMA (F)</p>	
<p>RÖR OCH MATERIAL</p>	<p>För olika material finns normer utgivna avseende bland annat material, mätt, provning och kontroll samt användning. Bland utgivarna märks:</p>	<p>SFF (PVC, PEL, PEH)</p> <p>IVA (stål)</p> <p>DIN-normer (stål)</p>		



STOMSYSTEM

5 (5) - PRAKTISK TILLÄMPNING

Befintliga avloppssystem - Metoder  
för värdering av olägenheter och  
åtgärder



## INNEHÅLL

	Sid
1. BAKGRUND	1
2. INLEDNING	2
2.1 Allmänt	2
2.2 Syfte	2
2.3 Sammanfattning	2
3. REDOVISNING AV AVLOPPSSYSTEMET	4
3.1 Undersökningsområdets avgränsning, egenskaper, upptagningsområden - stomplan	4
3.2 Avloppssystemets egenskaper, transportsystemets verkningssätt - stomnät	5
4. AVLOPPSSYSTEMETS FUNKTION - KONSEKVENSPANALYS	7
4.1 Allmänt	7
4.2 Fysiska effekter till följd av utformning och kondition	7
4.21 Avloppssystemets utformning	7
4.22 Avloppssystemets kondition	8
4.3 Sociala konsekvenser - Brukaren	9
4.4 Miljömässiga konsekvenser - Recipienten	10
4.5 Ekonomiska konsekvenser - Förvaltningen	11
5. RESURSANALYS	13
5.1 Allmänt	13
5.2 Formulering av krav beträffande bräddvattenutsläpp till den lokala recipienten Kvillebäcken	14
5.3 Förslag till kravnivå beträffande bräddvattenutsläpp till den lokala recipienten Kvillebäcken	16
5.4 Kontroll av huvudledningarnas prestanda	18

	Sid	
5.5	Placering av utjämningsmagasin	22
5.51	Alternativ 1	22
5.52	Alternativ 2	23
5.53	Alternativ 3	24
5.54	Alternativ 4	25
5.55	Alternativ 5	26
5.56	Alternativ 6	27
5.6	Förslag till placering av utjämningsmagasin	28
5.61	Alternativ 1	28
5.62	Alternativ 4	28
5.63	Alternativ 6	28
6.	NYTTO/KOSTNADSANALYS	29
6.1	Nyttovärdering av åtgärdsalternativ	29
6.11	Alternativ 1	30
6.12	Alternativ 4	31
6.13	Alternativ 6	32
6.2	Kostnadsvärdering av aktuella åtgärder	34
6.21	Allmänt	36
6.22	Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp (Alt 1, 4 och 6)	34
6.23	Åtgärd på Slätta damms utlopp (Alt 4 och 6)	35
6.24	Utjämningsmagasin i form av betongbassänger (Alt 6a)	35
6.25	Flödesutjämning i ledningsnätet (Alt 6b)	37
6.3	Kostnader för aktuella åtgärdsalternativ	38
6.31	Alternativ 1	38
6.32	Alternativ 4	38
6.33	Alternativ 6a	38
6.34	Alternativ 6b	39
6.4	Nyttto/kostnadsvärdering	39
6.5	Kommentarer	41

<u>Bilagor:</u>	Nr
Områdesdata	1
Kontroll av drän- och läckvattnets omfattning och fördelning	2
Kontroll av skötsel och underhållskostnadernas omfattning och fördelning	3

<u>Textplanscher:</u>	Nr
Konsekvensanalys	1
Stomplan	2
Grundbeskaffenhet	3
Stomnät	4
Delområde A från A 00.00 till A 18.09	5
Sammanställning	6
Ledning A:s kapacitet och basbelastning	7
Ledning G:s kapacitet och basbelastning	8



50856  
BFR-GBG Komb system

1. BAKGRUND

Föreliggande rapport ingår som del 5 i slutredovisningen av forskningsprojektet "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och åtgärder". Projektet, som samfinansieras av Statens Råd för byggnadsforskning, Göteborgs VA-verk och VBB har pågått sedan 1976. Projektet redovisas i följande delrapporter:

- 1(5) Bakgrund och sammanfattning
- 2(5) Konsekvensanalys
- 3(5) Resursanalys
- 4(5) Nyttokostnadsanalys
- 5(5) Praktisk tillämpning

I delrapport 1(5) redovisas bakgrunden till forskningsprojektet samt lämnas en del sammanfattande synpunkter på hur resultaten skall användas.

Delrapport 2(5) behandlar de oönskade effekter, som kan uppstå till följd av samhällets avloppshantering. Den redovisar hur dessa effekter kan identifieras och sammanställas. Vidare studeras vilka konsekvenser de olika effekterna kan medföra.

Förekommande effekter och konsekvenser kan ibland motivera en mer detaljerad studie av delar av det aktuella avloppssystemet. I delrapport 3(5) presenteras en metod, speciellt anpassad för en sådan genomgång. Metoden karakteriseras av att den hydrauliska belastningens ursprung spåras och följs genom hela flödesförloppet.

För att rätt kunna bedöma och välja saneringsåtgärder kan det vara nödvändigt att använda sig av en värderingsteknik, som beskriver nyttan av alternativa åtgärder, och som belyser förhållandet mellan nytta och kostnad. I delrapport 4(5) redovisas hur en sådan teknik kan utformas.

I föreliggande delrapport 5(5) slutligen, ges ett exempel på tillämpningen av de i de 4 övriga delrapporterna redovisade analysmetoderna.

## 2. INLEDNING

### 2.1 Allmänt

I samråd med Göteborgs VA-verk utvaldes ett område såsom undersökningsområde för att användas som exempel. I arbetet med forskningsprojektet har framtagits ett omfattande material, som hänför sig till detta speciella undersökningsområde. Materialet har dels tillkommit i samband med framtagandet av de metoder, som beskrivits i delrapporterna 2(5), 3(5) och 4(5) och dels som underlag för de analyser, som redovisas i föreliggande rapport.

Materialet i sin helhet skulle knappast ge läsaren något meningsfullt utbyte och sammanställs därför i en särskild "arkiv-bilaga", som inte bifogas denna rapport. Utdrag ur detta material redovisas emellertid i den utsträckning det anses underlätta för läsaren att tillgodogöra sig rapportens sakinhåll.

### 2.2 Syfte

Delrapportens syfte är att testa och verifiera de teorier och metoder som arbetats fram i delrapporterna 2(5), 3(5) och 4(5) samt att analysera och framlägga konkreta förslag till åtgärder för det utvalda undersökningsområdet.

### 2.3 Sammanfattning

Föreliggande delrapport behandlar avloppsförhållandena inom ett område på Hisingen i Göteborg. En analys av de konsekvenser avloppshanteringen ger upphov till har sammanställts på Textpl 6. De olägenheter brukaren upplever utgörs till stor del av skaderisker och begränsningar i markanvändning i samband med en pågående grundvattensänkning inom vissa områden. Vidare förekommer källaröversvämningar och funktionsavbrott i varierande omfattning i de olika delområdena. I stort sett kan dock sägas att avloppshanteringens konsekvenser för brukaren är jämförelsevis måttliga.

De miljömässiga konsekvenserna bedöms däremot allvarigare. I synnerhet påverkas den lokala recipienten Kvillebäcken ogynnsamt av de bräddade avloppsvattentäckningarna vid nederbördstillfällena.

I vilken grad den regionala recipienten påverkas är däremot svårare att bedöma, eftersom det aktuella undersökningsområdet endast utgör en liten del av Ryaverkets uppsamlingsområde.

I Resursanalysen har gjorts en kontroll av huvudledningarnas prestanda. Uttryckt i ekvivalent återkomstfrekvens uppvisar dessa mycket varierande resultat. Dels synes det angeläget att avlasta A-ledningens nedre del, dels uppvisar G-ledningen generellt en mycket hög kapacitet och lågt kapacitetsutnyttjande.

Med ledning av konsekvens- och resursanalysen har ett antal åtgärdsalternativ studerats med avseende på nytta och kostnad. Ett sådant alternativ, benämnt nr 6, har bedömts lämpligt för en fortsatt detaljprojektering. Detta alternativ som i hög grad utnyttjar redan befintliga åtgärder består av flera geografiskt skilda åtgärder. Detta medför dels ett mera likartat kapacitetsutnyttjande i nätets olika delar, dels medger det flexibilitet och möjlighet till successiv utbyggnad.



### 3. REDOVISNING AV AVLOPPSSYSTEMET

#### 3.1 Undersökningsområdets avgränsning, egenskaper, upptagningsområden - stomplan

Undersökningsområdet omfattar ca 5 km<sup>2</sup> och är beläget ca 3 km NO Ryaverket samt är redovisat på Textpl 1 med gul färg. Det är relativt kuperat med nivåskillnader på ca 85 m. Dessa förekommer i huvudsak i form av lokala höjdryggar på båda sidor om en långsträckt dal, som löper i områdets längdriktning. Områdets topografi och ytbeskaffenhet medför relativt stora dagvattenmängder och snabba avrinningsförlopp. Öppen avledning förekommer till viss del inom Slätta-dammområdet och Keillers Parkområde. Inom bebyggda områden förekommer sådan avledning i mycket begränsad omfattning och då i huvudsak inom ett område söder om Bygdeborgsvägen.

På Textpl 2 redovisas en områdesindelning baserad på avrinningsförhållandena ovan mark med hänsyn till det befintliga ledningssystemet. Undersökningsområdet har uppdelats i 8 st delområden, littererade från A-G. Delområdet A är det centrala och löper genom hela undersökningsområdet. Till den centrala ledningen i A ansluts ledningarna från samtliga övriga delområden. Delområdena G och H har på grund av deras storlek och komplicerade uppbyggnad indelats i ytterligare 6 resp 3 lokalområden, littererade Ga-Gf och Ha-Hc.

Jordbruk eller skogsbruk förekommer inte inom området. Trafiken är inom vissa delar intensiv. Grunden består i huvudsak av lera och berg i dagen, se även Textpl 3. I gränsområdena mellan lera och berg i dagen förekommer partier med morän och/eller utsvallad sand över lera. Inom vissa delar pågår grundvattensänkning med påföljande skador på omkringliggande byggnadsverk.

Ca 27 000 personer är bosatta inom området. Bebyggelsen är blandad och fördelar sig på en yta med ca 30 % på hus med mer än 2 våningar, ca 43 % på villor och radhus och endast ca 2 % på industrier. Återstående 25 % består av gatumark och större parkområden. Uppgifter om områdenas areal, markanvändning, bebyggelse etc, framgår av Bilaga 1.

Utanför områdets gränser ligger tre områden, vilkas spillvatten förs till undersökningsområdets ledningssystem. I dessa områden bor ca 13 000 personer.

### 3.2 Avloppssystemets egenskaper, transport-systemets verkningssätt - stomnät

Utbyggnaden av området har skett under lång tid med början i områdets lägsta del. Dagvattnet avleds i allt väsentligt tillsammans med spillvatten från hushåll och industri i gemensamma ledningar. Separatsystem förekommer, men eftersom avloppsvattnet från områden med separatsystem i stor utsträckning avleds via områden med kombinerat system, är stora delar av det separata systemet i realiteten icke verksamt.

På Textpl 4 redovisas det transportmässiga inbördes sambandet mellan ledningarna i de olika områdena (stomnät). Stomnätet är i detta skede ej tidsorienterat, utan är uppbyggt på basis av ledningarnas längd och anslutningspunkternas läge. Stomnätets litterering överensstämmer med stomplanens.

Uppsamlingen sker, förutom genom servisledningar och rännstensbrunnar, via ett bäckintag och ett antal dikesintag. Dessa förekommer i huvudsak inom Slättadammområdet. Bäckintagen och dikesintagen sköts av VA-verket, medan rännstensbrunnarna har kommit att falla utanför VA-verkets ansvarsområde och sköts av Gatukontoret. Förutom servisledningar finns privata anläggningar såsom oljeavskiljare, en förbränningsanläggning och en slamavskiljare. Dessas lägen framgår av Bilaga 1.

Samtliga hushåll är anslutna till det kommunala ledningssystemet och detsamma gäller de industrier och verksamheter, som är belägna inom området.

Spillvatten från Myrekärr och Helgeredsområdet pumpas till undersökningsområdet från 3 st pumpstationer. Inom området i övrigt sker transporten av avloppsvatten medelst självfall. Avloppsvattnet från undersökningsområdet leds till en avloppstunnel vid Keillers Park, varifrån det fortsätter med självfall till Rya-verket.

Ett utjämningsmagasin för utjämning av dagvattenflöden är beläget vid Badvädersgatan. Magasinet har en yta på ca 500 m<sup>2</sup> och träder i funktion, när flödet överstiger kapaciteten i en  $\varnothing$  300 mm förbigångsledning längs Badvädersgatan.

En del av avloppsvattenmängderna inom området avleds via borrhål till en avskärande tunnel. Borrhålens läge och kapaciteter framgår av följande tabell, vilken erhållits från VA-verket:

Släktledsgatan	sep spillv	kap 330	1/s
Långströmsgatan	komb + sep spillv	560	1/s
G:a Björlandavägen	sep spillv + läckv	315	1/s
Kärrdalsvägen	sep spillv + läckv	320	1/s

Ledningssystemet avlastas, förutom via borrhålen, över 3 st bräddavlopp till Kvillebäcken. Bräddavloppen är placerade i Nya Björlandavägen, Fjärdingsgatan och Långängsgatan.

Vid nederbördstillfällena förs en icke oväsentlig del av avloppsvattnet via dessa bräddavlopp till Kvillebäcken. Denna är en relativt grund och några meter bred bäck, som har sin början några km norr om undersökningsområdet, passerar dess östra avgränsning, och rinner ut i Göta älv. Avbördningsområdet innefattar flera sorters markanvändning och däribland även jordbruk.

Vattenföringen och strömhastigheten är liten. Vid högvatten och pålandsvind kan strömningsriktningen ändras i bäckens nedre del, varvid föroreningar från bl a hamnverksamheten i Göta älv kan påverka vattenområdet ogynnsamt.



#### 4. AVLOPPSSYSTEMETS FUNKTION - KONSEKVENSANALYS

##### 4.1 Allmänt

Den information, som ligger till grund för konsekvensanalysen har framtagits i samarbete med representanter från berörda avdelningar inom Göteborgs VA-verk. Bearbetningen har skett områdesvis och ett exempel visas på Textpl 5.

Resultaten från samtliga del- och lokalområden har sammanställts och redovisas på Textpl 6.

##### 4.2 Fysiska effekter till följd av utformning och kondition

##### 4.21 Avloppssystemets utformning

Utformningen av ett kombinerat avloppsvattensystem ger i huvudsak upphov till två typer av företeelser, som kan medföra problem. Dessa är dels de mycket kraftiga flödestopparna, som kan uppstå vid nederbördstillfällena, och dels de låga rinnhastigheterna i ledningarna under torrväder, då endast en mycket liten del av ledningarnas kapacitet utnyttjas.

Den mest uppenbara effekten av de stora flödesvariationerna inom undersökningsområdet är bräddningen av avloppsvatten till Kvillebäcken. En annan effekt, som är svårare att överblicka, är de översvämningar, som kan uppstå i de fall, då belastningen på vissa ledningsavsnitt överstiger ledningarnas kapacitet. Flödesvariationerna inom området bidrar vidare till de momentana belastningarna på reningsverket. Flödesförloppet vid nederbördstillfällena är icke känt. I vilken grad de olika delområdena förorsakar effekter enligt ovan, har bedömts utifrån den erfarenhet, som finns samlad hos VA-verkets personal. Delområdena A, F, G och H anses vara de områden, som mest bidrar till flödesvariationerna.

Vid torrväder förmår inte ledningarna alltid att transportera avsättbara ämnen i erforderlig omfattning. Avsättningar, som i vissa fall lett till stopp, har i huvudledningarna förekommit i relativt stor omfattning i delområdet A, G och H och i viss omfattning i delområdena C och F. I servisledningarna har avsättningar, som lett till stopp (funktionsavbrott) och i vissa fall källaröversvämningar förekommit i relativt stor omfattning i delområdena D och F samt i lokalområdet Ga's övre del. Avsättningar har även förekommit i viss omfattning i delområdet A. Se även Bilaga 3, sid 4.

#### 4.22 Avloppssystemets kondition

Ledningarnas förmåga att transportera avsättbara ämnen minskar, om ledningarna är otäta och avloppsvattnet helt eller delvis läcker ut i grunden.

Om det primärt är ledningarnas utformning (lutning, diameter, material), eller deras kondition, som ger upphov till avsättningarna inom undersökningsområdet, är i de flesta fall icke känt.

Ut- och/eller inläckning bedöms förekomma i samtliga delområden. Läckningens omfattning och fördelning mellan de olika områdena är emellertid inte känd. Denna allmänna osäkerhet beträffande omfattning och fördelning, har i den primära analysen gett utslag i en slätstruken och likartad bedömning av de olika delområdena, vad gäller utläckning, totalbelastning och oavsiktlig belastning.

En pågående grundvattensänkning har medfört marksättning i relativt stor omfattning i delområdet A och i viss omfattning i delområdet B och lokalområdet Ga.

Denna fråga är för närvarande föremål för utredning i annat sammanhang och berörs därför endast för översiktens skull i föreliggande delrapport.

Sammanfattningsvis kan sägas, att kunskaper om avloppshandlingens fysiska effekter är ofullständig på följande områden:

1. Flödesförloppet vid nederbördstillfällena och därmed:
  - a) Belastningens omfattning, variation och fördelning.
  - b) Bräddade avloppsvattenmängder.
  - c) Undersökningsområdets andel i belastningsvariationerna vid reningsverket sett i relation till andra områden inom reningsverkets upptagningsområde.
2. Ledningarnas transportförmåga sett i relation till den belastning, som påförs olika ledningsavsnitt vid regn av olika återkomstfrekvenser och därmed:
  - a) Ledningarnas kapacitetsutnyttjande
  - b) Riskerna för översvämningar på olika ledningsavsnitt p g a otillräcklig kapacitet.
  - c) Lämplig placering av belastningsreglerande åtgärder.

### 3. Ledningarnas kondition och därmed:

- a) Anledningen till kontinuerligt pågående avsättningar eller återkommande stopp i ledningarna.
- b) Ledningarnas täthet och omfattningen av utläckning och oavsiktlig belastning.

I vilken grad ovanstående frågeställningar motiverar fortsatta utredningar och undersökningar är beroende av de sociala, miljömässiga och ekonomiska konsekvenser, som de olika effekterna av avloppshantering ger upphov till och kan därför variera från område till område.

## 4.3 Sociala konsekvenser - Brukaren

### Delområde A:

Inom delområde A bedöms psykiska och sanitära obehag förekomma som resultat av översvämningar i källare och ovan mark. Källaröversvämningarna förekommer i relativt liten omfattning. Orsaken antas överlag vara avsättningar i servisledningarna. Marköversvämningar kan antas förekomma i viss omfattning, och då i huvudsak i området kring Sommarvädersgatan och Badvädersgatan ned till regnvattenmagasinet. Marköversvämning förorsakas i första hand av reducerad kapacitet till följd av igensättningar av huvudledningarna inom detta område. I samband med eventuella marköversvämningar i samma område kan viss risk för trafikolyckor uppstå.

### Delområde B:

Inom delområde B förekommer psykiska obehag, skaderisker och begränsningar i användningen av markområden, som ett resultat av en pågående grundvattensänkning.

### Delområde C:

Inom delområde C förekommer inga konsekvenser av betydelse för brukaren.

### Delområde D:

Delområde D uppvisar en hög stoppfrekvens i huvud- och servisledningarna, vilket har gett upphov till källaröversvämningar. Det finns även en liten risk för marköversvämningar inom området. Stoppen förekommer mest vid de fem gatorna, Lerlyckegatan, Vårgatan, Midsommargatan, Äpplegatan och Bäckuddsgatan.

Översvämningarna bedöms medföra fysiska och sanitära obehag.



#### Delområde E:

Inom delområde E förekommer inga konsekvenser av betydelse för brukaren.

#### Delområde F:

Inom delområde F förekommer sanitära obehag och skaderisker i samband med källaröversvämningar och funktionsavbrott. Obehagen liksom frekvensen bedöms dock som relativt små. Samtliga stopp har inträffat i ledningen i Gamla Björlandavägen eller i serviser anslutna till denna.

#### Delområde G:

Inom delområde G är konsekvenserna för brukaren i huvudsak koncentrerade till lokalområdet Ga och där till övervägande del i området från Nya Björlandavägen upp till undersökningsområdets gräns mot Myrekärr. Konsekvenserna hänför sig till funktionsavbrott och källaröversvämningar.

#### Delområde H:

Inom delområde H förekommer fysiska och sanitära obehag, som hänför sig till stopp i servisledningarna. Obehagen bedöms dock som små. De servisstopp, som förekommit, har varit lokaliserade till områdets nedersta del i Långängsgatan.

Sammanfattningsvis kan sägas att de sociala konsekvenserna av avloppshanteringen inom undersökningsområdet till stor del utgörs av sanitära obehag som resultat av funktionsavbrott och källaröversvämningar. En viss koncentration av dessa kan hänföras till områdena D och F samt A's nedre och G's övre del. En utvidgad uppföljning och kontroll av dessa områden kan därför vara önskvärd.

#### 4.4 Miljömässiga konsekvenser - Recipienten

Grundvattnet påverkas allmänt genom en viss utläckning av avloppsvatten. Grundbeskaffenheten inom området bedöms dock i stor utsträckning vara sådan, att föroreningen endast blir av lokal betydelse och av liten omfattning.

Den regionala recipienten, som mottar avloppsvatten via reningsverket, påverkas allmänt av flödesvariationerna vid nederbördstillfällena genom att reningsprocesserna i större eller mindre grad störs. Belastningen från undersökningsområdet bedöms i viss omfattning bidra till detta förhållande.

Den totala belastningen på reningsverket från undersökningsområdet bedöms endast i liten omfattning skilja sig från den normala och de miljömässiga konsekvenserna bedöms vara obetydliga eller relativt små.

Den lokala recipienten Kvillebäcken påverkas av de avloppsvattenmängder, som bräddas dit vid nederbördstillfällena. Denna påverkan bedöms vara av stor omfattning och i första hand härröra från delområdena A, F, G och H.

Närsaltproduktionen inom undersökningsområdet härrör i allt väsentligt från hushållen. De olika delområdenas bidrag i detta avseende, har bedömts med utgångspunkt från folkmängderna.

Sammanfattningsvis kan sägas att de miljömässiga konsekvenserna av avloppshanteringen inom undersökningsområdet i huvudsak är koncentrerade till den lokala recipienten Kvillebäcken.

En utvärdering av Kvillebäckens status, föreningskällor och planerad användning samt behov av saneringsåtgärder är därför motiverat.

#### 4.5 Ekonomiska konsekvenser - Förvaltningen

De ekonomiska konsekvenserna av avloppshanteringen är, om man bortser från kostnaderna för den oavsiktliga belastningen, i hög grad koncentrerade till delområde A och lokalområdet Ga, och i någon mån till delområdena D och F. Det juridiska ansvar, som påförts delområde A och lokalområde Ga hänförs till skador i samband med en pågående grundvattensänkning, medan kostnaderna i övrigt i huvudsak faller på huvudledningar, serviser, och uppträder i samband med avsättningar eller stopp i dessa.

Omfattningen och fördelningen av den oavsiktliga belastningen är inte tillräckligt känd för att möjliggöra en nyanserad bild av förhållandena, varför de olika delområdena har erhållit likartade bedömningar. En kontroll av drän- och läckvattenmängdernas omfattning och fördelning kan därför anses önskvärd.

Omfattningen av driftinsatserna inom området sett i relation till Göteborgs avloppssystem i sin helhet erfordras även för att kunna värdera och prioritera erforderliga åtgärdsinsatser.



## 5. RESURSANALYS

### 5.1 Allmänt

De i konsekvensanalysen framkomna utredningsbehoven kan efter angelägenhetsgrad sammanfattas enligt följande:

1. En utvärdering av Kvillebäckens tillstånd samt förslag till kravformulering beträffande bräddvattenutsläpp.
2. En utvärdering av befintliga avrinningsförhållanden samt förslag till kravnivå beträffande bräddvattenutsläpp.
3. Kontroll av huvudledningarnas prestanda. (Relativ kapacitet, riskkänslighet, kapacitetsutnyttjande, möjligheter att ansluta nya områden) samt en utvärdering av möjligheterna att öka avloppssystemets prestanda genom belastningsreglerande åtgärder.
4. Alternativa åtgärder för att reducera bräddningen till Kvillebäcken och samtidigt öka avloppssystemets prestanda.

I tillägg till ovanstående angelägna punkter bör följande frågor klarläggas:

5. Kontroll av drän- och läckvattnets omfattning och fördelning, se Bilaga 2.
6. Kontroll av skötsel och underhållskostnadernas omfattning och fördelning, se Bilaga 3.

## 5.2 Formulering av krav beträffande bräddvattenutsläpp till den lokala recipienten Kvillebäcken

Kvillebäcken påverkas av avloppshanteringen genom bräddning vid nederbördstillfällena. Enligt de i konsekvensanalysen genomförda bedömningarna är påverkan av de nuvarande förhållandena - de miljömässiga konsekvenserna - i flera avseenden allvarliga.

Bedömningarna avser i vilken grad bräddningen av avloppsvatten påverkar den "naturliga" vattenbeskaffenheten i området utan hänsyn till vattendragets olika användningsområden eller föroreningar från andra källor. Dessa aspekter måste emellertid beaktas när det gäller att bedöma erforderliga lokala åtgärder. Detta i synnerhet när även det av avloppsvatten opåverkade vattnet har en begränsad användbarhet och önskvärd förbättring med all sannolikhet inte kan erhållas genom enbart lokala saneringsåtgärder.

I föreliggande fall avser kommunen att bevara recipienten Kvillebäcken för rekreatiönsändamål. Recipienten kommer emellertid inte att användas för bad eller fiske. Den kommer heller inte att användas för dricks- vattenförsörjning. I första hand bedöms därför recipienten behöva skyddas mot "allmän påverkan" såsom synliga föroreningar, försämrat siktdjup, luktökning, oljeföroreningar etc och i andra hand mot närsaltbelastning som påskyndar igenväxning.

Någon omsorgsfull inventering av förekommande föroreningskällor har ej utförts. Recipienten tillförs sannolikt närsalter i sin övre del genom urlakning från jordbruksområdena. I sin nedre del påverkas recipienten under vissa omständigheter ogynnsamt av föroreningar från verksamheter i Göta älvsområdet. En redovisning av vattenområdets naturliga beskaffenhet föreligger inte, varför dessa föroreningars inverkan, liksom avloppshanteringens, inte kan preciseras utan i bästa fall endast grovt uppskattas.

Mot denna bakgrund kan det synas mindre meningsfullt att formulera sådana preciserade krav på avloppshanteringen som fastställer en önskad gradskillnad med avseende på vattenområdets beskaffenhet före och efter ensidiga insatser inom den kommunala avloppshanteringen. Inte heller synes det meningsfullt att formulera krav i form av vissa gränsvärden för avloppsutsläppens innehåll så länge det saknas metoder för kontroll av kravens uppfyllande, och resultaten endast kan beskrivas i generella termer.

I stället föreslås i det aktuella fallet att kraven formuleras med utgångspunkt från bräddningsfrekvens eller en viss minsta utspädning. Det bör i detta sammanhang påpekas att tillförseln av dagvatten även har en gynnsam effekt genom att den annars låga vattenomsättningen ökar.



### 5.3 Förslag till kravnivå beträffande bräddvattenutsläpp till den lokala recipienten Kvillebäcken

Om bräddfrequensen skall minskas föreligger två principiellt olika alternativa lösningar. Dels kan transportkapaciteten ökas nedströms bräddningspunkten AG 34.09 (alt I), dels kan åtgärder vidtas som reglerar flödet till denna punkt (alt II).

#### Alt I

Av basflödestabellerna framgår att den dimensionerande varaktigheten i bräddavloppspunkten är 15 minuter, och att areor med tidslägen 4-6 förorsakar de största flödestopparna. En del av belastningen avlastas via borrhål till ett avskärande tunnelsystem. Belastningen i bräddavloppspunkten kan studeras med utgångspunkt från stomtabellen som i utdrag redovisas nedan.

Tidsläge	Totalt AG 34.09	Borrhål A 18.09	Borrhål G....	AG 34.09 Exkl borrhål
0	0,101	0,065	0,005	0,031
1	0,774	0,582	0,015	0,177
2	4,845	4,002	0,258	0,585
3	12,249	9,202	0,885	2,162
4	16,431	3,779	0,086	12,566
5	23,354	-	-	23,354
6	21,506	-	-	21,506
7	7,672	-	-	7,672
Summa	86,932	17,630	1,249	68,053 ha <sub>red</sub>

Av tabellen framgår att areorna med tidslägen 4-6 (exklusive borrhålen) uppgår till 57,426 ha<sub>red</sub>.

Intensiteten vid 15-minutersregn kan för Göteborgs del beräknas enligt formeln  $i = A/(B+T) - C$  där faktorerna A, B och C är konstanter för regn med fastställd återkomstfrekvens.

För återkomsttider om 0,33, 0,5 och 1 år erhålls  $i_{15} = 57$  l/s ha respektive 68 och 89 l/s ha. Om bräddning skall undvikas erfordras nedströms bräddavloppspunkten AG 34.09 kapaciteter enligt följande:

0,33 årsregn	$57,426 \times 0,057 = 3,27$ m <sup>3</sup> /s
0,5 "	$57,426 \times 0,068 = 3,90$ "
1 "	$57,426 \times 0,089 = 5,11$ "

Dessa värden skall jämföras med den nu tillgängliga kapaciteten som uppgår till ca 0,9 m<sup>3</sup>/s.

## Alt II

Den dimensionerande varaktigheten för volymeräkningar erhålls när volymökningen per tidsenhet motsvarar utflödet per tidsenhet. Räknat per reducerad hektar är det maximala utflödet =  $885 \text{ l/s}/68,05 \text{ ha.red} = 13 \text{ l/s ha.red}$ , där  $885 \text{ l/s}$  är den tillgängliga kapaciteten och  $68,05 \text{ ha}$  är den reducerade bakomliggande arean vid AG 34,09 (exkl borrhål).

Den dimensionerande varaktigheten kan då för Göteborgs del beräknas enligt formeln  $T_{dim} = (AxB)/(13-C)-B$  där faktorerna A, B och C är konstanter för regn med fastställd återkomstfrekvens. För aktuella  $T_{dim}$  erhålles intensiteter enligt nedanstående tabell.

$T_{dim}$ min	Återkomsttid år	Intensitet l/s
25	0,33	41
30	0,5	44
35	1,0	47

Den erforderliga magasinvolymen blir minimum om det tillåtna utflödet om  $13 \text{ l/s ha}_{red}$  kan utnyttjas effektivt. I det följande förutsätts att utsläppsanordningarna är så konstruerade, att de ger ett konstant maximalt utflöde oberoende av tryckhöjden så snart tillflödet till magasinet medger detta.

Med ledning av areorna som i stomtabellen redovisas för olika tidslägen, dimensionerande varaktigheter med motsvarande intensiteter, samt den tillåtna utsläppskapaciteten har erforderliga magasinvolymen beräknats till  $\sim 2\ 200 \text{ m}^3$  för ett  $0,33$  årsregn,  $\sim 3\ 100 \text{ m}^3$  för ett  $0,5$  årsregn och  $\sim 4\ 800$  för ett 1-årsregn.

Områdets ytbeskaffenhet och topografi medför, som tidigare nämnts, stora dagvattenmängder, och snabba avrinningsförlopp. Detta kräver, som beräkningarna visar, mycket stora magasinvolymen om avloppssystemet skall dimensioneras för de allra största regnen. Med tanke på vattenområdets allmänna beskaffenhet och framtida användningsområden, föreslås därför att den dimensionerande bräddfrequensen sätts till  $0,33$  år, vilket beräknas ge en tydlig förbättring av vattenområdets beskaffenhet och en tillfredsställande reduktion av avloppshanteringens andel av de totala föroreningsutsläppen.

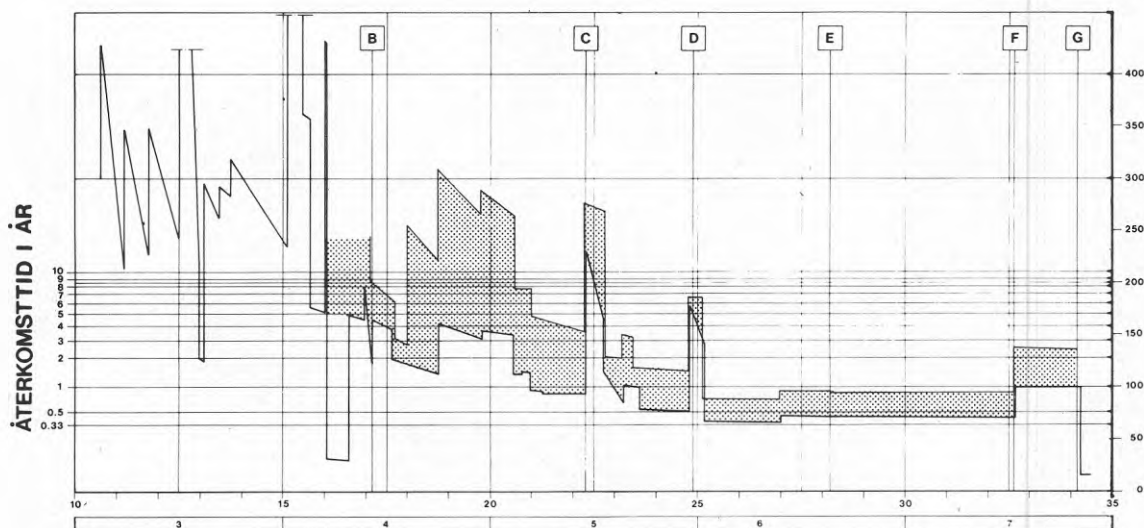
En belastningsreglerande åtgärd motsvarande ca  $2\ 200 \text{ m}^3$  volym erfordras därmed.

#### 5.4 Kontroll av huvudledningarnas prestanda

Konsekvensanalysen ger inga upplysningar om i vilken grad trånga sektioner förekommer inom olika ledningsavsnitt och därmed inte heller besked om riskkänslighet för framtida översvämningar, möjligheter att ansluta nya områden, lämpliga platser för åtgärdsinsatser etc. Genom att uttrycka ledningarnas kapaciteter i ekvivalent återkomsttid - "Relativ kapacitet" - kan kapacitetsutnyttjandet redovisas för olika belastningar och dessa frågor studeras. I det följande skall ledningarna A och G, se Textpl 4, närmare studeras med avseende på prestanda, riskkänslighet etc.

På Textpl 7 visas dels ledning A's kapacitet, och dels den belastning som 1-årsregnets mest ogynnsamma kombination av intensitet och varaktighet ger upphov till på de olika ledningsavsnitten (basbelastning). Basbelastningen visas dels utan hänsyn tagen till uppströms liggande utsläpp och speciella tekniska anordningar, och dels reducerad med hänsyn till denna.

På Figur 1 visas samma lednings kapacitet dels uttryckt i % av basbelastningen och dels i ekvivalent återkomsttid. Liksom för belastningen redovisas den relativa kapaciteten dels utan och dels med hänsyn tagen till uppströms liggande utsläpp och tekniska anordningar.



Figur 1 Ledning A's Relativa Kapacitet

Av figuren framgår att ledningen fram till anslutningspunkten för delområde C, har en kapacitet som överstiger belastningen av ett 3-årsregn. Detta gäller under förutsättningen att det uppströms liggande utjämningsmagasinet kan bringas att fungera, samt att det uppströms liggande borrhålets fulla kapacitet utnyttjas. Om så av någon anledning inte är fallet, minskas den relativa kapaciteten för att i sämsta fall vara till fullo utnyttjad vid ett 1-årsregn i anslutningspunkten för delområde C.

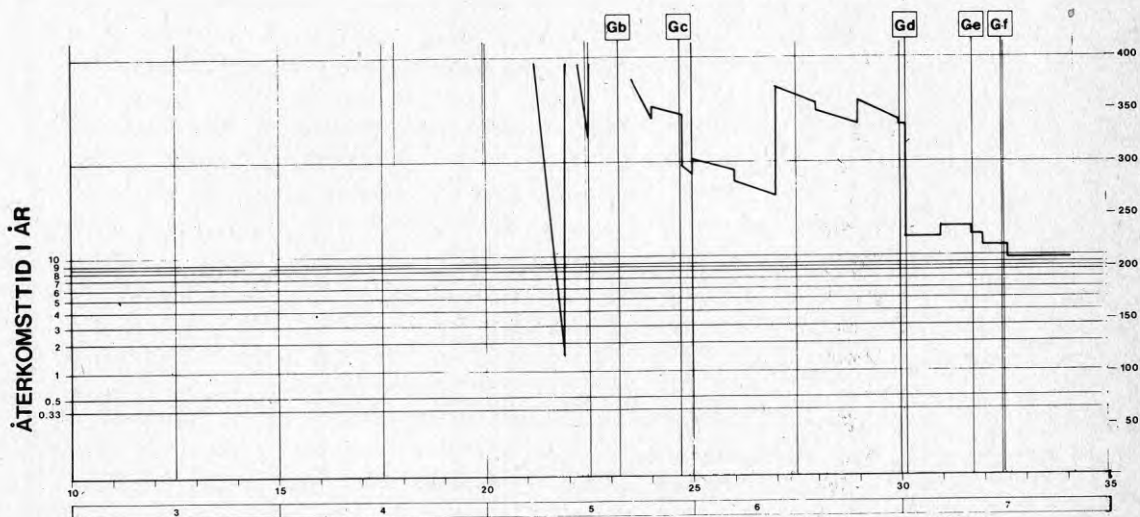


Mellan anslutningspunkterna AC och AD för delområdena C och D sjunker den relativa kapaciteten för att vid punkt AD, under samma förutsättningar som ovan, i bästa fall motsvara 2-årsregnet och i sämsta fall ett regn med 0.5 års återkomstfrekvens.

Vid punkt AD finns en överkoppling mellan den aktuella ledningen och ledning G. Om möjligheten att här avlasta ledning A inte tas i anspråk, kommer ledningens kapacitet fortsättningsvis att inte ens i bästa fall motsvara ett 1-årsregn och i sämsta vara till fullo utnyttjad vid ett 0.5 års regn.

Från bräddavloppet reduceras ledningens tillgängliga kapacitet till ca  $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$  vilket motsvarar ca 18 % av basbelastningen som utgör  $5,11 \text{ m}^3/\text{s}$  i denna punkt. Bräddavloppet träder sålunda i funktion även vid mycket måttliga regn.

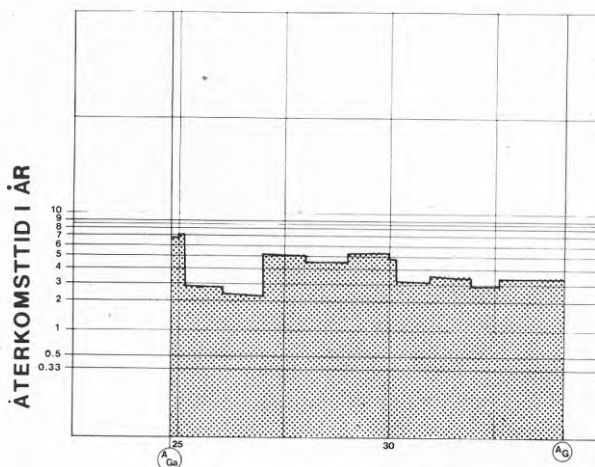
På Textpl 8 visas på motsvarande sätt ledningens G's kapacitet liksom basbelastningen på denna ledning. Dessa värden har sedan lagts till grund för beräkning av ledningens relativa kapacitet som redovisas på Figur 2.



Figur 2 Ledning G's Relativa Kapacitet

Som framgår är ledning G synnerligen kraftigt dimensionerad. Även om borrhålets kapacitet inte utnyttjas har ledningen, med ett undantag, en kapacitet som motsvarar eller överstiger belastningen av ett regn med ca 10 års återkomsttid. Om borrhålets kapacitet utnyttjas har ledningen överlag en sådan kapacitet.

Som tidigare nämnts finns en överkoppling mellan ledning A och ledning G. Ledning As kapacitet är från överkopplingspunkten hårt utnyttjad även vid måttliga regn och avlastas okontrollerat till ledning G. I Figur 3 har redovisats ledningarnas gemensamma relativa kapacitet.



Figur 3 Ledningarna A's och G's gemensamma Relativa Kapaciteter

Av figuren framgår att ledningssträckorna fram till bräddavloppet i punkt AG 3409 i bästa fall, dvs om alla uppströms liggande anordningar utnyttjas och vattnet i överkopplingspunkten fördelas optimalt, har en relativ kapacitet överstigande ett 2-årsregn.

Sammanfattningsvis kan sägas att ledning As relativa kapacitet fram till bräddavloppet inte uppvisar några direkt trånga sektioner, som markant ökar riskkänsligheten i någon speciell punkt. Man kan sålunda inte genom koncentrerade insatser på vissa avsnitt av ledningsnätet minska riskerna för översvämningar. Den enda möjligheten att generellt höja den relativa kapaciteten är då att påverka belastningen genom att i viss omfattning utestänga denna, utjämna flödesvariationerna eller leda över vissa delar av belastningen till andra ledningar. Sådan överledning sker för närvarande till ledning G. Ledningen är relativt hårt belastad redan vid måttliga regn. En belastningsreglerande åtgärd uppströms överkopplingspunkten vid AD skulle generellt öka den relativa kapaciteten fram till bräddavloppet och samtidigt minska beroendet av överledning till ledning G.

Efter bräddavloppet är ledningens relativa kapacitet mycket låg. Att öka den relativa kapaciteten genom att öka ledningens transportförmåga är knappast realistiskt. Om bräddning skall undvikas måste sålunda en belastningsreglerande åtgärd vidtas.

Ledning Gs relativa kapacitet är generellt mycket hög. Någon åtgärd för att reducera belastningen av ledningen erfordras sålunda inte. Tvärtom kan det synas vara ändamålsenligt att utnyttja den avsevärda tillgängliga volym i denna ledning i utjämnande syfte genom att minska genomströmningshastigheten i vissa avsnitt.



## 5.5 Placering av utjämningsmagasin

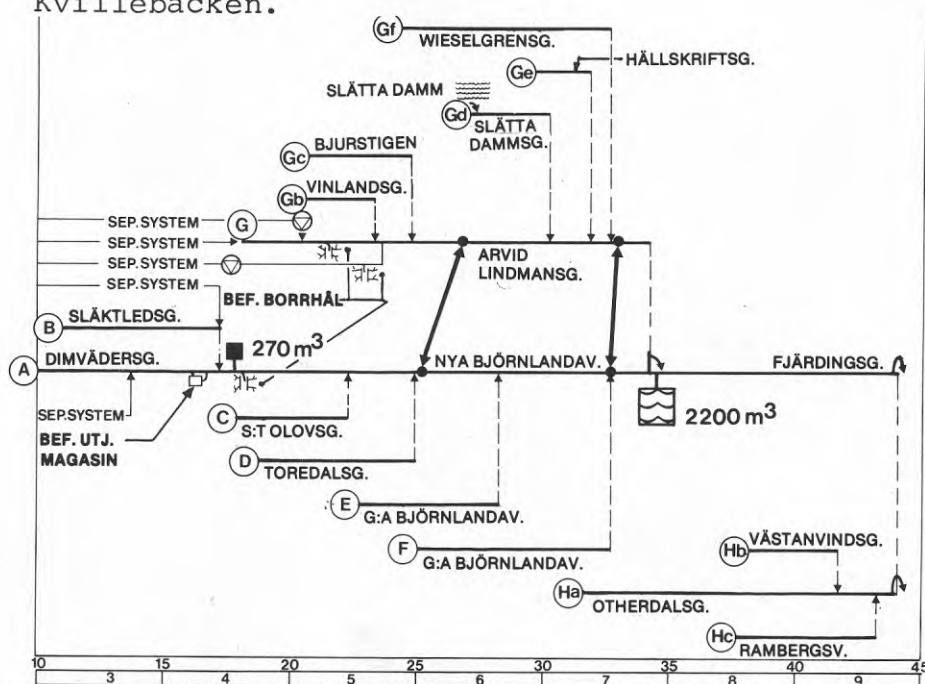
Även vid mycket blygsam nederbörd förekommer brädning till Kvillebäcken via bräddavloppet vid Nya Björlanda-vägen.

Genom att bygga utjämningsmagasin kan flödet utjämnas och bräddningsfrekvensen reduceras. Beräkningar av erforderliga magasinvolym har utförts för 6 olika alternativ och dessa beräkningar har baserats på den mest ogynnsamma kombinationen av intensitet och varaktighet för ett 0,33-årsregn. Vidare har förutsatts att borrhålen på A- och G-ledningen utnyttjas till full kapacitet.

Samtliga i det följande omnämnda alternativen syftar primärt till att reducera bräddningsfrekvensen till Kvillebäcken. Beroende på placering av magasinerna kan även andra positiva effekter uppnås.

### 5.51 Alternativ 1

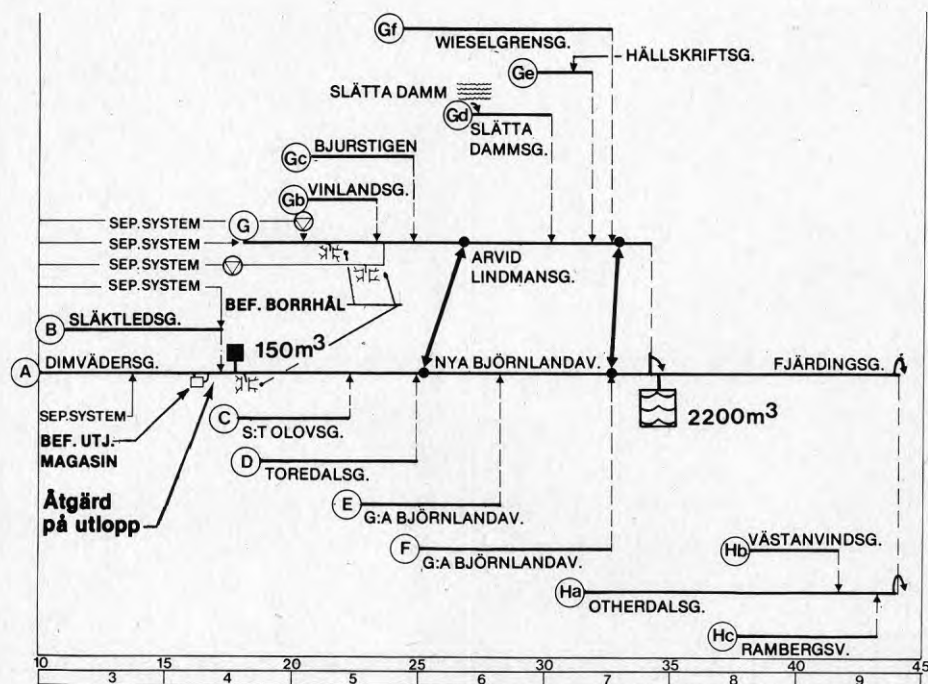
Ett utjämningsmagasin med en volym av ca 270 m<sup>3</sup> placeras omedelbart före borrhålet på A-ledningen, se Figur 4. Utflödet regleras till en kapacitet motsvarande borrhålets kapacitet, varvid den nedströms belägna A-ledningen avlastas. Omedelbart nedströms anslutningspunkten mellan A- och G-ledningarna, se slutningspunkten mellan A- och G-ledningarna, se Figur 4 placeras dessutom ett utjämningsmagasin med en volym av ca 2 200 m<sup>3</sup>. Detta magasinens enda funktion är att reducera bräddningsfrekvensen till Kvillebäcken.



Figur 4

## 5.52 Alternativ 2

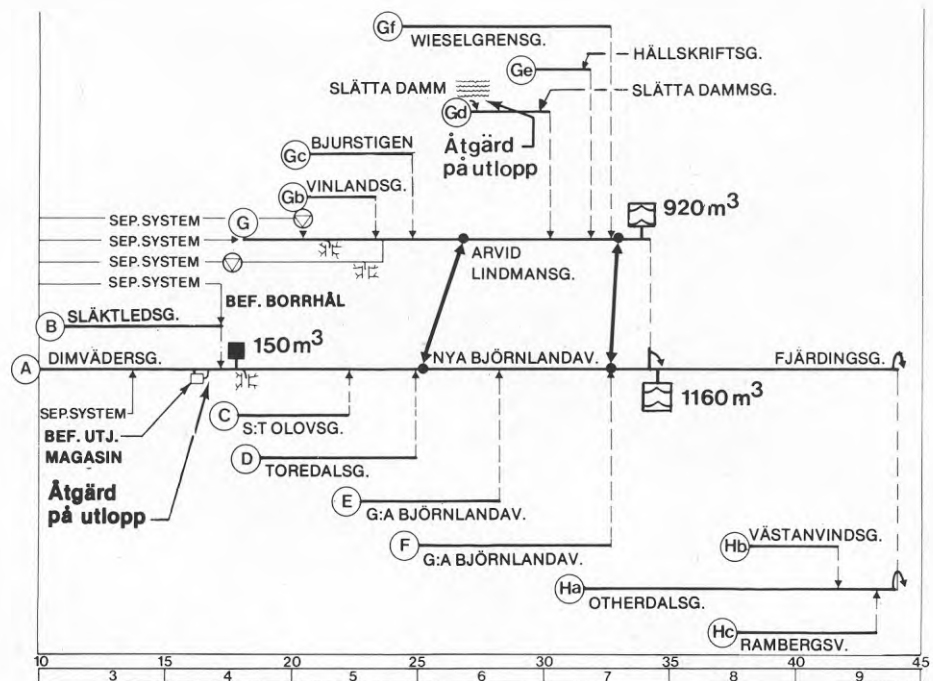
Detta alternativ överensstämmer i princip med alternativ 1, dock med den skillnaden att utjämningsmagasinet omedelbart uppströms borrhålet på A-ledningen, se Figur 5, ges en volym av ca  $150\text{ m}^3$  istället för som i alternativ 1  $270\text{ m}^3$ . Detta är möjligt genom att vissa åtgärder vidtas på det uppströms befintliga utjämningsmagasinet. Dessa åtgärder avser dels att eliminera flödet i förbigångsledningen och leda allt avloppsvatten genom utjämningsmagasinet, dels att kontrollera utflödet från utjämningsmagasinet genom att en utsläppsanordning installeras, som ger ett maximalt utflöde oberoende av tryckhöjden i magasinet. Genom dessa åtgärder kan det befintliga utjämningsmagasinets volym utnyttjas effektivare.



Figur 5

## 5.53 Alternativ 3

Omedelbart uppströms anslutningspunkten mellan A- och G-ledningarna placeras två utjämningsmagasin för att utjämna flödet från A- respektive G-området, se Figur 6. Erforderliga magasinsvolymer har beräknats till ca 1 160 respektive 920 m<sup>3</sup>. Dessa magasin fyller samma funktion som magasinet om 2 200 m<sup>3</sup> i alternativ 1 och 2. Vad som kan påverka valet mellan samlad och parallellkopplade magasin kan t ex vara tillgång av och/eller kostnad för mark. Vidare vidtas vissa åtgärder på Slätta damms utlopp för att i möjligaste mån utnyttja dammen som utjämningsmagasin vid regntillfällen. Denna sistnämnda åtgärd medger att den samlade magasinsvolymen enligt det föregående kan reduceras från 2 200 m<sup>3</sup> till 2 080 m<sup>3</sup>. I övrigt överensstämmer detta alternativ med alternativ 2.



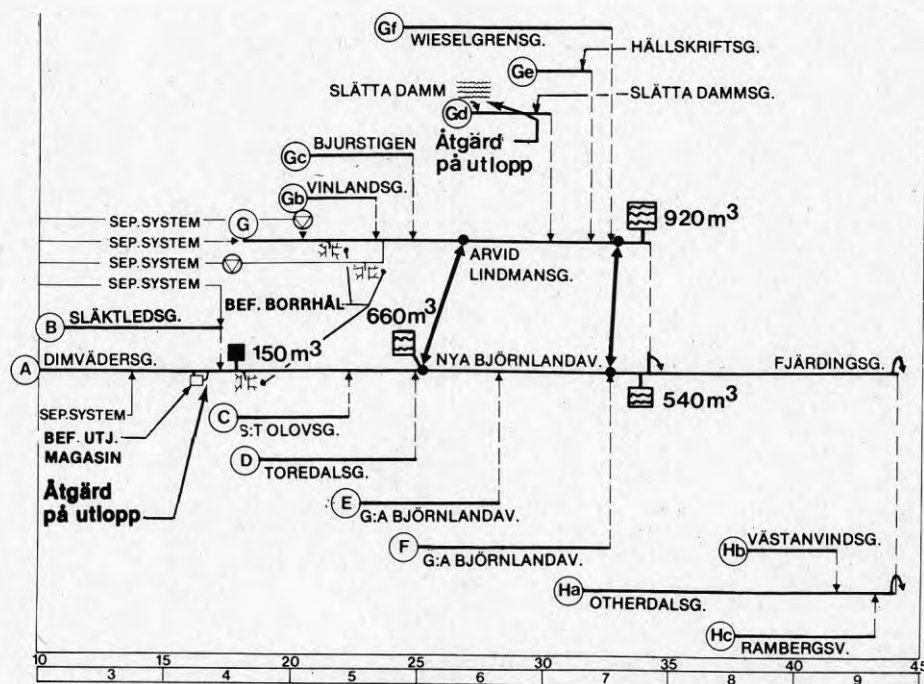
Figur 6



## 5.54 Alternativ 4

Principiellt överensstämmer detta alternativ med alternativ 3, frånsett att den föreslagna samlade magasinvolymen på 1 160 m<sup>3</sup> i A-ledningens nedre del ersätts av två magasin i serie.

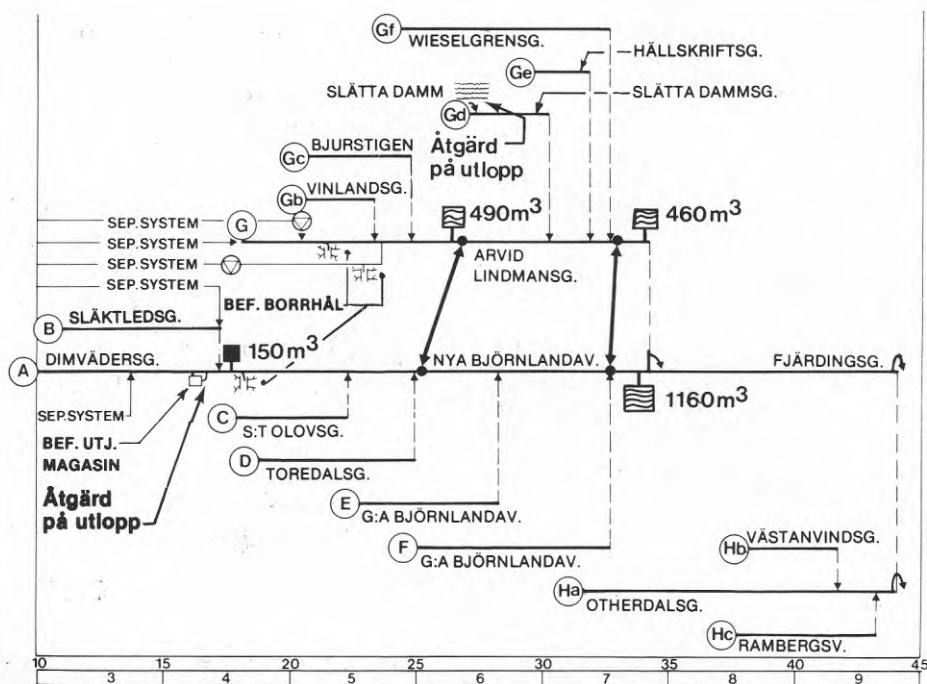
Således placeras ett magasin med en volym av ca 540 m<sup>3</sup> omedelbart uppströms anslutningspunkten mellan A- och G-ledningarna, samt att ytterligare ett magasin med en volym av ca 660 m<sup>3</sup> placeras omedelbart uppströms överkopplingspunkten från A- till G-ledningen, se Figur 7. Det sistnämnda magasinet har förutom reduktion av bräddningsfrekvens den positiva effekten av flödet till A-ledningen nedströms utjämnas vilket reducerar riskerna för översvämning i området kring denna ledning. Vidare medger denna åtgärd att fördelningen av (via överkopplingen) flödesmängderna till A- respektive G-ledningen i överkopplingspunkten kan kontrolleras.



Figur 7

## 5.55 Alternativ 5

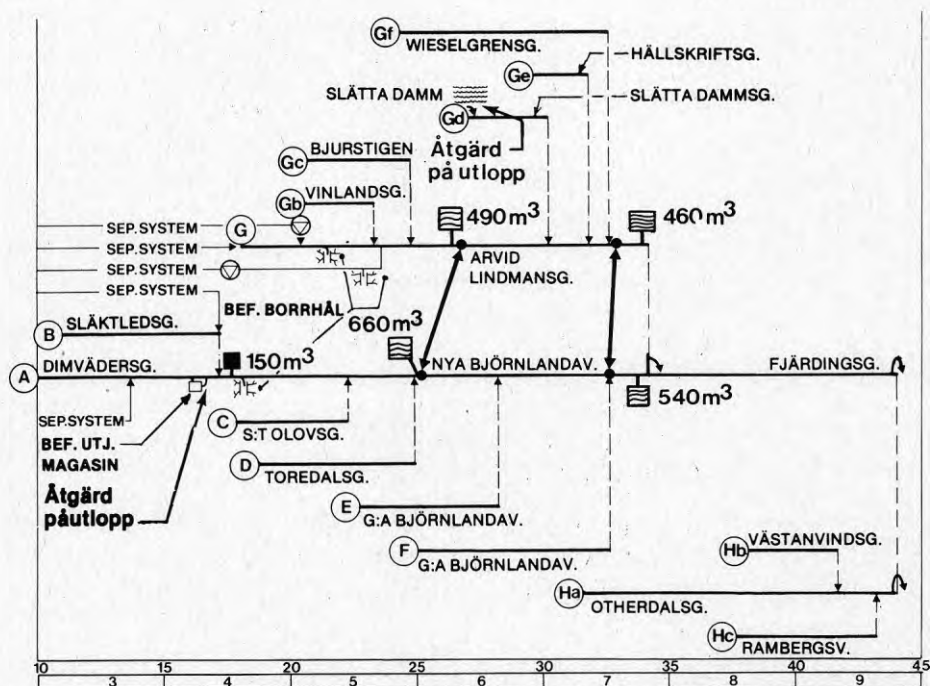
Alternativ 5 överensstämmer med alternativ 3 frånsett att den samlade magasinsvolymen på ca 920 m<sup>3</sup> i anslutning till G-ledningen sprids på två utjämningsmagasin i serie utefter denna ledning med volymerna ca 460 respektive ca 490 m<sup>3</sup>. Magasinens lägen framgår av Figur 8. Något skäl till att avlasta ledning G föreligger ej eftersom denna ledning har relativt stor kapacitet. Seriekopplade magasin bör därför i detta fall endast aktualiseras om tillgången till eller kostnaden för mark motiverar detta, eller om de mycket stora volymer som denna ledning representerar kan utnyttjas och göras tillgänglig som magasinvolym.



Figur 8

## 5.56 Alternativ 6

Detta alternativ är en kombination av alternativ 4 och 5, dvs erforderliga magasinvolymerna sprids utefter A- respektive G-ledningen. Placeringen av utjämningsmagasinen med respektive volymer visas på Figur 9.



Figur 9



## 5.6 Förslag till placering av utjämningsmagasin

Som tidigare nämnts är det primära motivet till utplacering av utjämningsmagasin i A och G-området att reducera bräddningsfrekvensen till Kvillebäcken.

Den totalt erforderliga magasinvolymen för de olika alternativen uppvisar tämligen små skillnader. Valet av lämpligt alternativ kommer därför i stor utsträckning att bero på vilka sekundära positiva effekter som kan uppnås genom alternativa placeringar av magasinerna.

Av ovannämnda alternativ har alternativ 1, 4 och 6 valts för vidare analys. Valet av dessa alternativ motiveras enligt följande:

### 5.61 Alternativ 1

De åtgärder som föreslagits syftar dels till att avlasta ledningssystemet nedströms borrhålet i pkt A 18.09 och dels till att reducera bräddning till Kvillebäcken i pkt A 34.09.

### 5.62 Alternativ 4

De åtgärder, som föreslagits, på utloppen till befintligt utjämningsmagasin i pkt A 16.35 och Slätta damm syftar till att effektivt utnyttja dessa utlopp. Vidare har magasinet vid bräddningsavloppet i pkt A 34.09 ersatts av 3 st utjämningsmagasin i pkt A 34.09, G 34.09 och A 25.18.

### 5.63 Alternativ 6

De åtgärder som föreslagits har samma syfte som alternativ 4 men utjämningsmagasinet i G 34.09 har delats upp i två utjämningsmagasin i punkterna G 26.55 och G 34.09. Detta alternativ har uppdelats i delalternativ, 6a och 6b, med hänsyn till att de erforderliga magasinvolymerna alternativt kan erhållas genom att G-ledningens egen volym utnyttjas i utjämnande syfte.

Avslutningsvis bör nämnas att en mängd andra faktorer kan påverka val av alternativ, således kan exempelvis tillgång till och/eller kostnad för mark påverka valet.

## 6. NYTTO/KOSTNADSANALYS

6.1 Nyttovärdering av åtgärdsalternativ

Avloppssystemet i de olika del- och lokalområdena har bedömts med avseende på standard före åtgärd och resultaten har sammanställts i följande tabell:

KLASSIFICERING FÖRE ÅTGÄRDER

Aspekter	DELOMRÅDEN																		
	A A00.00 till A18.09		A A18.09 till A34.09		A A34.09 till A44.00		B		C		D		E		F		Ga till Ga22.30		
Brukarens Aspekter:	Viktfaktor	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt
Marköversv	4,5	3	13,5	2	9	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18
Källar- översv	8,0	3	24	3	24	1	8	4	32	4	32	1	8	4	32	3	24	2	16
Funktions- avbr	5,5	3	16,5	3	16,5	2	11	3	16,5	4	22	1	5,5	3	16,5	2	11	2	11
Erosion, ras	4,0	1	4	1	4	4	16	2	8	3	12	4	16	4	16	4	16	2	8
Lukt, gas	3,0	3	9	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	3	9
Summa		-	67	-	66,5	-	65	-	86,5	-	96	-	59,5	-	94,5	-	81	-	62
Recipienter Aspekter:																			
Nat avrin- ning	3,8	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2
Utläckning	4,2	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6
Bräddavlopp	9,0	3	27	2	18	1	9	2	18	3	27	2	18	3	27	1	9	3	27
Mom bel	5,0	2	10	2	10	1	5	3	15	3	15	2	10	3	15	1	5	3	15
Total bel	3,0	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
Summa		-	73,8	-	64,8	-	50,8	-	69,8	-	78,8	-	74,8	-	78,8	-	50,8	-	78,8
Klassifi- cering			65/70		65/60		65/50		85/65		95/75		55/70		90/75		80/50		60/75

KLASSIFICERING FÖRE ÅTGÄRDER

Aspekter	Viktfaktor	Ga Ga22.30 till Ga34.09		Gb		Gc		Gd		Ge		Gf		Ha		Hb		Hc	
		Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt
Marköversv	4,5	3	13,5	4	18	4	18	4	18	3	13,5	4	18	3	13,5	4	18	3	13,5
Källar- översv	8,0	3	24,0	4	32	4	32	4	32	4	32	4	32	3	24	4	32	3	24
Funktions- avbr	5,5	3	16,5	4	22	4	22	3	16,5	3	16,5	4	22	3	16,5	3	16,5	3	16,5
Erosion, ras	4,0	4	16	4	16	4	16	3	12	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
Lukt, gas	3,0	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	3	9	4	12	4	12
Summa	25	-	82	-	100	-	100	-	90,5	-	90	-	100	-	79	-	94	-	82
Recipienter Aspekter:																			
Nat avrin- ning	3,8	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2
Utläckning	4,2	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	8,4	4	12,6	3	12,6
Bräddavlopp	9,0	1	9,0	3	27	3	27	1	9	3	27	3	27	1	9	2	18	1	9
Mom bel	5,0	1	5,0	3	15	3	15	1	5	3	15	3	15	1	5	2	10	1	5
Total bel	3,0	3	9,0	3	9	3	9	1	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
Summa	25	-	50,8	-	78,8	-	78,8	-	44,8	-	78,8	-	78,8	-	46,6	-	64,8	-	50,8
Klassifi- cering			80/50		100/75		100/75		90/40		90/75		100/75		75/45		90/60		80/50

Kravuppfyllelsen före åtgärd har baserats på konsekvensanalysen, Textpl 6, men med hänsyn tagen till de uppgifter som framkom som resultat av resursanalysen, Kapitel 5, på sid 13 i föreliggande rapport.

De använda viktfaktorerna har utvecklats i delrapport 4, moment 3.10 och återges nedan.

Aspekt	Viktfaktor
Marköversvämning	4.5
Källaröversvämning	8.0
Funktionsavbrott	5.5
Erosion, ras	4.0
Lukt, gas	3.0
Naturlig avrinning	3.8
Utläckning	4.2
Brädd- och nödavlopp	9.0
Momentanbelastning	5.0
Totalbelastning	3.0

De nyttopoäng som uppnås som resultat av föreslagna åtgärder utgöres av produkten av den ökade kravuppfyllelsen och den aktuella viktfaktorn och redovisas i det följande.

## 6.11 Alternativ 1

Område	Aspekt	Vikt- faktor	Före åtgärd Krav- uppf	Produkt	Efter åtgärd Kraf- uppf	Produkt	Nyttopoäng
<u>1. Utjämningsmagasin 270 m<sup>3</sup> i A 18.09</u>							
A 18.09-A 34.09	Marköversv	4.5	2 (3) <sup>1)</sup>	9.0	2.5	11.3	2.3
B	Bräddavl	9.0	2	18.0	3	27.0	9.0
						Summa nyttopoäng	11.3
<u>2. Utjämningsmagasin 2 200 m<sup>3</sup> i A 34.09</u>							
A 18.09-A 34.09	Bräddavl	9.0	2	18.0	3	27.0	9.0
C	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
D	"	9.0	2	18.0	3	27.0	9.0
E	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
F	"	9.0	1	9.0	2.5	22.5	13.5
Ga -Ga22.30	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Ga22.30-Ga34.09	"	9.0	1	9.0	2.5	22.5	13.5
Gb	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Gc	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Gd	"	9.0	1	9.0	2.5	22.5	13.5
Ge	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Gf	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
						Summa nyttopoäng	90.0

Anm

1) Kravuppfyllelse 2 enligt resursanalys (Kontroll av huvudledningars prestanda)  
3 " " konsekvensanalys (Textpl 6)



## 6.12 Alternativ 4

Område	Aspekt	Vikt- faktor	Före åtgärd Krav- uppf	Produkt	Efter åtgärd Krav- uppf	Produkt	Nytto- poäng
<u>1. Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp samt ett utjämningsmagasin på 150 m<sup>3</sup> i A 18.09</u>							
A 18.09-A 34.09	Marköversv	4.5	2 (3) <sup>1)</sup>	9.0	2.5 <sup>2)</sup>	11.3	2.3 <sup>3)</sup>
B	Bräddavl	9.0	2	18.0	3.5 <sup>2)</sup>	31.5	13.5
						Summa nyttopoäng	15.8
<u>2. Utjämningsmagasin 660 m<sup>3</sup> i A 24.55</u>							
A 24.55-A 34.09	Marköversv	4.5	2 (3) <sup>1)</sup>	9.0	3.5	15.8	4.5 (6.8) <sup>3)</sup>
A 18.09-A 24.55	Bräddavl	9.0	2	18.0	3	27.0	4.5 (9.0) <sup>4)</sup>
C	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
D	"	9.0	2	18.0	3	27.0	9.0
						Summa nyttopoäng	22.5
<u>3. Utjämningsmagasin 540 m<sup>3</sup> i A 34.09</u>							
A 24.55-A 34.09	Bräddavl	9.0	2	18.0	3	27.0	4.5 (9.0) <sup>4)</sup>
E	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
F	"	9.0	1	9.0	2.5	22.5	13.5
						Summa nyttopoäng	22.5
<u>4. Åtgärd på Slätta damms utlopp</u>							
Gd	Bräddavl	9.0	1	9.0	4	36.0	27.0
	Mom bel	5.0	1	5.0	3.5	17.5	12.5
						Summa nyttopoäng	39.5
<u>5. Utjämningsmagasin 920 m<sup>3</sup> i Ga 34.09</u>							
Ga -Ga 22.30	Bräddavl	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Ga 22.30-Ga 34.09	"	9.0	1	9.0	2.5	22.5	13.5
Gb	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Gc	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Ge	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
Gf	"	9.0	3	27.0	3.5	31.5	4.5
						Summa nyttopoäng	36.0

## Anm

- 1) Kravuppfyllelse 2 enligt resursanalys (Kontroll av huvudledningars prestanda)  
3 " " konsekvensanalys (Textpl 6).
- 2) Kravuppfyllelsen 3.5 för aspekten bräddavlopp är högre än i alt 1. Detta kan motiveras med att det befintliga magasinets utlopp kan justeras så att magasinens volymen kan utnyttjas för regn med högre återkomstfrekvens än 1 år. Med samma motivering kan eventuellt kravuppfyllelsen för aspekten marköversvämning sättas högre i alt 4 än i alt 1. Dock har denna kravuppfyllelse efter utförd åtgärd satts lika för alt 1 och 4.
- 3) Nyttopoängen 6.8 reducerad med uppnådd nyttopoäng 2.3 mellan A 18.09 och A 34.09.
- 4) Uppnådd nyttopoäng 9.0 fördelad på A 18.09-A 24.55 respektive A 24.55-A 34.09.

### 6.13 Alternativ 6

Detta alternativ ger samma nyttopoäng som alternativ 4.

Som framgår av ovanstående beräkningar ger då alternativ 1, 2.3 och 99.0 nyttopoäng för brukare respektive recipient, vilket totalt ger 101.3 nyttopoäng för detta alternativ. Alternativ 4 och 6 erhåller efter utförda åtgärder samma grad av kravuppfyllelse uttryckt i nyttopoäng, dvs 6.8 och 129.5 nyttopoäng för brukare respektive recipient, vilket totalt blir 136.3 nyttopoäng.

I tabellen på sid 33 har de olika del- och lokalområdena klassificerats och sammanställts med hänsyn till de beräknade resultaten av åtgärdsalternativen 4 eller 6.

## KLASSIFICERING EFTER ÅTGÄRDER

Aspekter	DELOMRÅDEN																		
	A A00.00 till A18.09		A A18.09 till A34.09		A A34.09 till A44.00		B		C		D		E		F		Ga till Ga22.30		
Brukarens Aspekter:	Viktfaktor	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt
Marköversv	4,5	3	13,5	3,5	15,8	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18
Källar- översv	8,0	3	24	3	24	1	8	4	32	4	32	1	8	4	32	3	24	2	16
Funktions- avbr	5,5	3	16,5	3	16,5	2	11	3	16,5	4	22	1	5,5	3	16,5	2	11	2	11
Erosion, ras	4,0	1	4	1	4	4	16	2	8	3	12	4	16	4	16	4	16	2	8
Lukt, gas	3,0	3	9	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	3	9
Summa			67		72,3		65		86,5		96		59,5		94,5		81		62
Recipient- aspekter:																			
Nat avrin- ning	3,8	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2
Utläckning	4,2	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6
Bräddavlopp	9,0	4	36	3	27	1	9	3,5	31,5	3,5	31,5	3	27	3,5	31,5	2,5	22,5	3,5	31,5
Mom bel	5,0	2	10	2	10	1	5	3	15	3	15	2	10	3	15	1	5	3	15
Total bel	3,0	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
Summa			82,8		73,8		50,8		83,3		83,3		83,8		83,3		64,3		83,3
Klassifi- cering			65/80		70/70		65/50		85/80		95/80		60/80		90/80		80/60		60/80

## KLASSIFICERING EFTER ÅTGÄRDER

Aspekter	Ga Ga22.30 till Ga34.09																		
	Ga		Gb		Gc		Gd		Ge		Gf		Ha		Hb		Hc		
Brukarens Aspekter:	Viktfaktor	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt	Kravuppf	Produkt
Marköversv	4,5	3	13,5	4	18	4	18	4	18	3	13,5	4	18	3	13,5	4	18	3	13,5
Källar- översv	8,0	3	24,0	4	32	4	32	4	32	4	32	4	32	3	24	4	32	3	24
Funktions- avbr	5,5	3	16,5	4	22	4	22	3	16,5	3	16,5	4	22	3	16,5	3	16,5	3	16,5
Erosion, ras	4,0	4	16	4	16	4	16	3	12	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
Lukt, gas	3,0	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	3	9	4	12	4	12
Summa	25		82		100		100		90,5		90		100		79		94		82
Recipient- aspekter:																			
Nat avrin- ning	3,8	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2	4	15,2
Utläckning	4,2	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	3	12,6	2	8,4	3	12,6	3	12,6
Bräddavlopp	9,0	2,5	22,5	3,5	31,5	3,5	31,5	4	36	3,5	31,5	3,5	31,5	1	9	2	18	1	9
Mom bel	5,0	1	5,0	3	15	3	15	3,5	17,5	3	15	3	15	1	5	2	10	1	5
Total bel	3,0	3	9,0	3	9	3	9	1	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
Summa	25		64,3		83,3		83,3		84,3		83,3		83,3		46,6		64,8		50,8
Klassifi- cering			80/60		100/80		100/80		90/80		90/80		100/80		75/45		90/60		80/50



De föreslagna åtgärderna berör inte alla delområden inom undersökningsområdet. Sålunda ligger såväl området som avvattnas till sträckan A 34.09 - A 44.00 som området H, nedströms det aktuella bräddavloppet till Kvillebäcken och föreslagna åtgärder påverkar därför inte förhållandena inom dessa områden.

Inte heller alla aspekter har beaktats i de aktuella åtgärdsalternativen. Sålunda hänför sig den låga kravuppfyllelsen beträffande erosion, sättningar och ras i stor utsträckning till den pågående grundvattensänkningen i områdena kring spillvattentunnlarna. Dessa förhållanden är föremål för utredning i annat sammanhang och har därför inte innefattats i de nu aktuella åtgärdsalternativen.

Aspekterna källaröversvämning och funktionsavbrott uppvisar inom vissa områden oacceptabla värden på kravuppfyllelse.

Bedömningarna har gjorts på basis av tillgängliga statistiska uppgifter beträffande sådana företeelser. Om det primärt är ledningarnas utformning eller deras kondition som har givit upphov till olägenheterna kan emellertid ej utläsas ur statistiken. Vid upprepade företeelser av detta slag bör en kontroll och registrering av de bakomliggande orsakerna utföras rutinemässigt och läggas till grund för en långsiktig avvägning mellan punktinsatser och förnyelse av större ledningsavsnitt.

## 6.2 Kostnadsvärdering av aktuella åtgärder

### 6.21 Allmänt

De här aktuella åtgärdsalternativen omfattar åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp (alt 1, 4 och 6), åtgärd på Slätta damms utlopp (alt 4 och 6), utjämningsmagasin i form av betongbassänger och/eller flödesutjämning i ledningsnätet (alt 6a och 6b).

### 6.22 Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp (Alt 1, 4 och 6)

Byggnadsskedet:

Erforderliga ingrepp beräknas bli relativt små, och ej förorsaka några störningar för omgivningen.

Driftskedet:

Skötselkostnaden av utjämningsmagasinet beräknas inte öka som följd av åtgärd på utsläppsanordningen.

Underhållskostnaderna för utsläppsanordningen blir beroende på typ av anordning, men beräknas bli relativt små.

#### Kostnader:

Kostnaderna hänför sig till tillverkning och installation av en utsläppsanordning som ger ett konstant maximalt utflöde oberoende av tryckhöjden, och beror i hög grad på val av anordning.

Kostnaderna beräknas dock understiga 10 000 kronor.

#### 6.23 Åtgärd på Slätta damms utlopp (Alt 4 och 6)

##### Byggnadsskedet:

Erforderliga ingrepp beräknas bli små, och störningarna på omgivningen obetydliga eftersom dammen ligger i ett grönområde.

##### Driftskedet:

Dammen bör vara försedd med galler, vilket kräver viss skötsel. Skötselkostnaderna beräknas inte öka på åtgärd.

Underhållskostnaderna beror på val av utsläppsanordning, men beräknas bli relativt små.

##### Kostnader:

Kostnaderna hänför sig till tillverkning och installation av en utsläppsanordning som ger ett konstant maximalt utflöde oberoende av tryckhöjden, och beror i hög grad på val av anordning.

Kostnaderna beräknas dock understiga 10 000 kronor.

#### 6.24 Utjämningsmagasin i form av betongbassänger (Alt 6a)

##### Allmänt:

Bassänger kan användas för utjämning av såväl dag- som spillvatten. Detta ökar anpassningsbarheten inför framtida förändringar t ex övergång från kombinerat till separerat system. Det är däremot relativt dyrbart att bygga ut eller i övrigt ändra en befintlig bassäng. Användningen av bassänger begränsas i hög grad av befintliga förhållanden på så sätt att i områden med tät bebyggelse kan det vara svårt att få plats för bassängen. Speciellt gäller detta naturligtvis i stadskärnor, där gatorna ofta rymmer flera olika ledningar. Möjligheten att använda bassänger begränsas ofta av befintliga ledningars läge. Där tillgänglig höjd är liten, måste antingen pumpning tillgripas eller också erfordrar bassängen stor yta. Grundförhållandena spelar stor roll för anläggningskostnaden, vilken kan stiga avsevärt om spontning erfordras eller om grunden består av berg.

### Byggnadsskedet:

Under byggnadsskedet måste normalt viss avspärrning göras, vilket medför t ex trafiksvårigheter. Även i detta avseende lämpar sig bassänger bäst i mindre tätbebyggda områden, eftersom tillgången på utrymme är stor här.

### Driftskedet:

Säkerheten mot driftavbrott är vanligtvis god. Om avsättningsbassäng används, erfordras emellertid pumpning och risken för driftavbrott ökar. I allmänhet erfordras regelbunden rensning eller spolning, vid avsättningsbassäng även tömning av bassängen. Risk för luktbesvär föreligger vid bassänger, speciellt vid avsättningsbassänger i kombinerade system. Driftkostnaderna utgörs av kostnad för pumpning, spolning, ev tömning och tillsyn. Underhållskostnaden är vanligtvis liten.

### Kostnader:

Vid beräkningen av kostnaderna för bassängerna har förutsatts att bassängerna byggs övertäckta och med rektangulär plan. Vattendjupet har satts till 2,5 m och det fria avståndet till tak lika med 1/2 m.

Med en 1/2 m täckning över tak blir det totala schaktdjupet sålunda ca 4 m. I kostnaden ingår byggnadskostnader och erforderlig inredning, däremot ej följande:

1. Marklösen
2. Grundförstärkning
3. Spontning
4. Länshållning
5. Omläggning av befintliga ledningar, kablar o d
6. Kostnader för trafikomläggning och liknande

Följande approximerade kostnader har använts vid kostnadsuppskattningen:

150 m <sup>3</sup>	650 kr/m <sup>3</sup>
250 m <sup>3</sup>	550 "
≥500 m <sup>3</sup>	520 "



## 6.25 Flödesutjämning i ledningsnätet (Alt 6b)

### Allmänt:

Utjämning i ledningsnätet kan utföras i alla slags avloppsvatten, med hjälp av anordningar som ger dämpningsverkan. Eftersom denna metod utnyttjar ledningarnas egen volym för utjämningen ställs små krav på ytterligare utrymme. På grund härav är utjämning med utnyttjande av ledningsnätet speciellt lämplig i stadskärnor.

Metoden förutsätter relativt grova ledningar. Vidare bör ledningarnas lutning vara relativt flack för att god effekt skall uppnås.

Metodens flexibilitet kan sägas vara stor, då varje anordning fungerar som en självständig enhet. Eftersom anläggningskostnaderna bör kunna hållas relativt låga skulle sådana anordningar lätt kunna utökas eller bytas ut för att anpassas till ett med tiden förändrat flöde.

### Byggnadsskedet:

Utjämning i ledningsnäten kan användas oberoende av grundförhållanden. Vissa störningar i övrig samhällelig verksamhet, trafik etc kan uppstå under byggnadsskedet. Dessa bör dock varamindre och framför allt kortvarigare än vid anläggande av t ex bassänger, eftersom installationen bör gå betydligt fortare och beröra jämförelsevis små ytor.

### Driftskedet:

Driftkostnaderna för utjämning i ledningsnätet blir låga, eftersom varken pumpning eller rensning normalt erfordras.

### Kostnader:

Effekten av dämpningsanordningar i ledningssystemet beror på såväl dimensionerna som ledningarnas lutning, på så sätt att magasinvolymen ökar ju större ledningarnas diameter är och ju flackare ledningen ligger. De aktuella ledningarna ligger generellt i relativt stor lutning, vilket gör att effekten av dämpningsanordningar blir förhållandevis låg, och kostnaderna därmed relativt höga.

Någon pågående produktion av dämpningsanordningar finns fn ej. Den framtida produktionens omfattning kommer att bli beroende av marknadsbehovet, som sålunda även kommer att bli avgörande för val av produktionsmetoder

och därmed tillverkningskostnaderna. I det följande har kostnaderna för tillverkning och installation av dämpningsanordningar för jämförelsens skull antagits vara lika stora uttryckt i kr/m<sup>3</sup> som motsvarande kostnader för betongbassänger, vilket i en etablerad marknad knappast kommer att bli fallet.

### 6.3 Kostnader för aktuella åtgärdsalternativ

#### 6.31 Alternativ 1:

Utjämningsmagasin	270 m <sup>3</sup>	=	148 500:-
"	2 200 m <sup>3</sup>	=	1 144 000:-

---

Summa kostnad 1 292 500:-  $\approx$  1 300 000:-

#### 6.32 Alternativ 4

Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp = 10 000:-

Åtgärd på Slätta damms utlopp = 10 000:-

Utjämningsmagasin	150 m <sup>3</sup>	=	97 500:-
"	540 m <sup>3</sup>	=	280 800:-
"	660 m <sup>3</sup>	=	343 200:-
"	920 m <sup>3</sup>	=	478 400:-

---

Summa kostnad 1 219 900:-  $\approx$  1 220 000:-

#### 6.33 Alternativ 6a:

Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp = 10 000:-

Åtgärd på Slätta damms utlopp = 10 000:-

Utjämningsmagasin	150 m <sup>3</sup>	=	97 500:-
"	460 m <sup>3</sup>	=	253 000:-
"	490 m <sup>3</sup>	=	269 500:-
"	540 m <sup>3</sup>	=	280 800:-
"	660 m <sup>3</sup>	=	343 200:-

---

Summa kostnad 1 264 000:-  $\approx$  1 270 000:-

## 6.34 Alternativ 6b:

Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp	=	10 000:-
Åtgärd på Slätta damms utlopp	=	10 000:-
Utjämningsmagasin 150 m <sup>3</sup>	=	97 500:-
" 540 m <sup>3</sup>	=	280 800:-
" 660 m <sup>3</sup>	=	343 200:-
Utjämningsmagasin 460+490 m <sup>3</sup> alternativt helt eller delvis utjämning i ledningsnätet (G-ledningen)	=	522 500:-
Summa kostnad		1 264 000:- ≈ 1 270 000:-

6.4 Nytto/kostnadsvärdering

Med utgångspunkt från de resultat som erhållits i moment 6.1, nyttovärdering av åtgärdsalternativ och 6.3, kostnader för aktuella åtgärdsalternativ, kan följande nytto/kostnadsrelationer uppställas enligt följande:

Alternativ		Nyttopoäng per kkr
1	→ 101,3/1 300 =	0,078
4	→ 136,3/1 220 =	0,112
6a & b	→ 136,3/1 270 =	0,107

Alternativ 1 uppvisar såväl lägre nytta som högre kostnad än de övriga alternativen.

Alternativen 4, 6a och 6b uppvisar samma nyttopoäng, medan kostnaden för alternativ 4 är något mindre än för alternativ 6a och 6b. Skillnaden är dock liten. De kostnader som ej medtagits i kostnadsvärderingen kommer sannolikt att ha avsevärt större betydelse i en slutlig kostnadsberäkning.

För betongbassänger tillkommer sålunda ev kostnader för marklösen, grundförstärkning, spontning, länshållning, omläggning av befintliga ledningar, kablar o d, kostnader för trafikomläggning och liknande samt kostnader för överledning av avloppsvatten under byggnadstiden. Skillnaden i de totala investeringskostnaderna för alternativen 4 och 6a kommer sålunda att bero på lokala omständigheter utefter G-ledningen omedelbart uppströms bräddavloppet respektive överkoppling till A-ledningen.



För utjämning i ledningsnätet tillkommer schaktkostnader, kostnader för trafikomläggningar och liknande samt kostnader för överledning av avloppsvatten under byggnadstiden. Ingreppen beräknas dock vara mindre och framförallt kortvarigare än motsvarande ingrepp för betongbassänger, vilket innebär att alternativ 6b torde vara gynnsamt i jämförelse med alternativ 6a beträffande de totala investeringskostnaderna. Det bör vidare observeras att kostnaderna för betongbassängerna har baserats på ett totalt schaktdjup om ca 4 m. Om erforderliga nivåskillnader inte föreligger på de platser, som kan göras tillgängliga för byggande av betongbassänger, erfordras antingen pumpning eller också är det tvunget att ge betongbassängerna en annan utförandeform. I båda fallen påverkas kostnaderna.

Med ledning av det föregående framstår alternativ 6 som fördelaktigt då det medger en valfrihet i lösningen av vissa delåtgärder. Därmed torde sådana lösningar kunna väljas som medför lägsta totala kostnad med hänsyn till de lokala omständigheterna. Inom ramen för detta åtgärdsalternativ återfinns olika nytto/kostnadsrelationer för de aktuella åtgärderna enligt följande:

Typ av åtgärd	Nyttotopöäng per kkr
Åtgärd på Slätta damms utlopp	3.950
Åtgärd på bef utjämningsmagasins utlopp samt ett utjämningsmagasin på 150 m <sup>3</sup> i A18.09	0.147
Utjämningsmagasin 540 m <sup>3</sup> i A34.09	0.080
Utjämningsmagasin 460+490 m <sup>3</sup> alternativt utjämning i ledningsnätet (G-ledningen)	0.069
Utjämningsmagasin 660 m <sup>3</sup> i A24.55	0.066

Om en successiv utbyggnad är aktuell indikerar ovanstående nyttkostnadsrelationer en prioritering av åtgärderna enligt följande:

1. Åtgärd på Slätta damms utlopp.
2. Åtgärd på befintligt utjämningsmagasins utlopp samt ett utjämningsmagasin på 150 m<sup>3</sup> i A18.09.
3. Utjämningsmagasin med en volym av 540 m<sup>3</sup> i A34.09.
4. Utjämningsmagasin 460+490 m<sup>3</sup> alternativt helt eller delvis utjämning i ledningsnätet (G-ledningen).
5. Utjämningsmagasin med en volym av 660 m<sup>3</sup> i A24.55.

## 6.5 Kommentarer

Det bör observeras, att ovanstående kostnadsjämförelser är att betrakta som relativa varandra och ej absoluta. Nyttokostnadsanalysen är sålunda icke ett instrument för kostnadsberäkningar utan syftar i första hand till att identifiera och urskilja sådana handlingsalternativ som kan vara aktuella för detaljprojektering.

Det bör vidare observeras, att skillnaden mellan de olika alternativen beträffande driftsäkerhet, funktionsstabilitet, underhålls- och tillsynsbehov etc inte kommer fram i nyttoanalysen. Om förvaltningens intressen skall tillgodoses behövs sålunda en ytterligare detaljeringsgrad. Osäkerheten i dessa frågor framgår och bestyrks av konsekvensanalysen, där exempelvis aspekterna förslitning och förnyelsebehov i stor utsträckning bedömts på grundlag av en erfarenhet som ansetts vara otillräcklig.

Det aktuella undersökningsområdet utgör endast en liten del av Ryaverkets uppsamlingsområde. En objektiv bedömning av de konsekvenser som avloppshanteringens inom undersökningsområdet medför för reningsverket/recipient kräver integrering av alla områden som ingår i reningsverkets uppsamlingsområde. Vikten av detta framgår även av konsekvensanalysen där konsekvenserna på den regionala recipienten överlag bedömts på en erfarenhet som ansetts otillräcklig. Inte heller en recipients förmåga att ta emot bräddvatten kan bedömas utifrån lokala förhållanden utan måste ske mot bakgrund av recipientens karaktär och förekomsten av andra föroreningskällor inom och utanför det aktuella undersökningsområdet.

50856  
KONSEKVENSANALYS  
HISINGEN  
OMRÅDESDATA

Område	Areal Ha	Huvudsaklig markanvändning	Huvudsaklig bebyggelse	Befolkning och verksamheter	
				Fast befolkn.	Industri och övrigt
A	94,5	Tomtmark	Flerfamiljshus	8 550	2 skolor, 1 sjukhus, 6 mindre industrier
B	25,0	Tomtmark	Flerfamiljshus/Enfamiljshus	1 160	1 skola
C	13,5	Tomtmark/Skogsmark	Flerfamiljshus/Enfamiljshus	350	-
D	37,0	Tomtmark/Skogsmark	Enfamiljshus	750	1 skola, 1 mindre industri
E	11,0	Skogsmark/Tomtmark	Enfamiljshus	280	-
F	25,0	Tomtmark	Enfamiljshus/Flerfamiljshus	1 900	1 skola
Ga	86,0	Tomtmark/Skogsmark	Enfamiljshus/Flerfamiljshus	4 950	1 skola, 2 mindre industrier
Gb	15,5	Skogsmark	Enfamiljshus	100	-
Gc	10,0	Skogsmark	Enfamiljshus	150	-
Gd	54,0	Skogsmark/Damm	Flerfamiljshus	1 200	1 mindre industri
Ge	29,5	Skogsmark	Flerfamiljshus	300	-
Gf	11,5	Skogsmark	Enfamiljshus	50	-
H	94,0	Skogsmark Idrottsmark Tomtmark	Flerfamiljshus	6 720	2 skolor, 1 sjukhus, 8 mindre industrier
	506,5			26 460	

Utanför undersökningsområdets gränser liggande områden, vars spillvatten är anslutet till undersökningsområdets ledningssystem.

Anslutna till område	Ansl.sätt	Befolkning och verksamheter	
		Fast befolkning	Industri och övrigt
A	Självfäll	10 200	1 skola, 1 industri
B	Självfäll	900	1 skola, 1 industri
G	Tryckledning	1 350	1 skola, 1 industriområde

50856  
HISINGEN  
KONSEKVENSANALYS

SAMMANSTÄLLNING AV INFORMATION RÖRANDE INDUSTRIER, SJUKHUS OCH SKOLOR

Del- område	Obj.nr	Kartblad 1:4000 nr	Företag, verksamhet, skola, sjukhus	Heldygns- arb.pers.	Antal anst. pers.	Vatten- förbrukn. m <sup>3</sup>	Avl.vatten ind.föroren. m <sup>3</sup>	Avl.vatten sanitært m <sup>3</sup>	Be- handl.	Anm.
A	3018	36D	Sv. Ezzo AB, Tappstn.		7	2,0	1,7	0,3	OA	Utanför omr.
	2053	36C	GBG:s Tvättjänst		2	12,0	11,9	0,1	" "	" "
	4047	36C	" "		2	3,4	3,3	0,1	" "	" "
	4292	36C	Sv. Marco		4	9,0	9,0	0,2	OA	
	4236	46B	Svartedalens Sjukhus		100	80,0	60,0	20,0	FA	
	4247	46B	OK		2	0,3	0,1	0,2	OA	
	4255	46C	Sv. Gulf Oil AB		3	5,5	5,3	0,2	OA	
	4274	46C	Stellans Bilverkstad		2	0,1		0,1		
	4017	46C	Bäcksin Färg AB		54	25,0		2,6		19 m <sup>3</sup> kylv.
	4066	46C	Alphede Bilverkstad		2	0,2		0,2		Utanför omr.
	4203	46D	Kem-Bar		3	0,9		0,2		0,7 m <sup>3</sup> kylv.
	4263	46D	Sv. Shell AB		9	5,0	4,4	0,6	OA	
	1	36C	Sjumilaskolan		989	13,0				
	9	47A	Bjurslättskolan		719	34,0				
	2	36C	Vetteskolan		266	3,7				Utanför omr.
B	3	36C	Svartedalsskolan		939	21,0				
	4		Trättebäcksskolan		46	1,5				Utanför omr.
C										
D	4069	46B	Typopress		2	0,1		0,1		
	5	46B	Lerlyckeskolan		426	0,5				
E										
F	8		Fogdegårdsskolan		170	8,5				
Ga	4126	47A	Svenssons Mek. Verkstad		2	3,5	3,4	0,1	SA	
	4280	47A	Nordbergs Mek. Verkstad		4	0,3		0,3		
	6		Toleredsskolan		523	11,0				
Gb										
Gc										
Gd	4079	46C	Tekn. fabr. SEBA AB		3	0,1		0,1		
Ge										
Gt										
Ha	4246	46D	Sv. Gulf Oil AB		6	19,0	19,0	0,3	OA	
	4245	46D	Sv. Shell AB		1	0,2	0,1	0,1	OA	
	4045	46D	Bil & Truck AB		32	15,0	13,0	2,0	OA	
	4200	46D	Arvids Snabbkem		6	1,3		0,3		0,8 m <sup>3</sup> kylv.
	4205	46D	Kvick-Kem-Bar		1	4,4		0,1		4,3 m <sup>3</sup> "
	4271	46D	Gami Mek. Verkstad		1	0,1		0,1		
	4110	46D	Benjaminssons Plåtsl.		3	0,2		0,2		
	4189	46D	Bergendahls Färgind.		1	0,1		0,1		
	7	46D	Lundby Gymnasium		950	23,0				
	11	46D	Lundby Sjukv.centr.							
Hb	4204	46D	Kem. Partitvätt		2	1,1	0,9	0,1		
Hc	10		Rambergsskolan		462	7,5				



### Kontroll av drän- och läckvattnets omfattning och fördelning

De i konsekvensanalysen utförda bedömningarna av läckvattenmängders omfattning och fördelning präglas av osäkerhet. De olika delområdena har sålunda erhållit sinsemellan i stort sett likartade bedömningar beträffande samtliga sådana aspekter som kan hänföras till avloppssystemets täthet.

De totala miljömässiga konsekvenserna av de rådande förhållandena har, osäkerheten till trots, bedömts som relativt små. Grundvattnet påverkas naturligtvis allmänt av utläckande avloppsvatten. Grundförhållandena har emellertid bedömts vara sådana att föroreningarna endast får lokal betydelse och blir av liten omfattning. Den totala belastningen av läckvatten på reningsverket från det aktuella området har likaså bedömts avvika från det normala i endast liten omfattning och medföra relativt små miljömässiga konsekvenser.

När det gäller de ekonomiska konsekvenserna av den oavsiktliga belastningen måste drift- och behandlingskostnaderna ställas i relation till kostnaderna för att reducera inläckningen. Under sådana omständigheter blir inläckningens fördelning på olika ledningsavsnitt av avgörande betydelse.

Osäkerheten i detta avseende motiverade en kontroll av torrvädersavrinningen vilket genomfördes under tiden 8-28 juni 1977 och redovisas i det följande:

Under mätperioden inträffade enstaka regn av varierande omfattning och intensitet. Mätningarna avbröts vid sådana tillfällen och återupptogs tidigast 8 timmar efter det regnen upphört. För att kontrollera om nederbörden under mätperioden ändå påverkade mätresultaten upprättades på lämpliga platser i systemet ett antal "kontrollpunkter" i vilka flödena kontrollerades vid varje mättillfälle.

Under mätperioden utförde SGU grundvattenobservationer på flera platser kring Göteborg. Dessa visade att grundvattennivån under mätperioden var avtagande, men generellt något över medel. Under förutsättning att grundvattennivåerna kring drän- och avloppsledningarna i stort sett följer samma cykliska förlopp, kommer de uppmätta drän- och läckvattenmängderna att ligga något över medel för året.

Mätresultaten har sammanställts i tabellform i arkivbilagan (bifogas ej).

I följande utdrag ur tabellen redovisas uppmätta genomsnittliga drän- och läckvattenmängder överstigande 50 000 m<sup>3</sup>/km år:

- a) Delområde G  
Ledningarna på södra sidan av Nya Björlandavägen.  
Uppmätta mängder motsvarande ~300 000 m<sup>3</sup>/km år.  
Ledningslängd 260 m vilket ger en totalmängd av ca 80 000 m<sup>3</sup>/år.
  
- b) Delområde A  
Alla ledningar anslutna till ledning A mellan A 17.08 och A 18.05.  
Uppmätta mängder motsvarande ~70 000 m<sup>3</sup>/km år.  
Ledningslängd 410 m vilket ger en totalmängd av ca 30 000 m<sup>3</sup>/år.
  
- c) Delområde A  
Alla ledningar anslutna till ledning A mellan A 23.33 och A 24.55.  
Uppmätta mängder motsvarande ~60 000 m<sup>3</sup>/km år.  
Ledningslängd 365 m vilket ger en totalmängd av ca 20 000 m<sup>3</sup>/år.
  
- d) Delområde A  
Ledning i passage parallell med Blålockegatan.  
Uppmätta mängder motsvarande ~65 000 m<sup>3</sup>/km år.  
Ledningslängd 685 m vilket ger en totalmängd av ca 45 000 m<sup>3</sup>/år.
  
- e) Delområde G  
Alla ledningar anslutna till Trättebacksliden, samt två korta sträckor i södra sidan av Nya Björlandavägen.  
Uppmätta mängder motsvarande ~55 000 m<sup>3</sup>/km år.  
Ledningslängd 2 310 m vilket ger en totalmängd av ca 125 000 m<sup>3</sup>/år.
  
- f) Delområde H  
Ledningarna inom lokalområde Hb.  
Uppmätta mängder motsvarande ~65 000 m<sup>3</sup>/km år.  
Ledningslängden 2 835 m vilket ger en totalmängd av ca 180 000 m<sup>3</sup>/år.

Genomsnittliga drän- och läckvattenmängder motsvarande mellan 25 och 50 000 m<sup>3</sup>/km år uppmättes dessutom på flera platser och kan hänföras till följande ledningar.

- g) Delområde A  
Alla ledningar anslutna till A mellan A 10.00 och A 15.00.  
Uppmätta mängder motsvarande ~50 000 m<sup>3</sup>/km år.

- h) Delområde A  
Alla ledningar anslutna till A mellan A 15.00 och A 16.00.  
Uppmätta mängder motsvarande  $\sim 35\ 000\ \text{m}^3/\text{km}\ \text{år}$ .
- i) Delområde A  
Kabbeleksgr., Lantm.g.  
Uppmätta mängder motsvarande  $\sim 35\ 000\ \text{m}^3/\text{km}\ \text{år}$ .
- j) Delområde G  
Alla ledningar inom lokalområde Ge.  
Uppmätta mängder motsvarande  $\sim 45\ 000\ \text{m}^3/\text{km}\ \text{år}$ .
- k) Delområde G  
Alla ledningar inom lokalområde Gf.  
Uppmätta mängder motsvarande  $\sim 35\ 000\ \text{m}^3/\text{km}\ \text{år}$ .
- l) Delområde H  
Alla ledningar inom lokalområde Hc.  
Uppmätta mängder motsvarande  $\sim 30\ 000\ \text{m}^3/\text{km}\ \text{år}$ .

Utläckning konstaterades i spillvattenledningar som ansluts till ledning A i Sommarvädersgatan. Omfattningen var dock mycket liten.

Det bör emellertid framhållas att de praktiskt tillgängliga metoderna för mätning av avloppsflöden inte kan anses som tillfredsställande när det gäller att konstatera förekomsten av utläckning av små mängder.

Totalt beräknades dränvattenmängderna och nettoinläckningen till ledningssystemet uppgå till ca  $1.3\ \text{Mm}^3/\text{år}$  motsvarande 50 % av de teoretiska spillvattenmängderna från området. Detta procentuella förhållande är det samma som för Ryaverkets upptagningsområde som helhet, för vilket drän- och läckvattenmängderna och de teoretiska spillvattenmängderna, med ledning av siffror hämtade ur Ryaverkets årsberättelse 1977 och annat underlag, har bedömts till 30 M respektive 60 M  $\text{m}^3/\text{år}$ .

De totala drän- och läckvattenmängderna medför sålunda inga miljömässiga konsekvenser på den regionala recipienten som avviker från det som kan anses vara normalt inom Ryaverkets upptagningsområde. Inte heller framkom genom kontrollen någonting som indikerade en för grundvattnet betydande utläckning.

Drän- och läckvattenmängdernas fördelning mellan de olika delområdena varierar emellertid betydligt mer än vad som framkom vid konsekvensanalysens genomförande. Uttryckt i  $\text{m}^3/\text{km}\ \text{år}$  är fördelningen som framgår av nedanstående Fig.1.



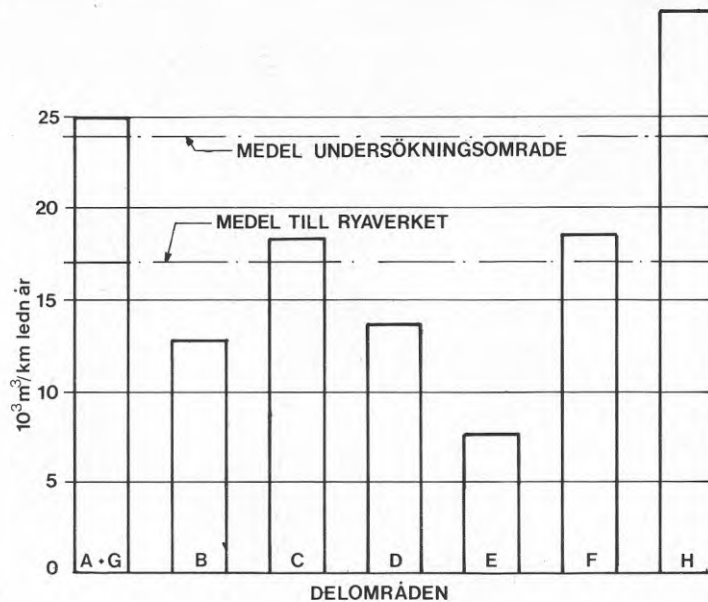


Fig. 1 Drän- och läckvattenmängdernas fördelning

Omfattningen är dock ingenstans sådan att den av enbart ekonomiska skäl motiverar åtgärd. Det bör här påpekas att de uppmätta mängderna som redovisats inkluderar avsiktligt påförda dränvattenmängder och att nettoinläckningen i många fall är avsevärt mindre än vad de redovisade siffrorna anger.

Det bör också understrykas att en väsentlig del av nettoinläckningen härrör från servisledningarna och sålunda inte kan påverkas genom åtgärder på det kommunala ledningsnätet.

De redovisade drän- och läckvattenmängderna representerar medelvärden för de angivna ledningssträckorna och/eller områdena. Dessa värden kan för vissa områden anses vara så betydande att en förnyad mätning med en förtätning av mätpunkterna bör genomföras.

Kontroll av skötsel och underhållskostnadernas omfattning och fördelning

Skötseln av ledningssystemet i Göteborg omfattar i huvudsak rensning av ledningar och påsläpp etc samt undersökningar av olika slag såsom exempelvis spårande av föroreningskällor och liknande. Rensningsarbeten förekommer dels periodiskt i preventivt syfte och dels i samband med stopp i servis- och/eller huvudledningar.

För närvarande rensas årligen ca 10 % av huvudledningarna periodiskt. Antalet stopp uppgår i servisledningarna i Göteborg som helhet till ca 700/år och visar en svagt tilltagande tendens. För huvudledningarnas del är motsvarande siffra ca 500 stopp/år. Antalet stopp i dessa ledningar har hållit sig relativt oförändrat från år till år.

Den totala kostnaden för ovanstående arbeten uppgick 1976 till något över 3 miljoner kronor, varav den övervägande delen kunde hänföras till lönekostnader. Insatserna i mantimmar räknat uppgår till ca 32 000 per år inklusive driftchef och arbetsledare. (20 man x 1 600 h/år), vilket i genomsnitt innebär ca 16 mantimmar/år och km ledning.

I tabell s 4 i denna bilaga redovisas omfattningen av skötselinsatserna inom undersökningsområdet under åren 1974-76. För hela området har nedlagts i medeltal något över 400 mantimmar/år. Detta motsvarar mindre än 8 mantimmar/år och km ledning och utgör sålunda ungefär hälften av vad som erfordras för Göteborg som helhet.

En mycket stor del av skötselinsatserna inom undersökningsområdet faller på skötsel av bäckintagen. Detta har särskilt varit fallet under 1976 då skötseln av dessa svarat för ca 3/4 av de totala insatserna inom området.

Hur skötselinsatserna fördelat sig i medeltal mellan de olika delområdena under perioden 1974-76 framgår av Fig. 1, som visar nedlagda mantimmar/km ledning. För jämförelsens skull har rensning av ledningar och övriga rensningsarbeten redovisats var för sig.

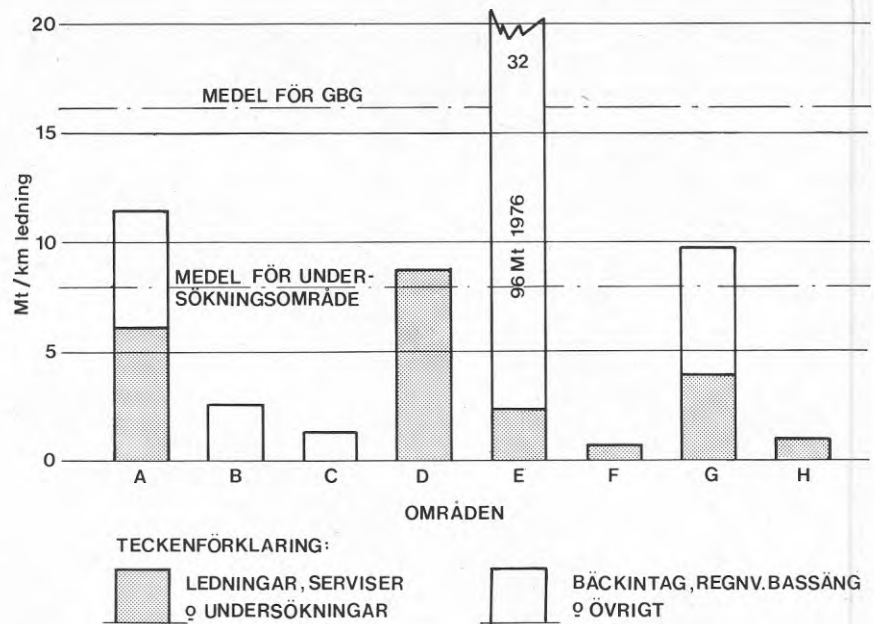


Fig. 1 Skötselinsatsernas fördelning i mantimmar (Mt)

Sammanfattningsvis kan sägas att erforderliga skötselinsatser per km ledning räknat, är lägre inom undersökningsområdet än i Göteborg som helhet. Några skötselinsatser utöver de rutinmässiga kan av den anledningen inte anses erforderligt. De löpande skötselinsatserna sker idag enligt ett noggrant upp-gjort "prioriteringssystem" som bygger på kunskap om och kontroll av sedimenteringstakten i olika ledningar och ledningsavsnitt. Systemet är i första hand in-riktat mot att avhjälpa resultaten av pågående sedi-menteringsförlopp, och mindre mot att utreda orsakerna. Det synes angeläget att utreda huruvida avsättnings-takten kan påverkas genom åtgärder eller ändrade ru-tiner beträffande uppsamlingsanordningarna. Inom undersökningsområdet är avsättningarna i huvudsak koncentrerade till vissa lokalområden inom delområdena A, G och H. Dessa områden kunde lämpligen bli föremål för utökade undersökningar och kontroller, som ge-nerellt skulle ge svar på frågan om andra metoder och rutiner är tillämpbara. En detaljundersökning av uppsamlingsanordningarna inom dessa områden beträff-ande utformning, kondition och skötsel rekommenderas därför.

Underhållskostnaderna inom Göteborgs VA-verk fördelas på fyra konton enligt följande:

- Reparation av huvudledningar > Ø 530 mm
- Reparation av huvudledningar Ø 230-530 mm
- Reparation av serviser
- Justeringar, nedst. brunnar etc.

Under åren 1974-1976 fördelade sig kostnaderna på dessa konton enligt följande:



Konto	1974	1975	1976	1977
H.L. > 530 mm	13 000	17 300	13 500	80 000
H.L. < 530 mm	185 500	250 500	304 000	352 000
Serviser	501 000	553 000	416 000	762 000
Justeringar	209 000	152 000	112 500	293 000
<b>Totalt</b>	<b>908 500</b>	<b>972 500</b>	<b>846 000</b>	<b>1437 000</b>

De största kostnaderna drar, som framgår av ovanstående, de mindre huvudledningarna och serviserna. Det är också känt att dessa insatser till större delen sker i de områden vilka har de äldsta ledningarna och där företrädesvis lerrör förekommer.

Inom det aktuella undersökningsområdet har underhållskostnaderna under åren 1974-1976 fördelat sig enligt följande:

Hisingen	1974	1975	1976
Delområde A	1 300	2 300	7 200
B	-	-	-
C	-	-	-
D	600	500	-
E	700	-	-
F	400	-	8 000
G	250	200	-
H	1 100	-	11 000
<b>Totalt A-H</b>	<b>4 350</b>	<b>3 000</b>	<b>26 200</b>

Kostnaderna hänför sig till lokal omläggning av huvudledningar av mindre dimensioner. Om dessa jämförs med kostnaderna för underhåll av mindre huvudledningar inom Göteborg som helhet erhålls följande värden uttryckt i kr/km ledning.

Område	1974	1975	1976	Medel
Hela Göteborg	93	125	152	123
Unders.omr.	74	51	445	190

Av tabellen framgår att medelkostnaden/km ledning för perioden 1974-76 är ca 50 % högre för undersökningsområdet än för Göteborg som helhet. Detta är främst betingat av de relativt stora punktinsatserna under 1976 i delområdena A, F och H.

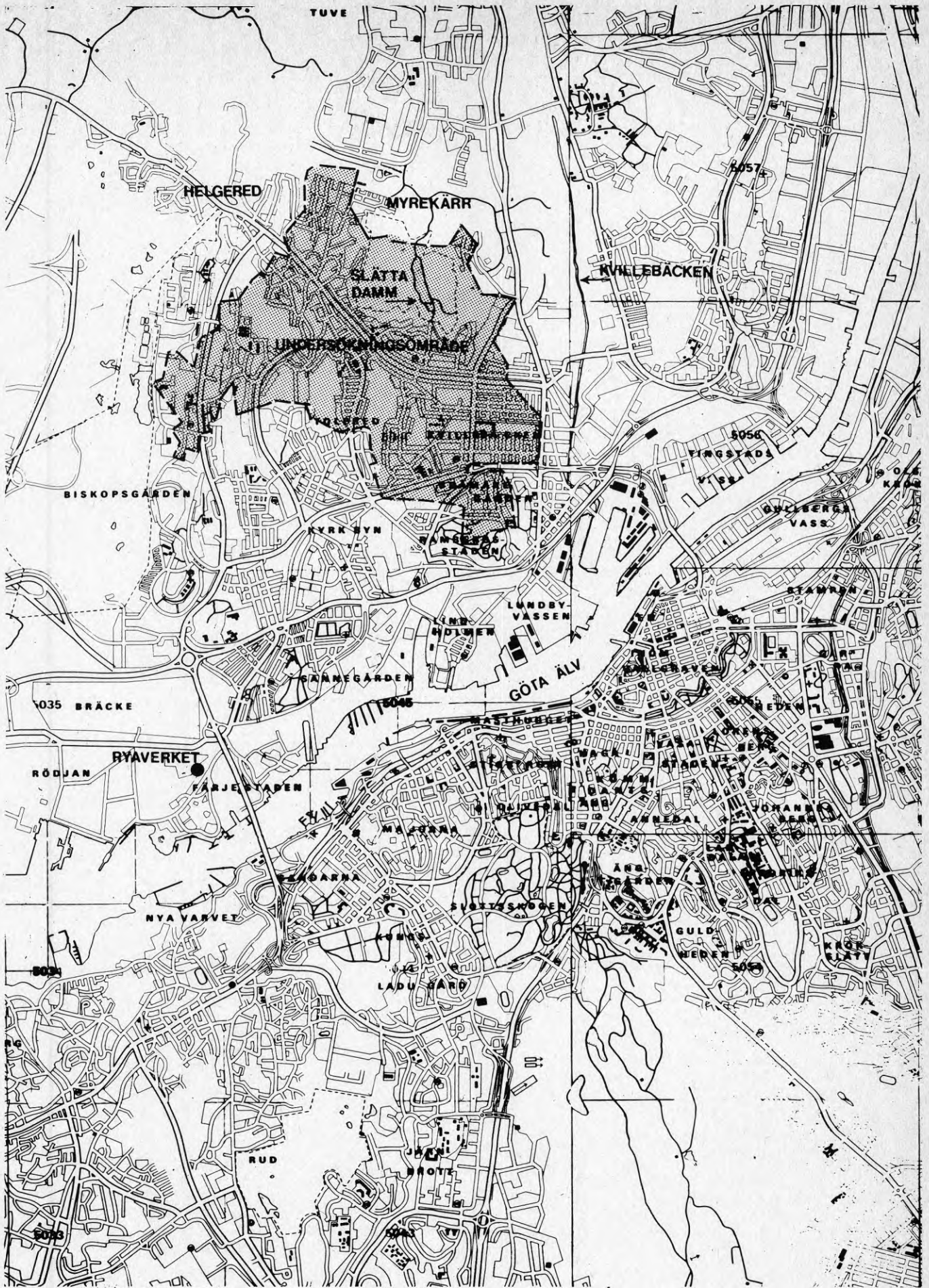
Det statistiska materialet anses icke tillräckligt för några långtgående slutsatser. Det indikerar dock att de erforderliga underhållskostnaderna är koncentrerade till i första hand lokalområden inom delområdena A och H.

TABELL

Område	År	Serviser			Undersökning			Stopp			Huvudledning			Undersökning			Bäcktag			Regnybassäng			Övrigt		
		Ant	Mant	Ant	Ant	Mant	Ant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant	Ant	Mant
A	74	6	29	5+1	3		8	61	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	"	-	-	-	-		1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	"	-	-	-	-		1	4	-	-	-	-	-	-	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	
G	"	1	16	0+2	7		1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H	"	1	8	-	-		1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summa	74	8	53	5+3	10		11	71	-	-	-	-	-	4	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
A	75	7	41	1+0	0		2	18	2	18	-	-	-	-	-	-	1	27	-	-	-	-	-	-	
B	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	"	6	40	1+0	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	"	1	5	0+1	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	"	-	-	1	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G	"	5	25	-	-		4	40	1	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summa	75	19	111	2+2	4		6	58	3	44	-	-	-	-	-	-	1	27	-	-	-	-	-	-	
A	76	7	51	24+0	0		-	-	1	4	1	4	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	57	24	
B	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	"	7	36	-	-		3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G	"	7	29	-	-		1	10	2	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H	"	2	10	-	-		-	-	1	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	
Summa	76	23	126	24	-		4	15	4	88	1	2	2	2	-	-	480	-	16	-	-	16	129	-	

1978-06-13





**STOM**  
SYSTEMET



**PRAKTISK TILLÄMPNING  
KONSEKVENSANALYS  
HISINGEN**

SKALA

REG.-NUMMER

RITN.-NUMMER

DATUM

SIGN.

**TEXTPL. 1**







**PRAKTISK TILLÄMPNING  
STOMPLAN  
HISINGEN**

SKALA

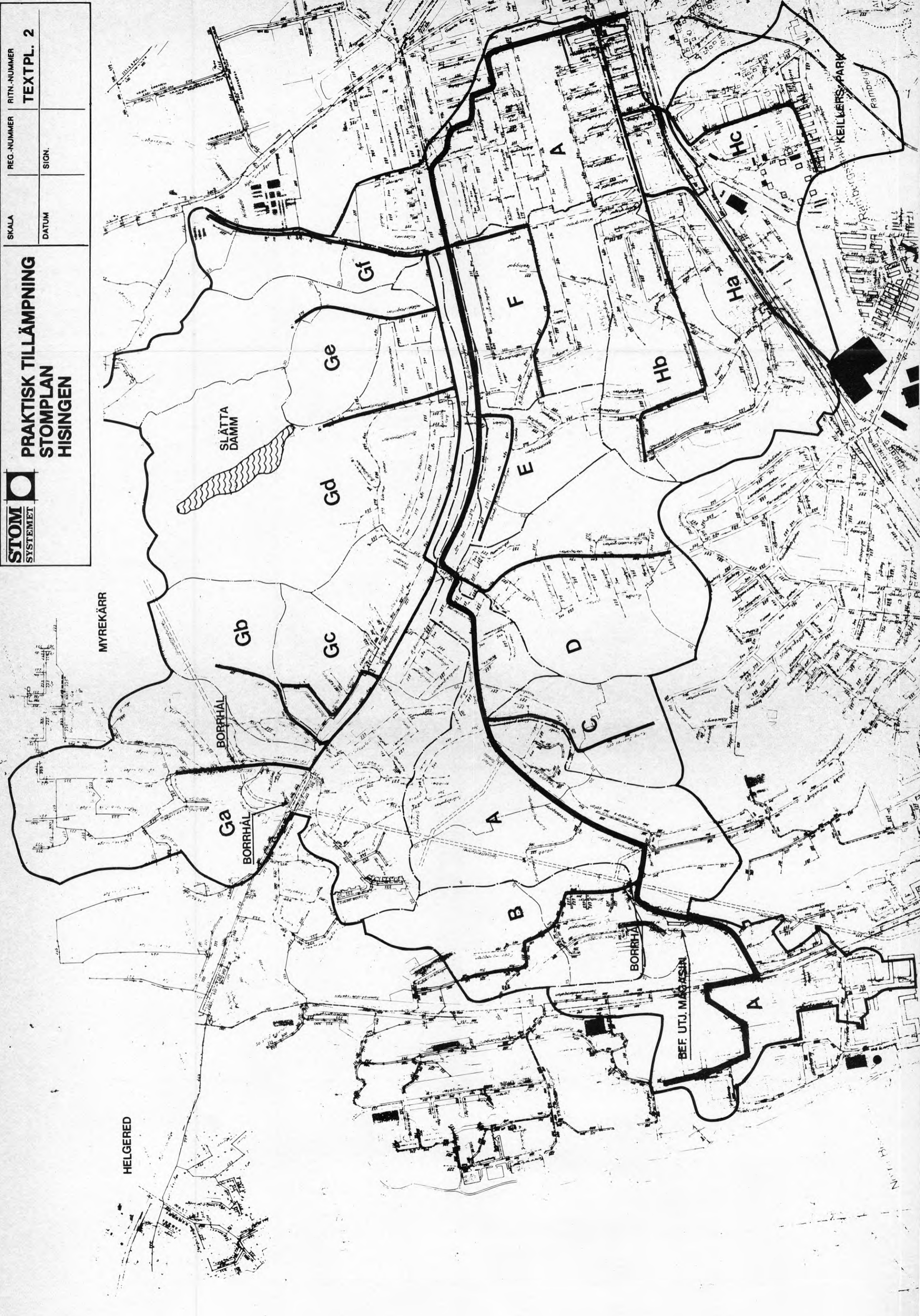
REG.-NUMMER

RITN.-NUMMER

TEXTPL. 2

DATUM

SIGN.





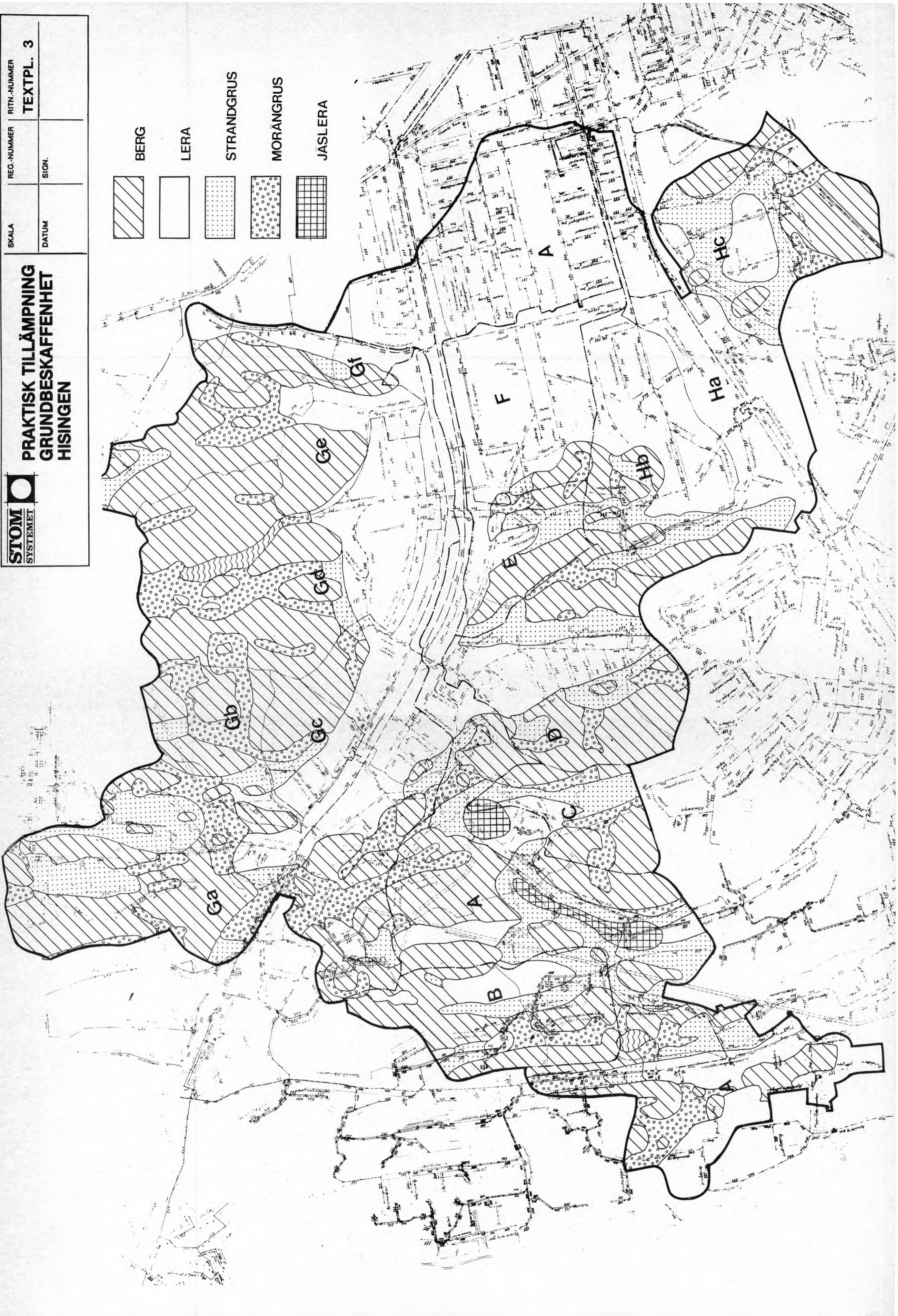




**PRAKTISK TILLÄMPNING  
GRUNDBESKAFFENHET  
HISINGEN**

SKALA	REG.-NUMMER	RITN.-NUMMER
DATUM	SIGN.	TEXTPL. 3











- BERG
- LERA
- STRANDGRUS
- MORÅNGRUS
- JÄSLERA

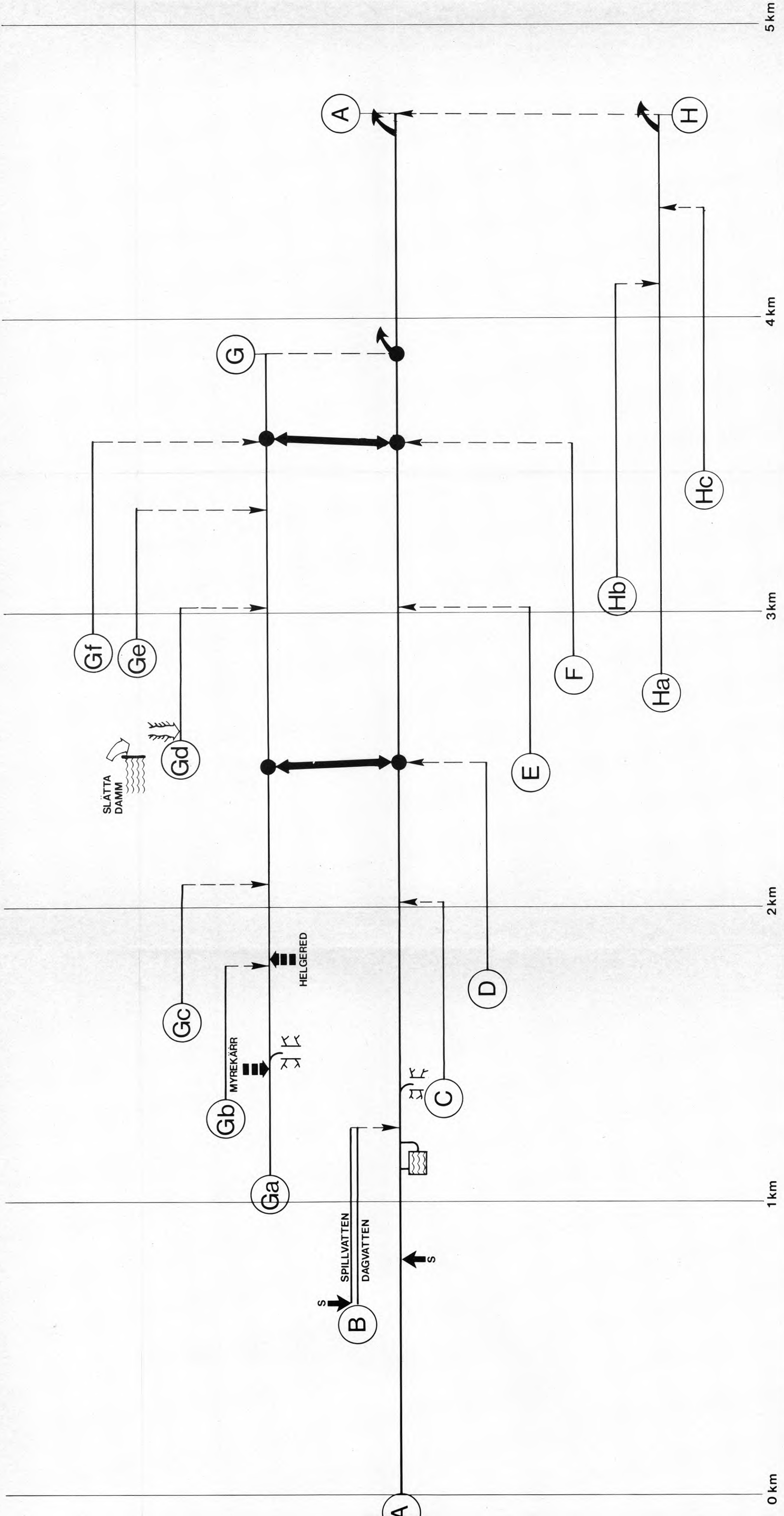






**TECKENFÖRKLARING**

-  INKOMMANDE FLÖDE I SLUTEN SJÄLVFALLSLEDNING, SPILLVATTEN
-  INKOMMANDE PUMPAT FLÖDE I SLUTEN AVLEDNING
-  BRÄDDAVLOPP TILL SLUTEN AVLEDNING; GEMENSAMT FÖR FLERA OMRÅDEN
-  BRÄDDAVLOPP TILL SLUTEN AVLEDNING FÖR ETT OMRÅDE
-  ÖVERKOPPLING
-  BRÄDDAVLOPP TILL ÖPPEN AVLEDNING
-  ÖPPEN AVLEDNING DIKE
-  DAMM
-  BORRHÅLL
-  DAGV. MAGASIN MED FÖRBIGÅNGSLEDNING



**PRAKTISK TILLÄMPNING**  
 KONSEKVENSANALYS  
 STOMNÄT  
 HISINGEN

SKALA	REG. NUMMER	RIITN. NUMMER
	50856	TEXTPL. 4
DATUM	SIGN.	

5 km

4 km

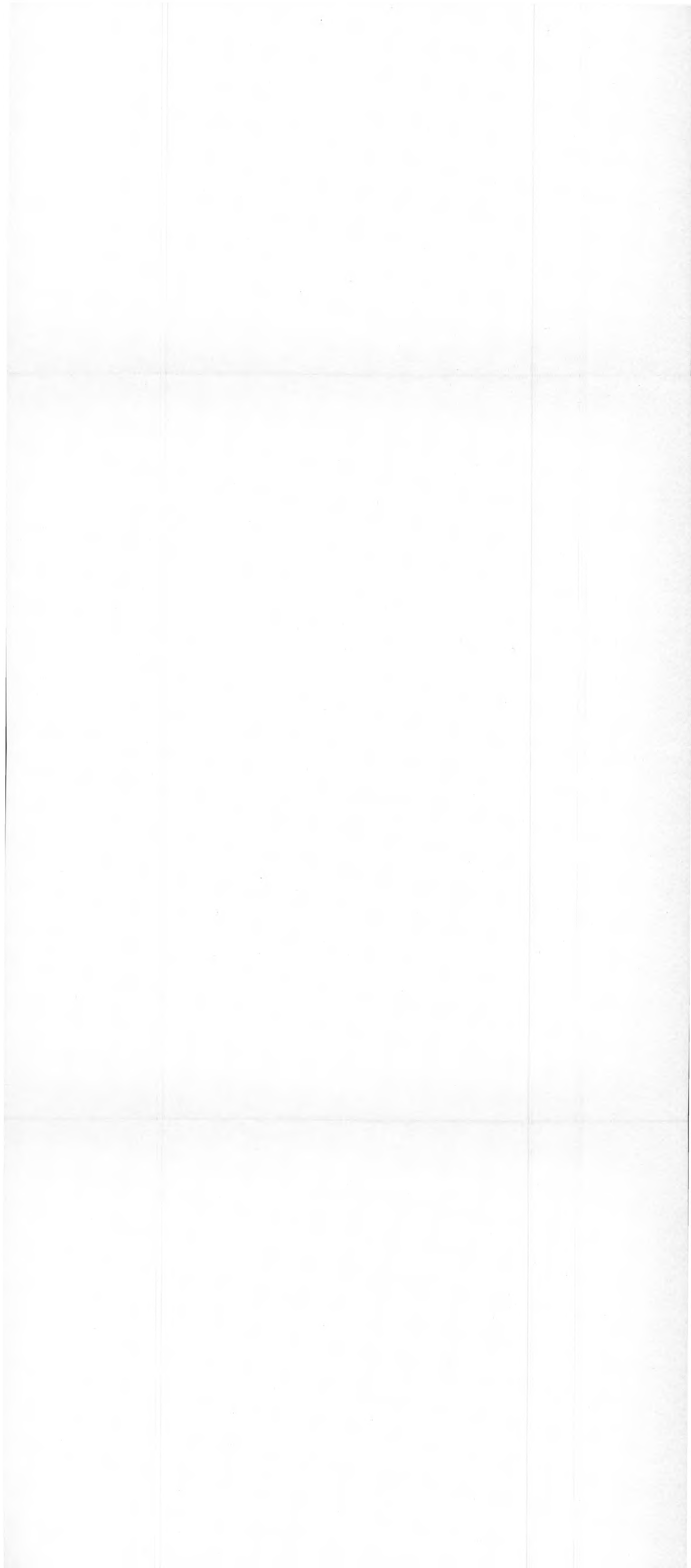
3 km

2 km

1 km

0 km





BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR BRUKAREN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	MARKÖVER SVAMMING MARKFÖRÖRENINGAR	KALLARÖVER SVAMMING	FUNKTIONS AVBROTT	EROSION SÄTTNINGAR RASRISK	LUKTRESVAR GASUTVECKLING
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC					1/VISS 2	JÄSLESA
PRIVATA ANL. SERVISER ETC				1/0BET.3		SERVIS. ST.
UPPSAMLINGSANORDN				4/LITEN 3		LEDN. ST.
LEDNINGAR	X	2 LITEN 3	2 LITEN 3	4 LITEN 3	4 STOR 3	ANH. 122
SPEC. TEKN. ANORDN	X					BORRHÅL
UTSLÄPPSANORDN	X					
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR BRUKAREN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	MARKÖVER SVAMMING MARKFÖRÖRENINGAR	KALLARÖVER SVAMMING	FUNKTIONS AVBROTT	EROSION SÄTTNINGAR RASRISK	LUKTRESVAR GASUTVECKLING
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC					1/VISS 2	JÄSLESA
PRIVATA ANL. SERVISER ETC				1/0BET.3		SERVIS. ST.
UPPSAMLINGSANORDN				4/LITEN 3		LEDN. ST.
LEDNINGAR	X	2 LITEN 3	2 LITEN 3	4 LITEN 3	4 STOR 3	ANH. 122
SPEC. TEKN. ANORDN	X					BORRHÅL
UTSLÄPPSANORDN	X					
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR BRUKAREN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	MARKÖVER SVAMMING MARKFÖRÖRENINGAR	KALLARÖVER SVAMMING	FUNKTIONS AVBROTT	EROSION SÄTTNINGAR RASRISK	LUKTRESVAR GASUTVECKLING
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC					1/VISS 2	JÄSLESA
PRIVATA ANL. SERVISER ETC				1/0BET.3		SERVIS. ST.
UPPSAMLINGSANORDN				4/LITEN 3		LEDN. ST.
LEDNINGAR	X	2 LITEN 3	2 LITEN 3	4 LITEN 3	4 STOR 3	ANH. 122
SPEC. TEKN. ANORDN	X					BORRHÅL
UTSLÄPPSANORDN	X					
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR RECIPIENTEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	NATURLIG AV RINNING SEP DAGVATTEN AVLEDNING	UTLACKNING INFILTRATION	BRADD OCH NODAVLOPP	MOMENT. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)	TOTAL. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		1/LITEN 2				1/LITEN 2
UPPSAMLINGSANORDN		1/LITEN 2				
LEDNINGAR				2/VISS 2		
SPEC. TEKN. ANORDN						
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR RECIPIENTEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	NATURLIG AV RINNING SEP DAGVATTEN AVLEDNING	UTLACKNING INFILTRATION	BRADD OCH NODAVLOPP	MOMENT. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)	TOTAL. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		1/LITEN 2				1/LITEN 2
UPPSAMLINGSANORDN		1/LITEN 2				
LEDNINGAR				2/VISS 2		
SPEC. TEKN. ANORDN						
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR RECIPIENTEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	NATURLIG AV RINNING SEP DAGVATTEN AVLEDNING	UTLACKNING INFILTRATION	BRADD OCH NODAVLOPP	MOMENT. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)	TOTAL. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		1/LITEN 2				1/LITEN 2
UPPSAMLINGSANORDN		1/LITEN 2				
LEDNINGAR				2/VISS 2		
SPEC. TEKN. ANORDN						
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR RECIPIENTEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	NATURLIG AV RINNING SEP DAGVATTEN AVLEDNING	UTLACKNING INFILTRATION	BRADD OCH NODAVLOPP	MOMENT. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)	TOTAL. BELASTNING (AVSTEG FRÅN DET NORMALA)
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		1/LITEN 2				1/LITEN 2
UPPSAMLINGSANORDN		1/LITEN 2				
LEDNINGAR				2/VISS 2		
SPEC. TEKN. ANORDN						
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR FÖRÄLTNINGEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	AVSÄTTNINGAR ETC	STOPP	ÖVANSIKTLIG BELASTNING	SKADOR. ÖLYCKOR	FÖRBLITNING ETC
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		2/VISS 2	1/0BET. 3	2 LITEN 2		1/0BET. 2
UPPSAMLINGSANORDN		2/VISS 2	4 STOR 3	2 LITEN 2		2/VISS 2
LEDNINGAR						3 STOR 3
SPEC. TEKN. ANORDN					3 STOR 2	3 STOR 2
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR FÖRÄLTNINGEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	AVSÄTTNINGAR ETC	STOPP	ÖVANSIKTLIG BELASTNING	SKADOR. ÖLYCKOR	FÖRBLITNING ETC
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		2/VISS 2	1/0BET. 3	2 LITEN 2		1/0BET. 2
UPPSAMLINGSANORDN		2/VISS 2	4 STOR 3	2 LITEN 2		2/VISS 2
LEDNINGAR						3 STOR 3
SPEC. TEKN. ANORDN					3 STOR 2	3 STOR 2
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



BRISTER I AVLOPPSSYSTEMET		FYSSKA EFFEKTER AV BETYDELSE FÖR FÖRÄLTNINGEN				FÖRDELNING
ANLÄGGNINGSDI	PÅ GRUND AV UTVEKSLING AV KÖN, DIT ION, NING	AVSÄTTNINGAR ETC	STOPP	ÖVANSIKTLIG BELASTNING	SKADOR. ÖLYCKOR	FÖRBLITNING ETC
HÄRIGL YTOR DIKEN ETC						
PRIVATA ANL. SERVISER ETC		2/VISS 2	1/0BET. 3	2 LITEN 2		1/0BET. 2
UPPSAMLINGSANORDN		2/VISS 2	4 STOR 3	2 LITEN 2		2/VISS 3
LEDNINGAR						2 LITEN 2
SPEC. TEKN. ANORDN					3 STOR 2	3 STOR 2
UTSLÄPPSANORDN						
RENINGSVÄRK						



SAMHÖLKHETEN AV  
0 - INGEN  
1 - LITEN  
2 - VISS  
3 - STOR  
4 - MED SÄKERHET

X

OMFATTNINGEN AV  
0 - INGEN ELLER OBEYDIG  
1 - LITEN  
2 - VISS  
3 - RELATIVT STOR  
4 - BETYDLIG

X

OBJEKTIVITET I BEDÖMNINGEN  
0 - HÖGST ÖRKÄR  
1 - LITEN ERFARENHET  
2 - VISS ERFARENHET  
3 - STOR ERFARENHET  
4 - MÄTNINGAR, UTREDNINGAR ETC

X



**PRAKTISK TILLÄMPNING**  
KONSEKVENSANALYS  
HISINGEN  
DELOMRÅDE A FRÅN  
A 00.00 TILL A 18.09

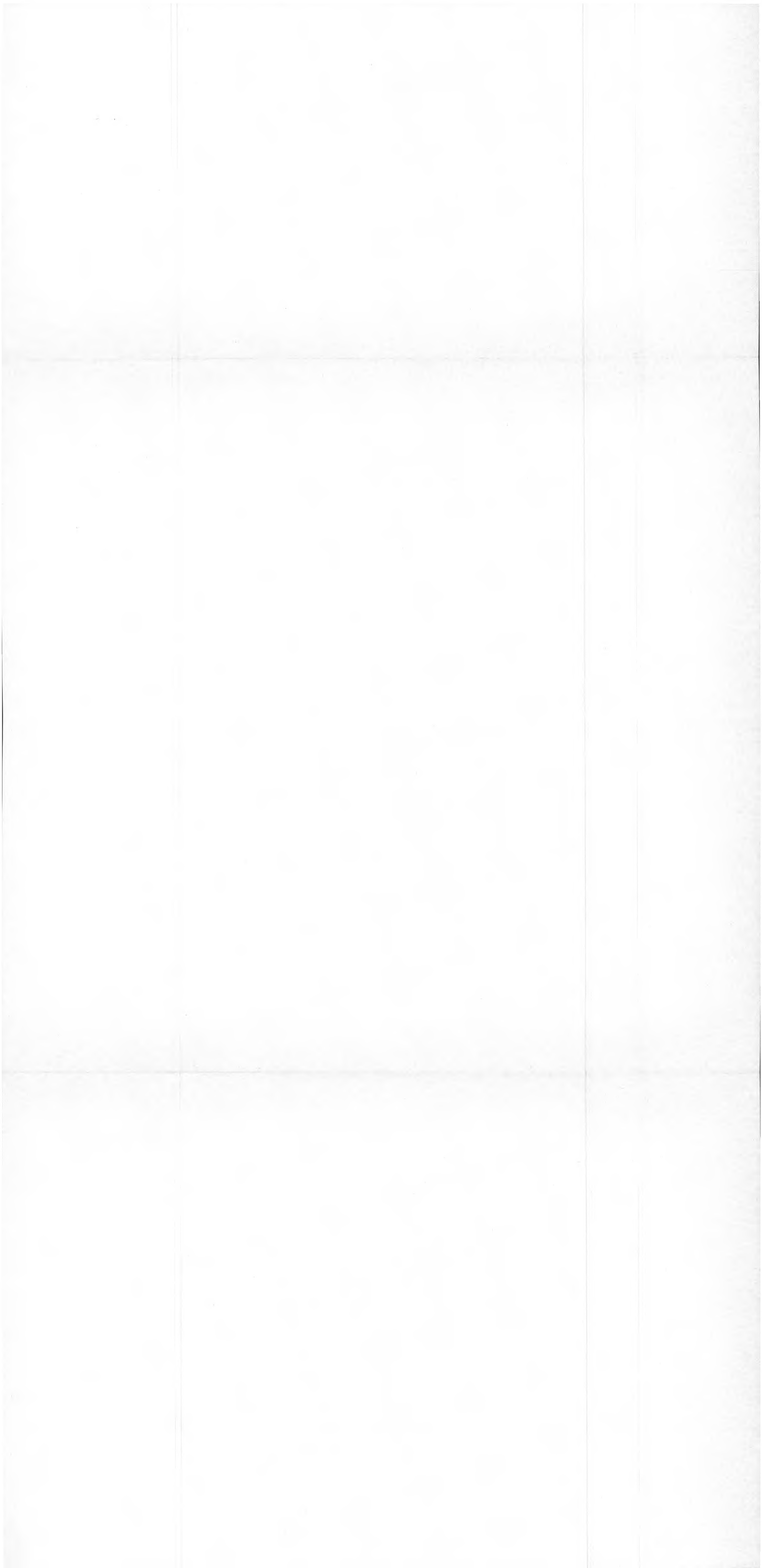
SKALA

REG.-NUMMER  
50856

RITN.-NUMMER  
TEXTPL. 5

DATUM

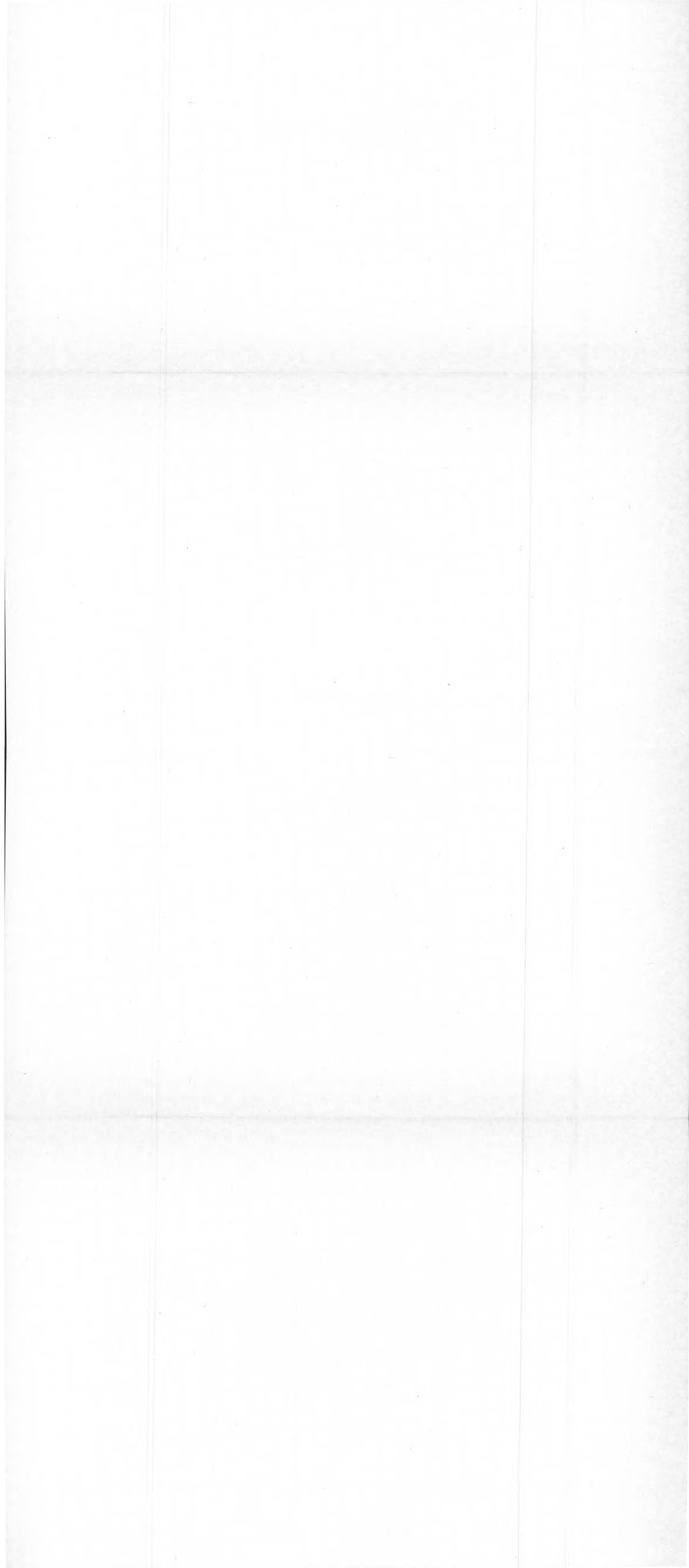
SIGN.

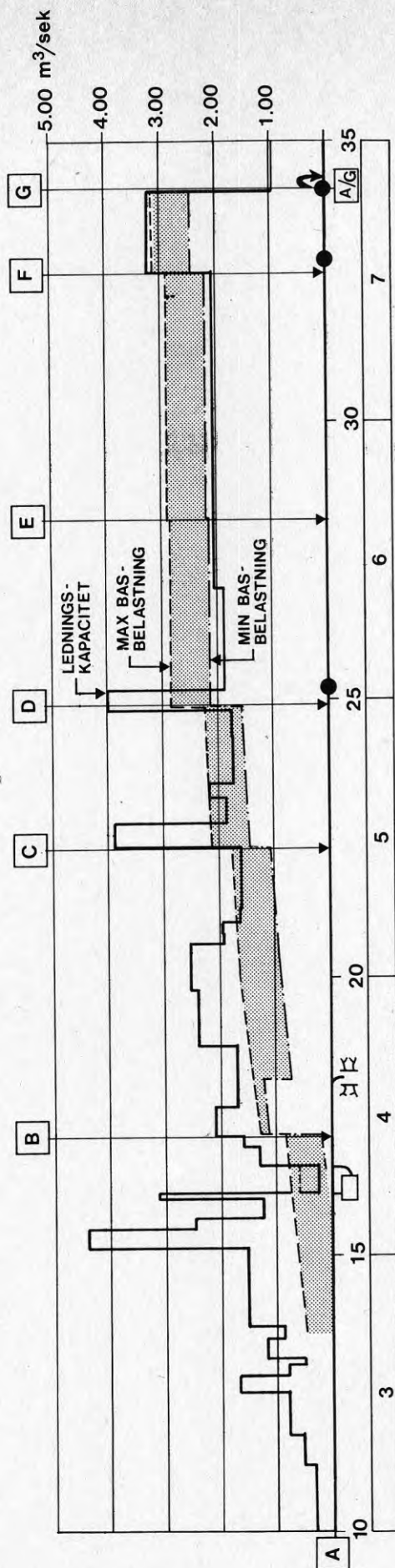










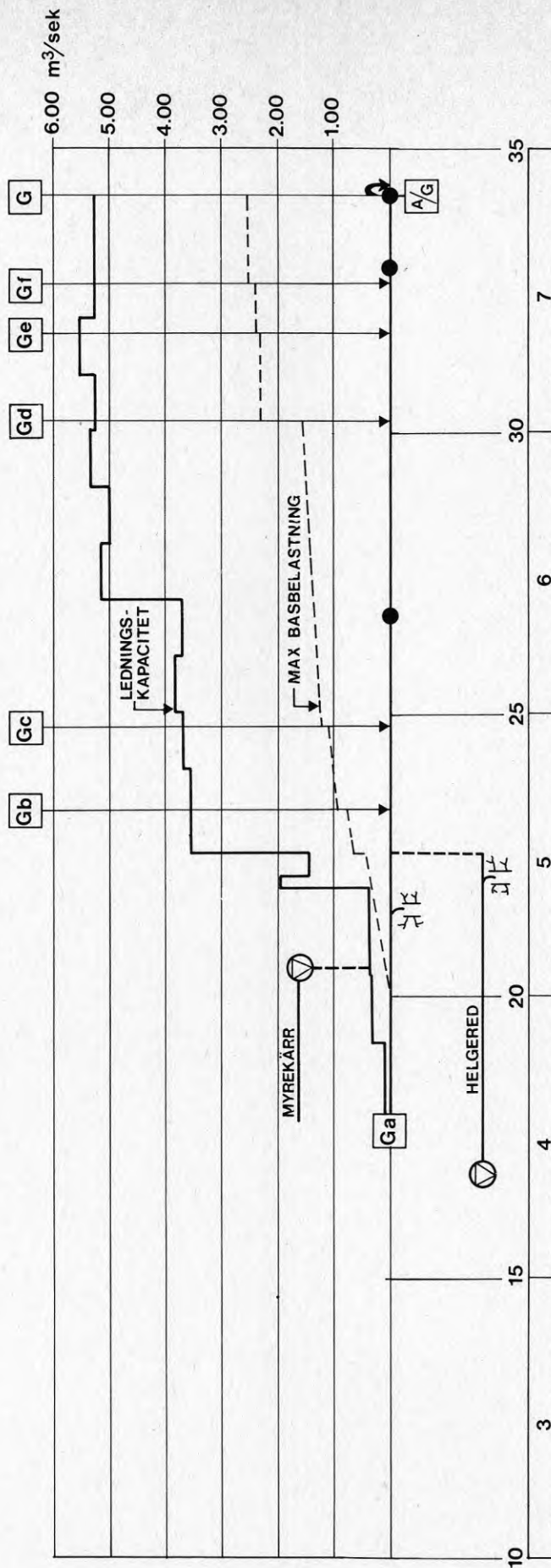


**PRAKTISK TILLÄMPNING**  
**LEDNING A's KAPACITET**  
**OCH BASBELASTNING**

SKALA	REG.-NUMMER	RITN.-NUMMER
	50856	TEXTPL.7
DATUM	SIGN.	







SKALA	REG.-NUMMER	RITN.-NUMMER
	50856	TEXTPL. 8
DATUM	SIGN.	





STOMSYSTEM

PTV-VÄRDERINGSMETODIK FÖR

SANERINGSPLANER

Värderingsmetoder vid studium av  
åtgärdsalternativ och kostnader i  
avloppssystem

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
INLEDNING OCH SAMMANFATTNING	1
Allmänt	1
Bakgrund	1
Syfte	2
Sammanfattning	2
ALLMÄNT OM VÄRDERINGSMETODER VID ÅTGÄRDSPLANERING	5
Utredningssteg	5
Konsekvensanalys	7
Resursanalys	8
Nytto/kostnadsanalys	8
ÅTGÄRDER	9
Allmänt	9
Åtgärdsalternativ	10
KOSTNADSBERÄKNING - ALLMÄNT	11
INVESTERINGSUTGIFT	12
Allmänt	12
En åtgärds arbetsmoment	12
Tekniska förhållanden av betydelse för investeringsutgiften	13
Brukarkrav av betydelse för investeringsutgiften	14
Recipientkrav av betydelse för investeringsutgiften	16
Arbetsgång vid beräkning av investeringsutgiften	17
DRIFTS- OCH UNDERHÅLLSKOSTNAD	19
Allmänt	19
Tekniska effekter av betydelse för förvaltningen	19
Ekonomiska konsekvenser för förvaltningen	19

	Sid.
Bedömning av uppkomna förändringar till följd av vidtagen åtgärd	20
Arbetsgång vid beräkning av drifts- och underhållskostnaden	20
<b>KOSTNADSVÄRDERING</b>	<b>21</b>
Allmänt	21
Kalkylmetoder	21
Olika typer av förkalkyler	21
Kostnader vid förkalkyler	22
Ränta i realekonomiska kalkyler	22
Ränta i finansiella kalkyler	23
Avskrivning	23
Penningvärde, inflation	24
Praktiska tips vid kostnadskalkylering	25
Kalkylhorisont	26
Analys av kalkylresultatet	26
 <u>BILAGOR</u>	 <b>Bil.</b>
Åtgärdstyper	1
Åtgärdstyper, arbetsgång	2
Investeringsutgift	3
Investeringsutgift, arbetsgång	4
Investeringsutgift, exempel	5
Drifts- och underhållskostnader	6
Drifts- och underhållskostnader, arbetsgång	7
Livslängder	8





## INLEDNING OCH SAMMANFATTNING

### Allmänt

Föreliggande forskningsprojekt "Värderingsmetoder vid studium av åtgärdsalternativ och kostnader i avloppssystem" finansieras av Miljöverndepartementet vid Statens forurensningstillsyn (MD/SFT). Det leds och värderas av Projekt Transport av Vann (PTV). Projektet, som nedan benämns PTV-projektet skall tillsammans med ett annat forskningsprojekt "Befintliga avloppssystem - Metoder för värdering av olägenheter och åtgärder" redovisa metoder för värdering av företeelser och förändringar inom ett avloppssystem. Detta senare projekt, som nedan benämns BFR-projektet, samfinansieras av Statens råd för byggnadsforskning (BFR), Göteborgs VA-verk och VBB. BFR-projektet beräknas bli publicerat under första halvåret 1979.

Parallellt med föreliggande PTV-projekt pågår med anslag från MD/SFT och genom PTVs försorg följande forskningsprojekt:

- Rehabilitering av avlöpsledningar
- Saneringsplaner för kystkommuner
- Forelöpige retningslinjer for saneringsplaner
- Innvendig TV-inspeksjon av rør. Standardisering av resultatfortolkning.

Samtliga här nämnda projekt skall tillsammans ge en del av de råd och anvisningar som erfordras vid åtgärdsplanering inom befintliga avloppssystem.

### Bakgrund

En kraftig utbyggnad av avloppsreningsverk har under de senaste årtiondena skett från såväl kvantitativ som kvalitativ synpunkt. Syftet med utbyggnaden har givetvis varit att recipienterna skall skyddas från föroreningar. I samband med diskussioner om fortsatt utbyggnad har avloppsledningsnätens betydelse för reningsverk och recipienter alltmer uppmärksamats.

Avloppsledningsnäten har oftast mycket varierande egenskaper genom att de successivt utbyggts under mycket lång tid. Under denna tid har nämligen förutsättningarna kraftigt förändrats. Således har exempelvis kravet på rening ständigt höjts samt rörmaterial och fogmetoder utvecklats.

Avloppshanteringen är med tanke på ledningsnätens varierande egenskaper och stora utsträckning en mycket komplicerad verksamhet med en mängd samverkande funktioner. De höga krav som i dag ställs på dessa funktioner gör att kostnaden för hanteringen blir betydande. Det är därför väsentligt att finna metoder som möjliggör ett rationellt studium av avloppssystemen från såväl funktion som ekonomisk synpunkt.

### Syfte

Syftet med PTV-projektet är att det tillsammans med ovan nämnda BFR-projekt skall visa värderingsmetoder, som på ett överskådligt sätt gör det möjligt att jämföra olika åtgärder inom ett avloppssystem med hänsyn tagen till brukaren eller allmänheten, recipienten och den förvaltningen, som ansvarar för avloppshanteringen.

Föreliggande PTV-projekt avser i första hand att redovisa

- metoder för val av åtgärdsalternativ
- metoder för beräkning av investeringsutgifter i samband med åtgärder
- metoder för beräkning av den förändrade drifts- och underhållskostnaden till följd av åtgärder
- metoder för värdering av kostnader.

I BFR-projekt redovisas bl a följande:

- metoder för översiktligt studium av befintliga förhållanden (konsekvensanalys)
- metoder för beskrivning av ledningsnätens belastning och transportförmåga (resursanalys)
- metoder för klassificering av ledningsnät samt metoder för nytto/kostnadsvärdering (nytto/kostnadsanalys).

### Sammanfattning

En åtgärd skall primärt syfta till att eliminera eller reducera negativa konsekvenser. Detta kan åstadkommas på något av följande sätt:

- minskning av flödes- eller föroreningsbelastningen
- utjämning av flödes- eller föroreningsvariationen
- ökning av kapaciteten, hastigheten eller standarden.

Det bör påpekas att varje åtgärd kan påverka flera av ovanstående förhållanden i både positiv och negativ riktning.



Varje åtgärd medför följande kostnader:

- investeringsutgift
- förändrad drifts- och underhållskostnad

Vid beräkning av investeringsutgiften tas för varje arbetsmoment hänsyn till

- tekniska förhållanden (läge, utrymme, mark- och grundbeskaffenhet, andra tekniska system, samordning med andra åtgärder)
- brukarkrav med avseende på nyttjandemöjlighet, tillgänglighet, driftsäkerhet, fysiska och sanitära obehag samt hälso- och olycksrisker
- recipientkrav med avseende på allmän påverkan, påverkan av dricksvatten, bad och fiske samt igenväxning.

Vid beräkning av den förändrade drifts- och underhållskostnaden tas följande kostnadsposter med:

- skötsel
- beredskap
- energi
- kemikalier
- juridiskt ansvar och skyddsanordningar
- underhåll

Investeringsutgifter samt drifts- och underhållskostnader uppstår vid olika tillfällen. För att kunna "summera" utgifter och kostnader måste en värdering göras. Värderingar kan göras med hjälp av någon av följande kalkylmetoder:

- årskostnadsmetoden
- nuvärdesmetoden

Vid val av åtgärder bör årskostnadsmetoden normalt väljas. Nuvärdesmetoden erfordras i bland som komplement.

En kostnadskalkyl utförs vanligen enligt någon av följande typer:

- realekonomisk kalkyl
- finansiell kalkyl

Vid val av åtgärder bör i första hand en realekonomisk kalkyl väljas. Skulle exempelvis finansieringsproblem förväntas uppkomma kompletteras med en finansiell kalkyl.

Varje kostnadskalkyl behöver utvärderas, varvid en känslighetsanalys bör göras av de osäkra förutsättningarna. Exempel på sådana förutsättningar kan vara

- kalkylräntefot
- avskrivningsfunktion
- ekonomisk livslängd
- framtida drifts- och underhållskostnader
- investeringens storlek.

## ALLMÄNT OM VÄRDERINGSMETODER VID ÅTGÄRDSPLANERING

Utredningssteg

Åtgärdsplanering inom befintliga avloppssystem bör med tanke på systemens komplexitet utföras metodiskt och i lämpliga steg. Utredningsarbetet bör bedrivas enligt följande översiktliga tabell:

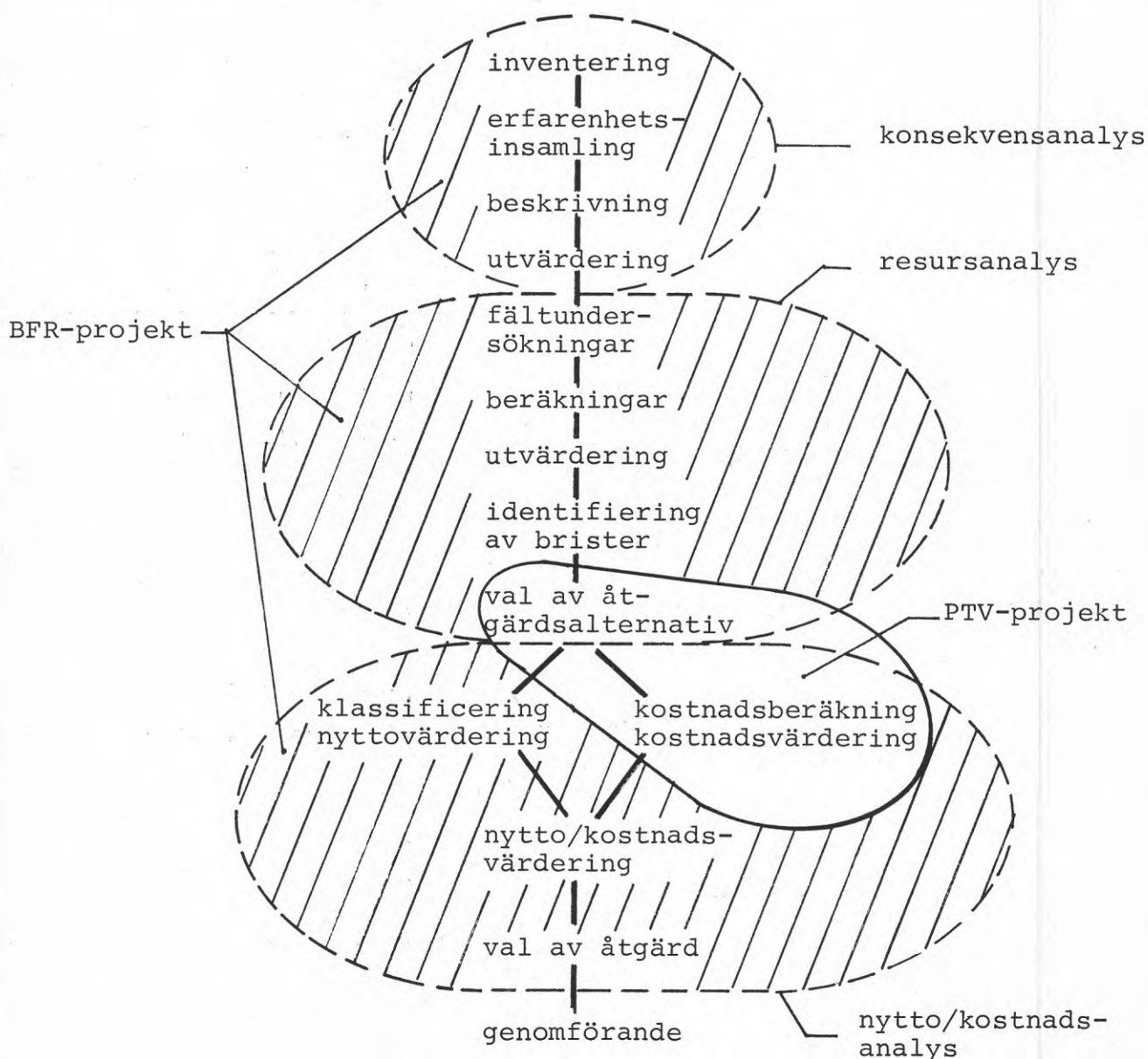
Utredningssteg	Utredningssteget syftar till att
<u>Steg 1</u> - Inventering - Erfarenhetsinsamling - Beskrivning - Utvärdering	- belysa befintliga förhållanden - identifiera problemområden - urskilja "friska" områden - uppställa och prioritera vissa mål - föreslå vidare undersökningar
<u>Steg 2</u> - Fältundersökningar (exempelvis mätningar och provtagningar) - Beräkningar - Utvärderingar	- identifiera brister - klarlägga sambanden mellan brister och konsekvenser - föreslå alternativa åtgärder
<u>Steg 3</u> - Klassificering av "nyttan" med åtgärder - Beräkning och värdering av "kostnad" för åtgärder - Nyttokostnadsvärdering	- föreslå åtgärder - föreslå tidplan för åtgärder



För att arbetet inom varje steg skall underlättas erfordras som underlag genomtänkta analysmetoder. Dessa metoder beskrivs närmare i följande analyser:

- konsekvensanalys för i huvudsak steg 1
- resursanalys för i huvudsak steg 2
- nytto/kostnadsanalys för i huvudsak steg 3

I nedanstående figur illustreras utredningsgången vid åtgärdsplanering samt de utredningssteg som behandlas inom respektive analys. Av figuren framgår vidare PTV-projektets omfattning. De delar som ingår i PTV-projektet behandlas endast mycket schematiskt i BFR-projektet.



### Konsekvensanalys

En konsekvensanalys ingår som en delrapport i BFR-projektet och syftar till att översiktligt och överskådligt belysa befintliga förhållanden och samband inom avloppshanteringen. Nedan anges några grundläggande aspekter som ingår i analysen.

Brister i avloppssystemet eller i dess skötsel och underhåll medför konsekvenser för följande intressegrupper:

- brukaren eller allmänheten
- recipienten
- förvaltningen som ansvarar för avloppshanteringen.

Konsekvenserna för brukaren utgörs av de obehag och olägenheter som uppkommer till följd av exempelvis mark- och källaröversvämning, ras och erosion, driftstopp samt gasutveckling.

Konsekvenserna för recipienten är av miljömässig natur och utgörs av den påverkan av bad, vattenförsörjning, fiske och igenväxning som sker till följd av exempelvis dagvattenutsläpp, brädd- och nödutlopp, utläckning och infiltration samt hög total och momentan belastning.

Konsekvenserna för förvaltningen är vanligen av organisatorisk och finansiell art och utgörs av de behov av underhåll, skötsel, beredskap, energi, kemikalier och ansvar som blir följden av exempelvis sedimentation, stopp, oavsiktlig belastning, förslitning och dålig arbetsmiljö.

Konsekvenserna och även andra företeelser bedöms med avseende på följande:

- sannolikhet eller frekvens
- omfattning eller storlek
- objektivitet i bedömningen

Konsekvensanalysen utgör grunden för åtgärdsplaneringen. Den kan under planeringens gång göras alltmer detaljerad.

### Resursanalys

Som en delrapport i BFR-projektet redovisas en metod för analys av avrinningsförloppet inom ett avloppssystem. Den redovisade metoden, "stomsystemet", karaktäriseras av att den hydrauliska belastningens ursprung på ett överskådligt sätt kan spåras och följas genom hela flödesförloppet. De åtgärder, som kan behövas vidtas syftar vanligen till följande:

- anpassning av ledningsnät till aktuell belastning
- anpassning av belastningen till befintligt ledningsnät

Med hjälp av stomsystemet kan åtgärder av båda dessa slag överskådligt studeras.

Som komplement till BFR-projektet redovisas i detta PTV-projekt en metod för val av åtgärdsalternativ.

### Nytto/kostnadsanalys

En nytto/kostnadsanalys ingår som en delrapport i BFR-projektet och består i princip av följande delar:

- nyttovärdering
- kostnadsvärdering
- nytto/kostnadsvärdering

Som underlag för nyttovärderingen redovisas i ovannämnda delrapport en klassificering av befintliga avloppssystem. Värdningen görs av konsekvenserna för brukaren och recipienten.

I delrapporten redovisas även N/K-värderingen. Vid denna värdering belyses närmare följande aspekter:

- optimal utformning och drift, där varje kostnadsläge ger högsta möjliga nytta
- optimal resursfördelning, där resurserna fördelas mellan olika behov så att ökningen av nyttan för "den sist satsade kronan" blir densamma
- minimikrav eller den lägst accepterade nyttan
- resursgräns eller den högst accepterade kostnaden.

Kostnadsvärderingen redovisas i detta PTV-projekt. Den omfattar följande delar:

- metoder för beräkning av investeringsutgifter
- metoder för beräkning av drifts- och underhållskostnader
- metoder för "summering" av investeringsutgifter samt drifts- och underhållskostnader.



## ÅTGÄRDER

Allmänt

Med brist avses varje ofullkomlighet inom ett avloppssystem. Brister påverkar systemet i någon eller några av följande avseenden:

- totala flödesbelastningen
- flödesvariationen
- totala föroreningsbelastningen
- föroreningsvariationen
- kapaciteten
- hastigheten
- standarden

Varje påverkan skapar konsekvenser av bl a miljömässig och ekonomisk natur.

Då otillfredsställande konsekvenser eller olägenheter uppkommer till följd av avloppshanteringen bör åtgärder vidtas. Det bör här påpekas att åtgärder ej skall vidtas för att reducera eller eliminera brister utan för att påverka bristernas konsekvenser. Åtgärderna skall med andra ord påverka systemet i någon eller några av de ovannämnda avseendena. Med detta tankesätt inses, att förutom direkt åtgärd av brist, åtgärder även kan vidtas i syfte att eliminera verkningarna av bristen. Exempelvis kan konsekvenserna av en brist som ger låg kapacitet elimineras genom att flödesvariationen förändras.

För att metodiskt studera de åtgärdstyper som står till förfogande redovisas i nedanstående tabell hur en förändring kan ske och vad som kan förändras.

		Vad förändras?						
		Total flödesbelastning	Total föroreningsbelastning	Flödesvariation	Föroreningsvariation	Kapacitet	Hastighet	Standard
Hur förändra?	öka					X	X	X
	minska	X	X					
	utjämna			X	X			

I tabellen har de vanligast förekommande åtgärds-  
typerna markerats. Dessa åtgärdsstyper syftar till  
att

- minska flödesbelastningen
- minska föroreningsbelastningen
- utjämna flödesvariationen
- utjämna föroreningsvariationen
- öka kapacitet och hastighet
- öka standarden

#### Åtgärdsalternativ

Inom var och en av de ovan redovisade åtgärdsstyperna  
finns ett antal alternativa åtgärder. På bilaga 1  
redovisas en sammanställning över alternativa åtgärder  
fördelade på olika anläggningsdelar. Varje normal på-  
verkan av en åtgärd har markerats med 0.

Sammanställningen kan beroende på vad som åsyftas läsas  
såväl horisontellt som vertikalt. Den normala arbets-  
gången framgår av bilaga 2.

#### Exempel

Konsekvens:

Mark- och källaröversvämning vid stora regn

Brist:

Kombinerad ledning ansluten till spillvattenledning

Åtgärdsalternativ (jfr bilaga 1 och 2):

- Vad skall åtgärden syfta till?

Åtgärden skall alternativt syfta till

- utjämning av flödesvariationen
- ökning av ledningskapaciteten

- Vilka åtgärdsalternativ finns?

I aktuella kolumner under "åtgärden syftar till" har  
med 0 markerats en lång rad alternativa åtgärder

- Vilka åtgärdsalternativ kan ifrågakomma?

Med kännedom om ledningsnätets egenskaper kan följande  
åtgärdsalternativ ifrågakomma:

Utjämning av flödesvariationen

- separering av avlopp (såväl privata som allmänna)
- infiltration/perkolation av dagvatten
- utjämningsanordning (såväl ovan mark som i ledningsnätet)

Ökning av ledningskapaciteten

- ledningsomläggning eller - komplettering.

- Vad medför åtgärdsalternativen utöver den "primära  
"Nyttan" ("tilläggsnytta")?

Åtgärdsalternativ	"Tilläggsnytta"
- separering av avlopp	- minskning av totala flödesbelastningen
- infiltration/perkolation	- minskning av totala flödesbelastningen
- utjämningsanordning	-
- ledningsomläggning	- Ökning av standarden

#### KOSTNADSBERÄKNING - ALLMÄNT

Varje åtgärd medför följande kostnader:

- investeringsutgift
- förändrad drifts- och underhållskostnad

Kostnaderna för alternativa åtgärder beräknas i första hand översiktligt med hjälp av erfarenheter från liknande åtgärder. En mer detaljerad beräkning tillgrips endast då valet av åtgärder kräver detta.

Oavsett hur detaljerad och noggrann en kostnadsberäkning görs är det väsentligt och grundläggande att känna till de faktorer som påverkar kostnaderna.



## INVESTERINGSUTGIFT

Allmänt

Med investeringsutgift menas summan av de kostnader som uppstår vid utförandet av en åtgärd. Vid beräkning av kostnaderna måste hänsyn tas till följande:

- tekniska förhållanden
- brukarkrav
- recipientkrav

På bilaga 3 redovisas ett formulär eller en checklista för beräkning av de kostnader som ingår i investeringsutgiften. Formuläret och nedanstående beskrivning redovisar hur olika förhållanden påverkar en åtgärds arbetsmoment och kostnader.

En åtgärds arbetsmoment

En åtgärd kan uppdelas i en mängd arbetsmoment som vart och ett medför en kostnad. På vad sätt en sådan uppdelning bör ske och hur detaljerad den bör göras beror givetvis på åtgärdens omfattning och typ. I nedanstående tabell redovisas de arbetsmoment, som normalt bör beaktas vid beräkning av investeringsutgiften.

Planering/ Förprojektering	Faktainsamling
	Upprätta principförslag
Projektering	Mätning/Grundundersökning
	Upprätta arbetshandlingar
Anläggande	Planering/Etablering
	Utförande av provisorier och skydd/Ersättning för intrång
	Schaktning/Spontning/Länshållning/Transport/Upplägg.
	Grundförstärkning
	Tillverkning/Transport/Lagring
	Montering/Läggning/Byggande
	Återfyllning/Återställande
Igångsättning/Intrimning	
Kontroll/Övervakning	Teknisk kontroll
	Vakthållning
Uppföljning	Mätning/Provtagning
	Utvärdering

### Tekniska förhållanden av betydelse för investeringsutgiften

Vissa av de förhållanden som råder på en arbetsplats kan sägas vara av teknisk natur och direkt påverka kostnaderna för olika arbetsmoment. De faktorer, som skapar dessa förhållanden är följande:

- Läge
- Utrymme
- Mark- och ytbeskaffenhet
- Grundförhållanden
- Andra tekniska system
- Samordning med andra åtgärder

Arbetsplatsens läge och åtkomlighet kan exempelvis påverka

- utförande av provisorisk väg
- intrångsersättning
- marklösen
- transporter

De utrymmen som står till förfogande för arbetet påverkar vanligen

- planering av arbetet
- schaktning
- transporter
- uppläggning

Mark- och ytbeskaffenheten påverkar i första hand

- schaktning
- återfyllning
- återställande

Grundförhållandena påverkar främst

- grundundersökningar
- geotekniska bedömningar
- schaktning
- spontning
- länshållning
- grundförstärkning

Med andra tekniska system avses ledningar för vatten, hetvatten, gas o d samt kablar för el och tele. Närvaron av sådana tekniska system försvårar givetvis arbetet och påverkar exempelvis

- planering
- projektering
- schaktning
- återfyllning
- teknisk kontroll
- vakthållning

Om den aktuella åtgärden utförs samtidigt och samordnas med andra åtgärder kan vanligen vissa kostnadsbesparingar göras. Med andra åtgärder avses här utförande av exempelvis gator, vägar eller andra tekniska system. En samordning påverkar i första hand

- planering
- projektering
- etablering
- de arbetsmoment, vars kostnad kan fördelas

De arbetsmoment som normalt påverkas av de tekniska förhållandena har markerats med en kraftig ruta på bilaga 3. I rutan noteras i vad utsträckning påverkan avviker från det normala. Bedömningen görs exempelvis enligt följande:

0 = ingen	avvikelse	från	de	normala
1 = liten	"	"	"	"
2 = viss	"	"	"	"
3 = stor	"	"	"	"
4 = betydande	"	"	"	"

Bedömningen är givetvis subjektiv. Den medför dock att förhållandena blir belysta och kan bilda underlag för kostnadsberäkningar.

#### Brukarkrav av betydelse för investeringsutgiften

De arbetsmoment, som ingår i en åtgärd skapar konsekvenser för brukaren. För att oacceptabla konsekvenser ej skall uppstå måste vissa krav ställas på arbetsmomenten. Som underlag för kravspecificeringen bedöms betydelsen av följande förhållanden:

- Nyttjandemöjlighet
- Tillgänglighet
- Driftsäkerhet
- Fysiska och sanitära obehag
- Hälso- och olycksrisker



Betydelsen studeras med avseende på följande verksamhetsområden:

- Boende
- Handel och Service
- Industri
- Allmänna inrättningar
- Trafik
- Fritid

För var och en av dessa verksamheter noteras på bilaga 3 de berörda förhållandenas betydelse. Bedömningen görs exempelvis enligt följande:

- 0 = ingen betydelse
- 1 = liten "
- 2 = viss "
- 3 = stor "
- 4 = mycket stor betydelse

Bedömningen ligger sedan till grund för de krav som bör ställas på de olika arbetsmomenten. Kraven formuleras exempelvis enligt följande:

- 0 = inga krav
- 1 = arbetena skall bedrivas utan onödiga olägenheter
- 2 = viss tillfällig inskränkning eller olägenhet accepteras
- 3 = liten tillfällig inskränkning eller olägenhet accepteras
- 4 = ingen inskränkning eller olägenhet accepteras

Kraven införs på bilaga 3 efter ordet "brukarkrav".

De krav som ställs påverkar i första hand de arbetsmoment som anges i nedanstående tabell

Förhållande med krav	Arbetsmoment som påverkas
Nyttjandemöjlighet, tillgänglighet och driftsäkerhet	Projektering Planering av arbetet Utförande av provisorier Skadeståndsansättning
Fysiska och sanitära obehag	Schaktning Spontning Transport Kontroll
Hälso- och olycksrisker	Planering av arbetet Utförande av skydd Kontroll Vakthållning

De arbetsmoment som normalt påverkas har markerats med en kraftig ruta på bilaga 3. I rutan noteras i vad utsträckning påverkan avviker från det normala. Bedömningen görs på samma sätt som beskrivits under "Tekniska förhållanden av betydelse för investeringsutgiften".

#### Recipientkrav av betydelse för investeringsutgiften

De arbetsmoment som ingår i en åtgärd skapar förutom konsekvenser för brukaren även konsekvenser för recipienten. Med hänsyn till recipienten måste således vissa krav ställas på arbetsmomenten. Som underlag för kravspecificeringen bedöms betydelsen av följande förhållanden

- Allmän påverkan
- Påverkan av dricksvatten
- Påverkan av bad
- Påverkan av fiske
- Igenväxning

Betydelsen studeras med avseende på såväl ytvatten- som grundvattenrecipienter. För var och en av dessa recipienttyper noteras på bilaga 3 de berörda förhållandenas betydelse. Bedömningen görs på samma sätt som för förhållandena av betydelse för brukaren. Bedömningen ligger sedan till grund för de krav, som bör ställas på de olika arbetsmomenten. Kraven med hänsyn till recipienten formuleras på samma sätt som brukarkraven och införs på bilaga 3 efter ordet "recipientkrav".

De krav som ställs påverkar i första hand följande arbetsmoment:

- Grundundersökning
- Planering av arbetet
- Utförande av provisorier och skydd
- Schaktning och länshållning
- Kontroll

Dessa arbetsmoment som normalt påverkas har markerats med en kraftig ruta på bilaga 3. I rutan noteras i vilken utsträckning påverkan avviker från det normala. Bedömningen görs på samma sätt som beskrivits under "Tekniska förhållanden av betydelse för investeringsutgiften".

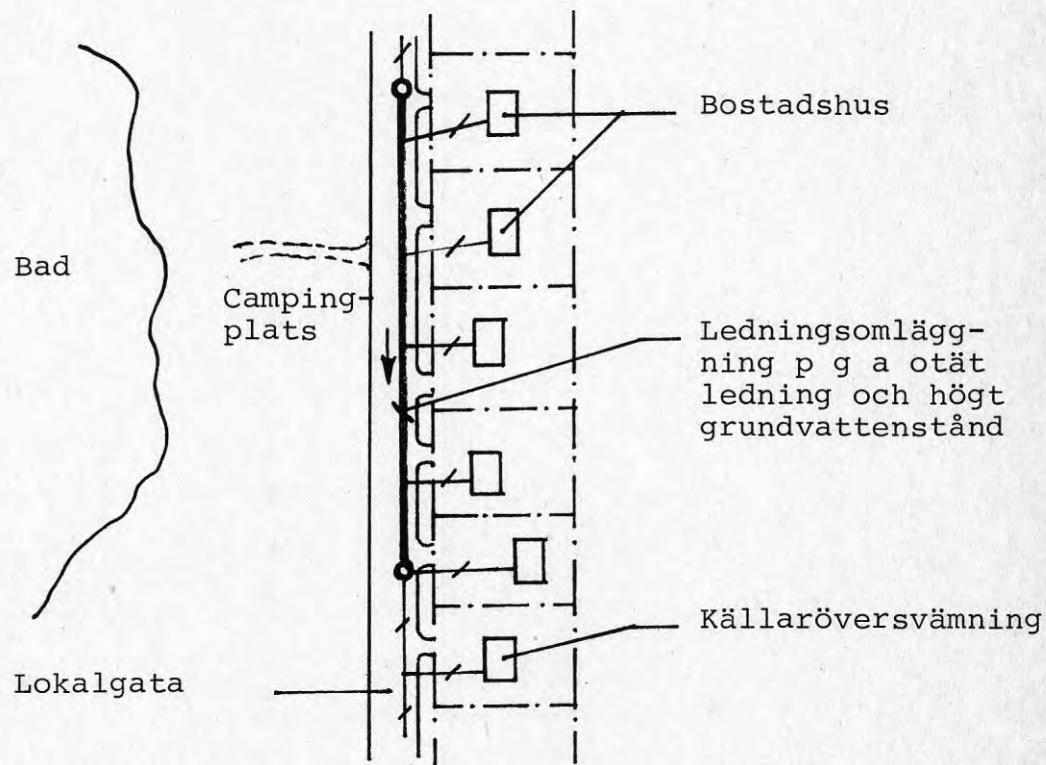
#### Arbetsgång vid beräkning av investeringsutgiften

Arbetsgången vid beräkning av investeringsutgiften för en åtgärd redovisas på bilaga 4 samt i nedanstående exempel.

Exempel (jfr bilaga 5)

Åtgärd:

Ledningsomläggning enligt skiss





Vilka tekniska förhållanden kan ha betydelse?

- Belägenhet/Utrymme:
  - trång lokalgata
- Mark/Ytbeskaffenhet:
  - asfalterad gata
- Grundförhållanden
  - lös lera
  - högt grundvattenstånd

Hur mycket påverkar de tekniska förhållandena olika arbetsmoment?

- Bedömningen framgår av bilaga 5.

Vilka förhållandena för brukaren kan ha betydelse?

- Nyttjandemöjlighet:
  - avloppsservis
- Tillgänglighet:
  - infarter
- Fysiska/sanitära obehag

Vilka verksamheter berörs?

- Boende
- Fritid

Vilken betydelse har förhållandena?

- Bedömningen framgår av bilaga 5.

Vilka brukarkrav skall ställas?

- Bedömningen framgår av bilaga 5.

Hur mycket påverkar brukarkraven olika arbetsmoment?

- Bedömningen framgår av bilaga 5.

Vilka förhållanden för recipienten kan ha betydelse?

- Påverkan av bad

Vilken betydelse har badet och vilket krav skall ställas?

- Bedömningen framgår av bilaga 5.

Hur mycket påverkar recipientkravet olika arbetsmoment?

- Bedömningen framgår av bilaga 5.

Hur beräknas investeringsavgiften?

- Varje arbetsmoment under normalförhållanden kostnadsberäknas med ledning av erfarenheter från liknande arbeten (å-prislistor).
- För varje arbetsmoment som tekniska förhållanden samt brukar- och recipientkrav påverkar utöver det normala görs en bedömning av de extra insatser som erfordras, varefter dessa insatser kostnadsberäknas.

## DRIFTS- OCH UNDERHÅLLSKOSTNAD

Allmänt

För att ett avloppssystem skall bibehålla avsedd funktion måste det drivas och underhållas. Driften och underhållet medför kostnader för den förvaltning, som är utsedd att ansvara för avloppshanteringen. Dessa kostnader är i allmänhet väl kända för befintliga avloppssystem. De beräknas och redovisas vanligen som en årskostnad. Underhållskostnaden beräknas vanligen med hjälp av schablonvärden. Exempel på normala i Sverige använda värden framgår av nedanstående tabell:

Tunnlar	0,3 %	av investeringsutgiften	
Ledningar	0,5 %	"	"
Byggnader	1,5 %	"	"
Maskinell utrustning	3,0 %	"	"

När en åtgärd vidtas i ett avloppssystem förändras systemets funktion och härigenom även drifts- och underhållskostnaden. På bilaga 6 redovisas ett formulär eller en checklista för beräkning av drifts- och underhållskostnader.

Tekniska effekter av betydelse för förvaltningen

Till följd av brister i ett avloppssystem uppträder tekniska effekter som kan ha ekonomiska konsekvenser för förvaltningen. Dessa tekniska effekter kan vara av följande typ:

- Sedimentering i ledningssystemet
- Stopp
- Oavsiktlig belastning
- Dålig arbetsmiljö
- Olycks- och skaderisker vid skötsel
- Förslitning

Vidtas en åtgärd i avloppssystemet förändras dessa effekter. Dessutom kan vid vissa åtgärder driftsförhållandena förändras (exempelvis självfall i stället för pumpning).

Ekonomiska konsekvenser för förvaltningen

De tekniska effekter som uppstår till följd av brister i ett avloppssystem har konsekvenser för förvaltningen. Dessa konsekvenser är vanligen av ekonomisk natur. De består i huvudsak av följande:

- Skötselbehov
- Beredskapsbehov
- Energibehov
- Kemikaliebehov
- Behov av juridiskt ansvar
- Underhållsbehov

Med skötsel menas den tillsyn, de handgrepp, den renhållning o d som erfordras för att anläggningarna skall fungera på avsett sätt.

För att tillfälligt uppträdande driftsstörningar snabbt skall kunna åtgärdas fordras en viss beredskap.

Energi erfordras vid pumpning, uppvärmning, vissa reningsprocesser o d.

Vid exempelvis kemisk rening, slambehandling och desinficering erfordras kemikalier.

Med juridiskt ansvar avses de försäkringar och de skyddsanordningar som kan vara motiverade.

Med underhåll menas de smärre reparationer, de byten av utslitna delar, den målning o d, som erfordras för bibehållande av anläggningarna i avsett skick.

När en åtgärd vidtas kommer ovannämnda konsekvenser att förändras. Detta innebär med andra ord att drifts- och underhållskostnaden påverkas.

#### Bedömning av uppkomna förändringar till följd av vidtagen åtgärd

Som tidigare nämnts förändras såväl tekniska effekter som ekonomiska konsekvenser när en åtgärd vidtas i ett avloppssystem. Vid bedömningen av förändringen måste hänsyn tas till följande kriterier:

- Sannolikhet eller frekvens
- Omfattning eller storlek

Kriterierna bedöms förslagsvis enligt följande

- + = ökande
- = minskande
- 0 = oförändrat

Vid kostnadsberäkningen medtas de konsekvenser, som markerats med + eller -.

#### Arbetsgång vid beräkning av drifts- och underhållskostnaden

Arbetsgången vid beräkning av den förändring av drifts- och underhållskostnaden, som uppstår då en åtgärd vidtas redovisas på bilaga 7.



## KOSTNADSVÄRDERING

### Allmänt

Investeringsutgifter samt drifts- och underhållskostnader uppstår vid olika tidpunkter och kan vara olika fördelade i tiden. För att kunna jämföra kostnader för alternativa åtgärder måste en kostnadsvärdering göras. Värderingen kan sägas bestå av en kostnadskalkyl (i detta fall en förkalkyl) och en analys av kalkylen.

### Kalkylmetoder

Kostnadskalkyler utförs vanligen enligt någon av följande metoder:

- Årskostnadsmetoden
- Nuvärdemetoden

Årskostnadsmetoden har som kriterium att få så låga genomsnittliga årliga kostnader som möjligt. Metoden medger det normalt mest praktiska kalkylsättet och bör vid val av åtgärder i första hand väljas.

Nuvärdemetoden har som kriterium att summa nuvärden av framtida kostnader ska vara så låg som möjligt. Metoden behövs i bland som komplement till årskostnadsmetoden, exempelvis när olika tidsperioder får olika genomsnittliga årskostnader. Samtliga årliga kostnader kan då samlas till en tidpunkt för att sedan med årskostnadsmetoden fördelas till en för hela kalkylperioden gemensam, genomsnittlig årskostnad.

### Olika typer av förkalkyler

En förkalkyl kan vara någon av följande typer:

- Realekonomisk kalkyl
- Finansiell kalkyl

En realekonomisk kostnadskalkyl visar resursförbrukningen från allmän synpunkt, utan hänsyn till huvudmannaskap och finansiering. Kalkylen kan exempelvis utgöra underlag för beslut om val av teknisk lösning. Den kan normalt göras i fast penningvärde.

I en realekonomisk kalkyl kan kostnaden sägas vara lika med resursförbrukningen uttryckt i pengar. Kostnaden är kopplad till tiden, allt eftersom resurserna förbrukas, och bör normalt uttryckas som årskostnader. Svårigheten med denna kalkyl är att på ett riktigt sätt ange kapitalkostnaden i årskostnader.

En finansiell kalkyl visar de årliga betalningsflödena för en viss intressent, och bör därför göras i löpande penningvärde. Kalkylen kan utgöra underlag för beslut om finansiering exempelvis vid bestämning av taxenivå.

I en finansiell kalkyl värderas de årliga utgifter, som huvudmannen åsamkas. Svårigheten med denna kalkyl är främst att prognosticera inflationen samt lånevillkoren (låneräntefot, amorteringstid och -plan) för investeringar, som skall lånefinansieras.

Vid val av åtgärder är i första hand realekonomiska förkalkyler av intresse. Skulle finansieringsproblem förväntas uppkomma kompletteras med en finansiell förkalkyl.

#### Kostnader vid förkalkyler

Årskostnaderna består av följande:

- drift- och underhållskostnader
- kapitalkostnader

Kapitalkostnaderna vid en realekonomisk kalkyl består av följande:

- ränta på det totala kapitalet
- avskrivning av investeringen under den ekonomiska livslängden.

Kapitalkostnaderna vid en finansiell kalkyl består i en snäv definition av följande:

- ränta på det lånade kapitalet
- amortering av det lånade kapitalet

I en vidare definition tillkommer dessutom kapitalkostnader av eget kapital.

#### Ränta i realekonomiska kalkyler

Räntan är en årlig kalkylmässig kostnad, som beror av:

- den kalkylräntefot man vill använda
- storleken av det kapital som räntan ska beräknas på.

Kalkylräntefoten i en realekonomisk kalkyl skall vara en real räntefot, dvs ej innehålla kompensation för inflationen. Sambandet mellan nominell ( $n$  %) och real ( $r$  %) kalkylräntefot samt inflation ( $i$  %) framgår av följande:

$$\left(1 + \frac{i}{100}\right) \left(1 + \frac{r}{100}\right) = 1 + \frac{n}{100}$$

#### Exempel

inflationen  $i = 6$  %

realräntefot  $r = 3$  %

$$1 + \frac{n}{100} = 1,06 \times 1,03 = 1,092$$

dvs nominell räntefot,  $n = 9,2$  %.

Om man har en hög kalkylräntefot värderar man i framtiden uppkomna kostnader lågt, dvs de årliga kapitalkostnaderna blir höga relativt drifts- och underhållskostnaderna.

Det är ett politiskt avgörande att välja kalkylräntefot, dvs värdera kostnader vid olika tidpunkter mot varandra. I Sverige har stat och kommuner i olika utredningar ansetts böra ha en real kalkylräntefot på 3 å 4 % per år, vilket också stämmer med flera utslag i Högsta Domstolen i värderingsmål under 1970-talet.

Kommuner med snabbt växande befolkning eller skatteunderlag kan lättare argumentera för högre kalkylräntefot än kommuner där framtida betalningsförmåga minskar.

I perioder med höga investeringar i samhället är det konkurrens om investeringsresurserna och då kan kalkylräntefoten vara högre än eljest.

#### Ränta i finansiella kalkyler

I en finansiell kalkyl bör räntan uttryckas i nominella termer. Den är beroende av följande:

- låneräntefot för lånat kapital
- storleken av lånat kapital
- räntekrav på eget kapital
- storleken av ackumulerade nettotillskott av eget kapital (dvs utgifter i form av egenfinansierade investeringar, drifts- och underhållskostnader samt amorteringar av lån i förekommande fall minskat med årliga intäkter)

#### Avskrivning

Avskrivning är en årlig värdeminskning av de tillgångar som investeringen skapat. Värdeminskningen beror på bl a följande:

- förslitning
- korrosion
- sättningar i marken
- ny teknik, som tillgodoser avloppsbehovet effektivare
- ändrade behov av avloppssystem.



Den årliga avskrivningen beräknas med hjälp av vald

- avskrivningstid
- avskrivningsfunktion.

Avskrivningstiden bör vid förkalkyler vara lika med den ekonomiska livslängden. Några olika livslängdsbegrepp visas i bilaga 8. Den ekonomiska livslängden är svårprognosticerad. Schablonvärden brukar därför oftast användas. Det är dock väsentligt att avsteg från schablonerna görs, när speciella skäl föreligger. Det kan exempelvis finnas anledning tro att en anläggning ej kan utnyttjas under hela den tid man normalt brukar räkna med. Exempel på i Sverige använda avskrivningstider framgår av nedanstående tabell:

Tunnlar	50 år
Ledningar	40 år
Byggnader	30 år
Maskinell utrustning	15 år

Avskrivningsfunktionen anger hur värdeminskningen sker inom den ekonomiska livslängden. Vid förkalkyler kan det anses motiverat att använda en praktisk funktion (som det är bekvämt att arbeta med) så länge inga skäl talar för en speciell avskrivningsfunktion. Oftast är en annuitetsmässig avskrivning bekvämast och motiverbar. Funktionen är här sådan, att summan av de årliga räntorna och avskrivningarna är lika stora varje år. Detta förhållande underlättar kalkylarbetet när drifts- och underhållskostnaderna antas konstanta över tiden. Ibland kan det dock vara motiverat att kalkylera med en rätlinjig avskrivning över tiden. Avskrivningarna är då lika stora varje år under den ekonomiska livslängden.

#### Penningvärde, inflation

Att den realekonomiska kalkylen, som nämnts, skall göras i fast penningvärde betyder inte att man skall bortse från förändrade relativpriser. Om i fast penningvärde vissa kostnadsposter väntas utvecklas annorlunda än andra, så bör det tas in i kalkylen. Följande vanliga kostnadsposter bör exempelvis uppmärksammas:

- arbetskostnader
- energikostnader
- kemikaliekostnader
- materialkostnader

Vid finansiella kalkyler är det väsentligt att räkna i löpande penningvärde. Detta beror på att avloppsanläggningar normalt lånefinansieras. Lånens räntor är bara delvis - och amorteringarna inte alls - beroende av inflationen. Hög lånefinansiering och hög inflationstakt leder således till att det är lönsamt för investeraren att göra höga investeringar. Inflationsvinsten blir då stor.

Det är svårt att prognosticera den framtida inflationen. Mycket talar för att den endast långsamt kommer att återgå till den låga nivå på 3 å 4 % per år, som gällde i genomsnitt för 1950- och 1960-talen.

Att i finansiella kalkyler räkna med inflationen 0 % per år torde leda till mer missvisande resultat än att räkna med att den nu aktuella inflationsnivån ska bestå framöver.

#### Praktiska tips vid kostnadskalkylering

- Börja, oavsett kalkylmetod, alltid med att rita en enkel grafisk bild över investering, reinvestering, årliga drifts- och underhållskostnader samt årliga kapitalkostnader över projektets ekonomiska livslängd.
- Definiera kalkylsituationen, dvs syftet med kostnadskalkylen, så att resultatet kommer att bygga på rätt avgränsning.
- Normalt räcker det vid val mellan åtgärdsalternativ att ta med kostnadsposter som skiljer sig åt mellan alternativen. (Observera dock att kalkylen är partiell för det alternativ som är bäst och genomförs. Det betyder givetvis att t ex finansieringen kräver en separat totalkalkyl.)
- Tag endast med kostnadsposter, som påverkas av beslut om åtgärden, dvs särkostnader. Det betyder bl a att framtida kostnader för redan vidtagna åtgärder normalt är ointressanta vid jämförelse av åtgärdsalternativ i förkalkyler. Kostnader som är gemensamma och lika för alla alternativ kan också uteslutas.
- Skriv tydligt i vilket års penningvärde belopp i kronor är uttryckta. (Det är alltför vanligt med - medvetna och omedvetna - missuppfattningar om kostnader som blir högre än beräknat, men där skillnaden bara är orsakad av inflationen.)

- Planera in utrymme för en utvärdering av kalkylresultatet bl a med hänsyn till icke monetära konsekvenser eller finansieringsproblem.

### Kalkylhorisont

Vid nuvärdemetoden bör den ekonomiska livslängden vanligen användas som kalkylhorisont. Valet av lämplig kalkylhorisont beror på bl a kalkylräntans storlek. Vid finansiella kalkyler är det väsentligt att inte avgränsa kalkylhorisonten till enbart den period, som lånens amorteringstid omfattar. Investeringen påverkar ju utgifter under hela den ekonomiska livslängden.

Vid årskostnadsmetoden är begreppet kalkylhorisont ibland ointressant då de reinvesteringar, som görs ej påverkar den genomsnittliga årskostnaden.

### Analys av kalkylresultatet

Kostnadskalkylerna kan leda till att man känner sig osäker i vad mån kostnadsskillnader mellan alternativ är relevanta eller inte. Man kan fråga sig om skillnaden beror på hur man har räknat eller på något osäkert antagande. Det är då ofta värdefullt med en känslighetsanalys, dvs ett studium av hur olika osäkra förutsättningar påverkar resultatet.

Exempel på sådana förutsättningar kan vara

- kalkylräntefot
- avskrivningsfunktion
- ekonomisk livslängd
- framtida drifts- och underhållskostnader
- investeringens storlek.

Mindre erfarna kostnadskalkylerare kan känna ett behov av att se hur ändringar i flera förutsättningar påverkar slutresultatet. Normalt behöver dock känslighetsanalys endast göras för den mest osäkra kalkylförutsättningen.

Med datortekniken som beräkningshjälp är det oftast bra att som beslutsunderlag grafiskt presentera hur kontinuerliga variationer inom rimliga osäkerhetsintervall påverkar slutresultatet.



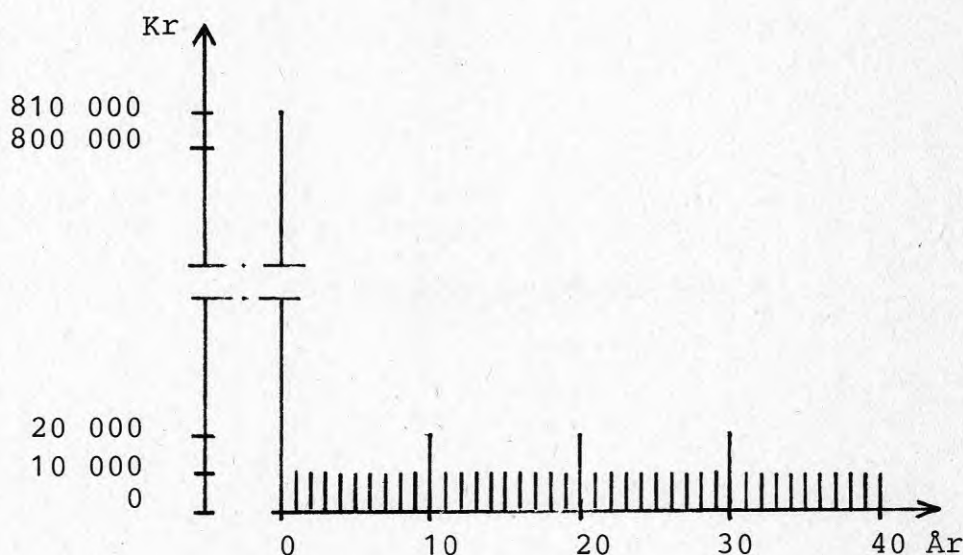
Det bör påpekas att känslighetsanalysen ej minskar osäkerheten i beräkningsförutsättningen eller kalkylresultat. Däremot leder analysen till större förståelse för hur kalkylresultat skall tolkas. Visar exempelvis känslighetsanalysen att olika åtgärdsalternativ kan ha lägst kostnad beroende på osäkra kalkylförutsättningar, kan slutsatsen bli att andra faktorer än kostnaderna får bli utslagsgivande. På motsvarande sätt leder ett entydigt resultat till slutsatsen att kostnadsaspekten i alla händelser talar för ett visst alternativ.

Viktigt vid värderingen är utöver ovanstående känslighetsanalys att relatera kostnadsskillnader mellan åtgärdsalternativ till skillnader i intäkter eller "nytta". Även andra aspekter, såsom finansieringsmöjligheter för extrema investeringar, bör beaktas.

#### Exempel på realekonomisk kostnadskalkyl

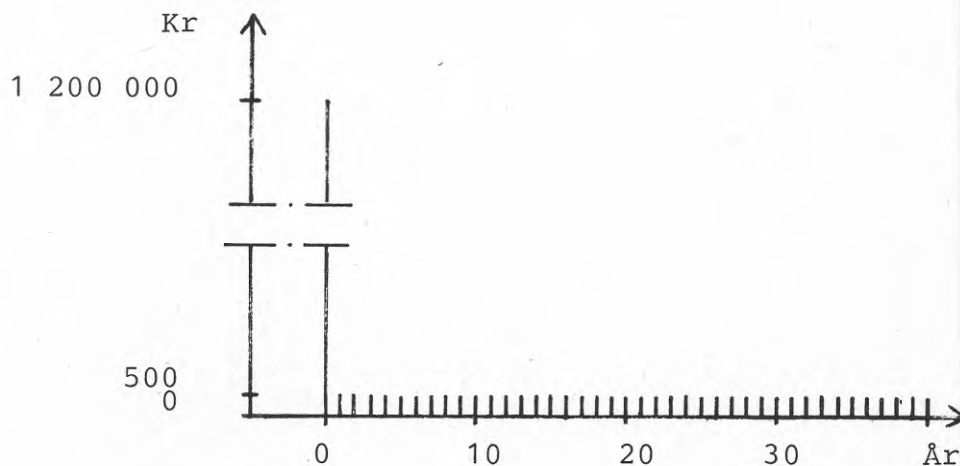
"Pumpstation" eller "Djupa schakter"?

Alternativet "Pumpstation" har i 1979 års penningvärde investeringar om 810 000 kr, varav för pumpar 10 000 kr år 0 och byte av pumpar vart 10:e år för 10 000 kr per gång. Drifts- och underhållskostnaderna uppskattas till 10 000 kr per år. Eftersom man ej vet om man ska tro att energipriset (i konstant penningvärde) kommer att öka eller minska, förutsätts här konstanta drifts- och underhållskostnader. Kalkylräntan sätts till 4 % per år realt. Avskrivningen antas vara enligt annuitetsmetoden. Anläggningen antas ha en ekonomisk livslängd av 40 år. Grafiskt kan förutsättningarna åskådliggöras enligt nedan:



Årskostnaden blir följande:	Kronor
Kapitalkostnad byggnad 0,050523 x 800 000 (4 % och 40 år)	40 418
Kapitalkostnad pumpar 0,12329 x 10 000 (4 % och 10 år)	1 233
Drifts- och underhållskostnad	<u>10 000</u>
Totalt	51 651

Alternativet "Djupa schakter" har i 1979 års penningvärde investeringar om 1 200 000 kr år 1. De årliga drifts- och underhållskostnaderna beräknas till i genomsnitt 500 kronor. Kalkylräntan är givetvis densamma som i alternativet ovan. Även avskrivningstiden och den ekonomiska livslängden antas vara samma. Grafiskt erhålls nedanstående förutsättningar:



En jämförelse mellan alternativen visar varför alternativet "Pumpstation" förefaller bäst ur kostnadssynvinkel.

Årskostnaden blir följande:	Kronor
Kapitalkostnad 0,050523 x 1 200 000 (4 % och 40 år)	60 628
Drifts- och underhållskostnad	<u>500</u>
Totalt	61 128

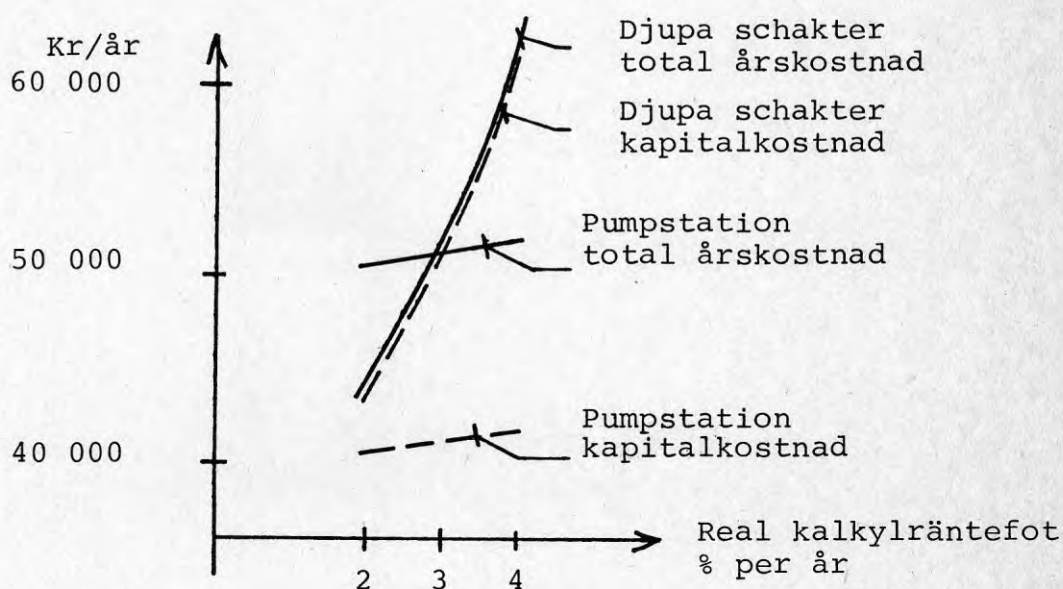
En känslighetsanalys av energipriset visar, att energipriset måste öka, så att de årliga driftkostnaderna i alternativet "Pumpstation" blir i genomsnitt 19 477 kr/år för att alternativen skall bli likvärdiga.

En känslighetsanalys av livslängden visar, att alternativet "Djupa schakter" måste ha en kapitalkostnadskoefficient på 0,04262 (i stället för 0,05052), vilket skulle motivera en livslängd av 72 år, för att alternativen skulle vara likvärdiga.

En känslighetsanalys för kalkylräntan visar att om den är så låg som 2 % per år så blir de totala årskostnaderna följande:

	<u>"Pumpstation"</u>	<u>"Djupa schakter"</u>
Kapitalkostnad	0,03656x800000=29 248 0,11133x10000 =11 133 40 381	0,03656x1200000=43 872 500 44 372
Drifts- och underhållskostnader	10 000	500
Årskostn. (kr/år i 1979 års prisv.)	50 381	44 372

Vid en så låg real kalkylräntefot som 2 % är således alternativet "Djupa schakter" något gynnsammare ur kostnadssynvinkel än alternativet "Pumpstation". Alternativen har lika årskostnader vid en real kalkylränta av 2,9 % per år, se nedanstående figur:





En känslighetsanalys för pumparna visar att de skulle kunna ha en årlig kapitalkostnad av  $61\,128 - 50\,418 = 10\,710$  kr för att alternativet "Pumpstation" skulle bli lika dyrt som "Djupa schakter". Pumparna skulle med denna förutsättning antingen kunna bytas en gång per år eller ha 10 gånger högre investeringsutgift.

Utvärderingen av kostnaderna är en politisk fråga, där det gäller att beakta osäkerheten om framtida förhållanden. Om alla kostnadsargument ovan vid 4 % real kalkylräntefot talade för alternativet "pumpstation" och om man inte ser någon anledning att ha en lägre kalkylräntefot, blir beslutet enkelt, såvida inte det av exempelvis

- sysselsättningsskäl är politiskt mer intressant med alternativet "Djupa schakter"
- beredskapsskäl känns tryggare att slippa en pumpstation, som kan sättas ur funktion genom strömavbrott, sabotage o dyl
- miljöskäl värderas högt att slippa en pumpstation vid planerat läge.

Om sådana skäl spelar in och åtgärdsalternativet "Djupa schakter" beslutas och genomförs, så bör beslutsfattaren vara medveten om merkostnaden för beslutet.

Stockholm 1979-03-09  
VBB

Lars Eric Janson

K-G Stenberg

Stein Bendixen

KGS/ss

## ÅTGÄRDSTYPER

Anläggningsdel	Åtgärd	Åtgärden syftar till/Åtgärden medför							
		Minskning av totala		Utjämnning av		Ökning av kapaciteten/ hastigheten	Ökning av standarden	----- -----	
		Flödes- belastningen	Förorenings- belastningen	Flödes- belastningen	Förorenings- belastningen				
Privata anläggningar	Utförande av reningsanordning		○		○				
	Eliminering av felkopplingar	○		○					
	Tätning av servisedningar	○		○					
	Separering av avlopp	○		○					
	Infiltration/Perkolation	○		○					
	Påsläppskontroll	○	○	○	○				
	Omläggning av servisedning	○		○			○		
	Ändring av skötsel och underhåll	○	○	○	○	○	○		
	.....								
Allmänna anläggningar	Anordningar ovan mark	Utförande av utjämningsanordning			○				
		Förändring av markytan	○	○	○	○		○	
		Ändring av skötsel och underhåll	○	○	○	○	○	○	
		.....							
	Uppsamlingsanordningar	Eliminering av oavsiktlig anslutning	○		○				
		Utförande av sandfång		○		○			
		Utförande av galler		○		○			
		Förändring av kapacitet			○		○		
Ombyggnad			○		○	○	○		
Ändring av skötsel och underhåll		○	○	○	○	○	○		
	.....								
Ledningar	Separering av avlopp	○		○					
	Tätning/Reovering	○		○					
	Omläggning					○	○		
	Relining	○		○				○	
	Borttagande av hinder					○			
	Ändring av skötsel och underhåll	○	○	○	○	○	○		
	.....								
Speciella tekniska anordningar	Utförande av utjämningsanordning			○					
	Insättande av flödesregulator			○					
	Utförande av sandfång		○		○				
	Ombyggnad av pumpstation					○	○		
	Ändring av skötsel och underhåll					○	○		
	.....								
Utsläppsanordningar	Utförande av utloppsledning							○	
	Insättande av galler/skumskärm		○		○				
	Ombyggnad					○	○		
	Ändring av skötsel och underhåll		○		○	○	○		
	.....								
Reningsverk	Förändring av kapacitet					○			
	Förändring av behandling		○		○				
	Ombyggnad						○		
	Ändring av skötsel och underhåll		○		○	○	○		
	.....								





ÅTGÄRDSTYPER, ARBETSGÅNG

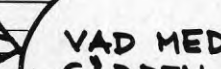
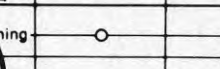
Anläggningsdel	Åtgärd	Åtgärden syftar till/Åtgärden				
		Minskning av totala			Ökning av standarden	-----
		Flödes- belastningen	Förening- belastningen	...		
Privata anläggningar	Utförande av reningsanordning		<input type="checkbox"/>			
	Eliminering av felkopplingar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Tätning av servisledning	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Separering av avlopp	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Infiltration/Perkolation	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Påsläppskontroll	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Omläggning av servisledning	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ändring av skötsel och underhåll	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Anordningar ovan mark	Utförande av utjämningsanordning		<input type="checkbox"/>			
	Förändring av markytan och underhåll	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Uppsamling/anordning	...	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	...	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Allmänna anläggningar	Ledningar	Separering av avlopp	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Tätning/Reovering	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Omläggning	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Relining	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Borttagande av hinder	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Ändring av skötsel och underhåll	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Speciella tekniska anordningar	Utförande av utjämningsanordning		<input type="checkbox"/>			
	Insättande av flödesregulator		<input type="checkbox"/>			
	Utförande av sandfång		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	Ombyggnad av pumpstation		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utsläpps-anordningar	Utförande av utloppsledning		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
	Insättande av galler/skumskärm		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ombyggnad		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ändring av skötsel och underhåll		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reningsverk	Förändring av kapacitet		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
	Förändring av behandling		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ombyggnad		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ändring av skötsel och underhåll		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VAD SYFTAR ÅTGÄRDEN TILL?

VILKA ÅTGÄRDS-ALTERNATIV FINNS?

VILKA ÅTGÄRDS-ALTERNATIV KAN IFRÅGAKOMMA?

VAD MEDFÖR ÅTGÄRDEN I ÖVRIGT? ('TILLÄGGSNYTTA')











**BEDÖMNING**

**A. Påverkan**

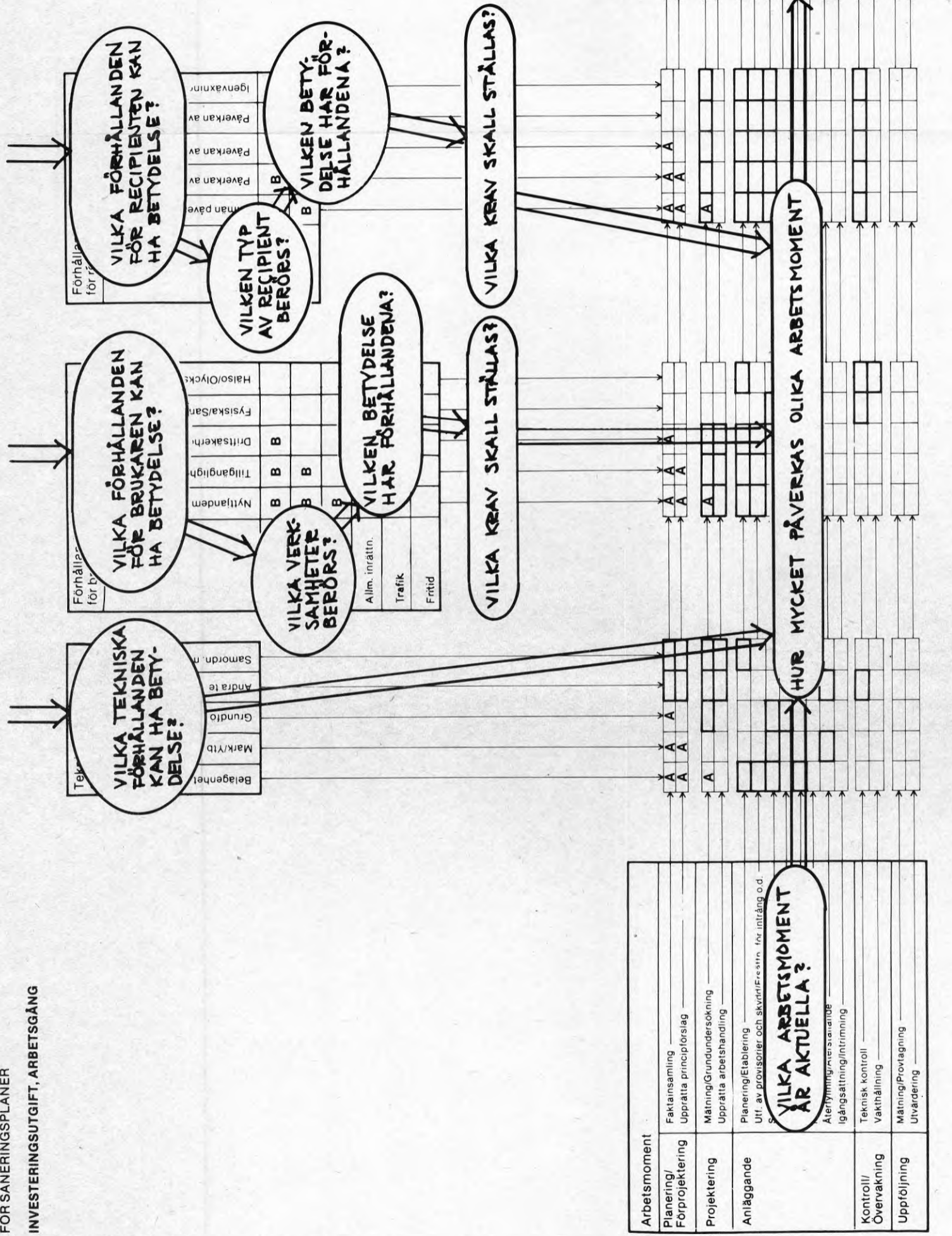
- 0 = ingen avvikelse från det normala
- 1 = liten avvikelse från det normala
- 2 = viss avvikelse från det normala
- 3 = stor avvikelse från det normala
- 4 = betydande avvikelse från det normala

**B. Betydelse**

- 0 = ingen betydelse
- 1 = liten betydelse
- 2 = viss betydelse
- 3 = stor betydelse
- 4 = mycket stor betydelse

**C. Krav**

- 0 = inga krav
- 1 = arbetena skall bedrivas utan onödiga olägenheter
- 2 = viss tillfällig inskränkning eller olägenhet accepteras
- 3 = liten tillfällig inskränkning eller olägenhet accepteras
- 4 = ingen inskränkning eller olägenhet accepteras



<b>Arbetsmoment</b>	
Planering/ Förprojektering	Faktainsamling Upprätta principförslag
Projektering	Mätning/Grundundersökning Upprätta arbetshandling
Anläggande	Planering/Etablering Utf. av provisorier och skivdiagram för intrång o.d.
Kontroll/ Övervakning	Aterfyllning/aterstämning igångsättning/inträngning
Uppföljning	Teknisk kontroll vakthållning Mätning/Provtagn Utvärdering

**VILKA ARBETSMOMENT  
ÄR AKTUELLA?**

**VAD BLIR KOSTNADEN?**

Investeringsutgift









1979-03-09

73577

PTV—VÄRDERINGSMETODIK  
FÖR SANERINGSPLANER

DRIFTS- OCH UNDERHÅLLSKOSTNADER

BILAGA 6

Åtgärd	Tekniska effekter av betydelse för förvaltningen									
	Sedimentering/ Stopp		Oavsiktlig belastning		Dålig arbetsmiljö Olycks-/ skaderisk		Förslitning		Andrade driftsförhål- landen	
	A	B	A	B						
-----										

Konsekvenser för förvaltningen	A	B	A	B							Förändrad årskostnad för drift och underhåll
Skötselbehov											
Beredskapsbehov											
Energibehov											
Kemikaliebehov											
Juridiskt ansvarsbehov											
Underhållsbehov											
											Summa

**BEDÖMNING**

**A. Sannolikhet eller frekvens**

- + = ökande
- = minskande
- 0 = oförändrad

**B. Omfattning eller storlek**

- + = ökande
- = minskande
- 0 = oförändrad









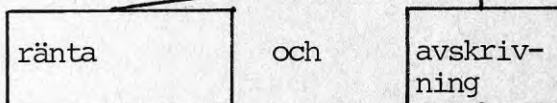


LIVSLÄNGDER

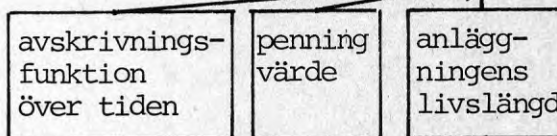
I samband med projektering av tekniska anläggningar är framtida årskostnader av intresse. Årskostnaderna kan indelas i



De kalkylmässiga kapitalkostnaderna består av



Avskrivningens storlek ett visst år beror på



Livslängden har ofta stor betydelse för årskostnadernas storlek. Det finns bl a följande fem livslängdsbegrepp:

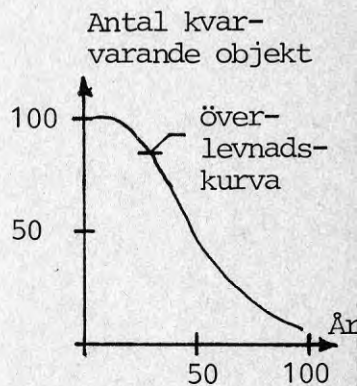
Den kalkylmässiga livslängden används i förkalkyler. Den skall i princip vara lika med den faktiska och samtidigt den ekonomiska.

Den ekonomiska livslängden sträcker sig i princip fram till den tidpunkt då det lönar sig att byta ut anläggningen eller att avyttra den. Detta inträffar när nuvärdet av förväntade framtida intäkter minus driftkostnader är mindre än restvärdet (skrotvärdet).

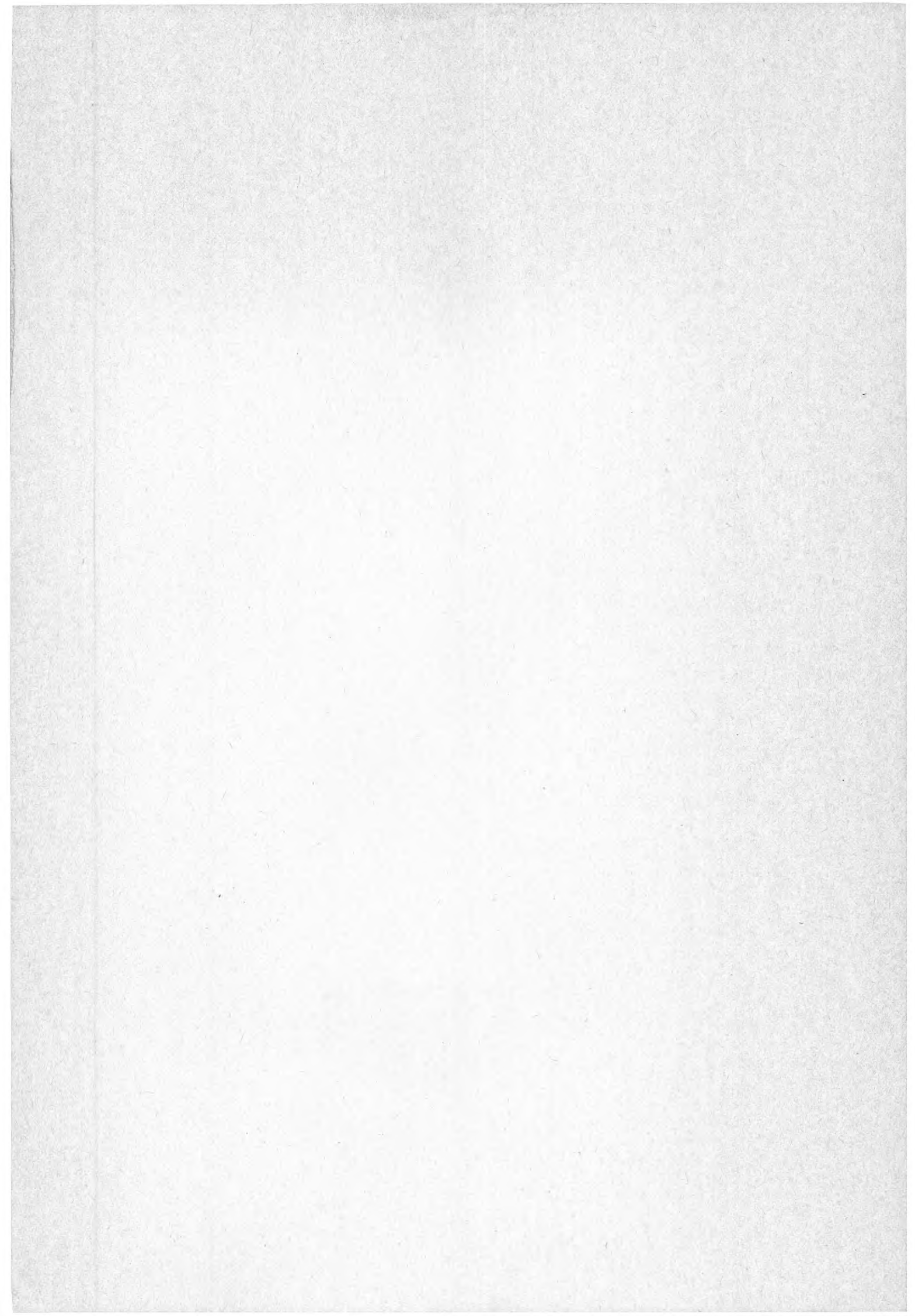
Den tekniska livslängden omfattar den tid anläggningen tekniskt fungerar på avsett sätt (utan orimligt underhåll).

Den fysiska livslängden är den tid under vilken det är fysiskt möjligt (utan hänsyn till lönsamhetsaspekter) att använda en anläggnings tillgångar. Begreppet torde vara ointressant i samband med kalkylering.

Den faktiska livslängden är okänd (vid kalkyltillfället). En prognos måste göras över när man kommer att utrangera anläggningen (skrota, riva osv) eller hur länge den faktiskt håller. Prognosen bygger på vad liknande anläggningar brukar ha för faktiska livslängder och på förhållanden som väntas påverka den ekonomiska livslängden i det speciella fallet. För en viss typ av f d anläggningar kan den faktiska livslängden sammanfattas i överlevnadskurvor, se vidstående diagram. Oftast används dock bara ett genomsnittsvärde. Den faktiska livslängden bör vara lika med den ekonomiska men kan vara kortare eller längre beroende på olika orsaker, såsom felinformation.











**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750811-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Vatten-  
byggnadsbyrån, VBB, Stockholm.**

**R133: 1979**

**ISBN 91-540-3138-9**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700033**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 40 kr exkl moms**