



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.



PER-ARNE MALMQVIST
GILBERT SVENSSON
ANDERS LEDSKOG
BO GÖRAN LINDQVIST

Risicanalys för kommunala avloppsledningsnät

R59: 1993

Tillämpningar i Linköping

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129299

 BYGGFORSKNINGSRÅDET

BFR

R59:1993

RISKANALYS FÖR KOMMUNALA AVLOPPSLEDNINGSNÄT

Tillämpningar i Linköping

Per-Arne Malmqvist
Gilbert Svensson
Anders Ledskog
Bo Göran Lindqvist



V-BIBLIOTEKET
BYGG & KONSTRUKTION
SEKTIONEN FÖR VÄG & VATTEN
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Box 118, 221 00 LUND

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870359-6
från Byggeforskningsrådet till VBB VIAK AB, Göteborg.

REFERAT

Riskanalysen syftar till att öka kunskapen om kommunens avloppsledningssystem, att kvantifiera de framtida risker som kan förknippas med systemet samt att ge ett fördjupat underlag för planering av åtgärder i systemet på kort och på lång sikt.

1. Identifiering och strukturering av systemet

2. Händelseanalys

Identifiering och beskrivning av händelser i och utanför systemet som kan leda till de två topphändelserna **utsläpp till ytvatten, mark eller grundvatten** samt **översvämning på mark och i fastigheter**. Statistiska uppgifter och erfarenhetsvärden för frekvenser för olika händelser ges i rapporten. Vi har i studien använt den hydrauliska modellen MOUSE.

3. Konsekvensanalys

De identifierade händelserna ger upphov till olika konsekvenser för i huvudsak fyra grupper: Den kommunala förvaltningen, Miljön, Abonnenterna och Samhället.

I rapporten finns uppgifter och förslag om hur i första hand de ekonomiska konsekvenserna kan beräknas för de fyra grupperna.

4. Minskning av riskerna

För den sk riskelimineringen föreslås att en åtgärdsplan för ledningsnätet upprättas. Vid de prioriteringar som måste göras i en åtgärdsplan kan riskbedömningarna vara avgörande. En grundstrategi för prioriteringarna (Jfr VAVs PRIVA, sept 1991) är att

- Ledningar eller delar av ledningsnätet där sannolikheten för allvarliga händelser bedöms vara stor, prioriteras högt i åtgärdsplanen och åtgärdas snarast
- Ledningar eller delar av ledningsnätet där en händelse skulle ge stora konsekvenser, undersöks (till exempel TV-filmas) och läggs in i ett återkommande undersöknings- och bevakningsprogram.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R59:1993

ISBN 91-540-5606-3
Byggeforskningsrådet, Stockholm

Gotab 99022, Stockholm 1993

Innehållsförteckning

Förord

Sammanfattning

1.	Inledning	1
1.1	Allmänt om riskanalys	1
1.2	Händelseanalys	1
1.3	Konsekvensanalys	1
2.	Kommunala avloppsnät	4
2.1	Utformning	4
2.2	Dimensioneringsprinciper	5
2.3	Driftförhållanden	6
2.3.1	Normal drift	6
2.3.2	Förväntade driftstörningar	6
2.3.3	Störningar på grund av regn	6
2.3.4	Osannolika händelser	7
3.	Metodbeskrivning	8
4.	Händelseanalys för ett kommunalt avloppsnät	11
4.1	Identifiering av händelser	11
4.1.1	Utsläpp till vatten och mark	11
4.1.2	Översvämning	12
4.2	Sannolikheter för olika händelser	13
4.2.1	Igensättning av rör eller anläggning	13
4.2.2	Överbelastning	13
4.2.3	Pumpstopp	14
4.2.4	Felhantering	14
4.2.5	Osannolika händelser, olyckor	14
5.	Konsekvensanalys	15
5.1	Va-verkseffekter	15
5.1.1	Akut underhåll	15
5.2	Miljöeffekter	16
5.2.1	Allmänt	16
5.2.2	Bräddningar	17
5.2.3	Avloppsreningsverk	19
5.3	Abonnenteffekter	19
5.3.1	Källaröversvämningar	19
5.3.2	Driftstörningar, driftavbrott	22
5.4	Samhällseffekter	23
5.4.1	Allmänt	23
5.4.2	Trafik	24
5.4.3	Boende, rörelseidkare, handel mm	25

6.	Minskning av risker	27
6.1	Minskning av en händelses sannolikhet	27
6.2	Minskning av konsekvenserna av en händelse	28
6.3	Minskning av en händelses varaktighet	31
7.	Exempel från Linköping - Vasastaden	32
7.1	Allmänt	32
7.1.1	Dagvattensystemet	33
7.1.2	Spillvattensystemet	34
7.2	Driftförhållanden	34
7.2.1	Dagvattensystemet	34
7.2.2	Spillvattensystemet	35
7.3	Händelseanalys	35
7.3.1	Dagvattensystemet	35
7.3.2	Spillvattensystemet	38
7.4	Konsekvensanalys	42
7.4.1	Dagvattensystemet	42
7.4.2	Spillvattensystemet	44
7.5	Inträffade händelser i området under 1990 - 1992. Jämförelser med utförda beräkningar	46
7.5.1	Dagvattensystemet	46
7.5.2	Spillvattensystemet	47
7.6	Minskning av riskerna - åtgärdsförslag i Vasastaden	47
7.6.1	Dagvattensystemet	47
7.6.2	Spillvattensystemet	48
8.	Övriga exempel från Linköping	49
8.1	Risker för och konsekvenser av bräddning i pumpstationer i Linköping.	49
8.2	Förändrad rättspraxis	49
9.	Risikanalys som ett verktyg vid drift- och underhållsplaneringen. Erfarenheter från Linköpingsstudien	52
10.	Referenser	54
11.	Bilagor	56

Bilagor 1-2 Driftstatistik för avloppspumpstationer

Bilagor 3-12 Exempel från Linköping

Förord

Sårbarheten hos de tekniska försörjningssystemen är stor, även om tillförlitligheten under normala omständigheter är god. Mycket kan hända i de relativt komplicerade systemen, och konsekvenserna kan bli allvarliga vid långvariga avbrott. Riskanalys är en bra metod att identifiera systemens svaga punkter för att kunna vidta åtgärder som antingen förebygger driftavbrott eller avhjälper vid inträffade situationer. Riskanalyser har genomförts i ett antal kommuner för vattenförsörjningssystemen. Detta är veterligt den första riskanalysen av ett avloppssystem. Analysen avser risker i avloppsledningsnätet. Risker som enbart gäller avloppsreningsverket är inte medtagna.

Studien avser förhållandena i fredstid. Det finns möjligheter att bygga ut den också för förhållanden i kriser och krig.

Projektet har genomförts av en projektgrupp, bestående av

Anders Ledskog, Tekniska Verken i Linköping AB
Bo Göran Lindqvist, Tekniska Verken i Linköping AB
Per-Arne Malmqvist, VBB VIAK AB, projektledare
Gilbert Svensson, VBB VIAK AB, bitr. projektledare

Vid arbetena med mätningar och beräkningar har personal från Tekniska Verken och VBB VIAK medverkat.

Projektet har finansierats av Statens Råd för Byggnadsforskning (Anslag nr 870359-6), Tekniska Verken i Linköping AB samt VBB VIAK AB.

Projektet har föregåtts av ett motsvarande projekt på dricksvattensidan: "Riskhantering i va-system med tillämpning i Linköping", 91 sidor + bilagor (Lindqvist et al 1987). I denna rapport finns, förutom en riskanalys av Linköpings vattenförsörjningssystem inklusive vattenverken, en allmän genomgång av hur en riskanalys kan genomföras, hur händelser och konsekvenser kan värderas och sammanvägas. Dessa allmänna delar ges därför bara en sammanfattande behandling i föreliggande rapport.

Rapporten om vattenförsörjningen finns inte tryckt, men en kopia kan beställas mot självkostnad hos VBB VIAK i Göteborg, tel 031/627500.

Göteborg 93-11-01

Per-Arne Malmqvist
Projektledare

Sammanfattning

I rapporten beskrivs en metod för riskbedömningar i ett kommunalt avloppsledningsnät samt ges exempel på tillämpning av metoden i Linköpings kommun. Riskanalysen syftar till att öka kunskapen om kommunens avloppsledningssystem, att kvantifiera de framtida risker som kan förknippas med systemet samt att ge ett fördjupat underlag för planering av åtgärder i systemet på kort och på lång sikt. Den arbetsgång som vi huvudsakligen har följt, och som vi vill rekommendera till användning också i andra kommuner, är:

1. Identifiering och strukturering av systemet

2. Händelseanalys

Identifiering och beskrivning av händelser i och utanför systemet som kan leda till de två topphändelserna **utsläpp till ytvatten, mark eller grundvatten** samt **översvämning på mark och i fastigheter**. Statistiska uppgifter och erfarenhetsvärden för frekvenser för olika händelser ges i rapporten. För att kvantifiera topphändelserna utsläpp och översvämning är det nödvändigt att göra en ingående hydraulisk analys av systemet. Vi har i studien använt den hydrauliska modellen MOUSE.

3. Konsekvensanalys

De identifierade händelserna ger upphov till olika konsekvenser för i huvudsak fyra grupper:

Den kommunala förvaltningen
Miljön
Abonenterna
Samhället i stort

I rapporten finns uppgifter och förslag om hur i första hand de ekonomiska konsekvenserna kan beräknas för de fyra grupperna.

4. Minskning av riskerna

För den sk riskelimineringen föreslås att en åtgärdsplan för ledningsnätet upprättas. Vid de prioriteringar som måste göras i en åtgärdsplan kan riskbedömningarna vara avgörande. En grundstrategi för prioriteringarna (Jfr Vatten- och Avloppsverksföreningens rapport PRIVA, sept 1991) är att

- Ledningar eller delar av ledningsnätet där sannolikheten för allvarliga händelser bedöms vara stor, prioriteras högt i åtgärdsplanen och åtgärdas snarast
- Ledningar eller delar av ledningsnätet där en händelse skulle ge stora konsekvenser, undersöks (till exempel TV-filmas) och läggs in i ett återkommande undersöknings- och bevakningsprogram.

För området Vasastaden i centrala Linköping har en riskanalys genomförts med den beskrivna metoden. Exemplet Vasastaden beskrivs relativt utförligt. Resultaten från riskanalysen relateras till ett antal verkliga händelser som inträffat i Linköping.

Ansvarsfrågor och innebörden av en förändrad rättspraxis under de senaste åren diskuteras.

1. Inledning

1.1 Allmänt om riskanalys

I denna rapport använder vi begreppet *riskanalys* som en genomgång och värdering av de händelser som kan inträffa i ett samhälles avloppssystem, och de konsekvenser som dessa händelser kan medföra. Begreppet *händelse* anges som en sannolikhet eller en frekvens, t.ex. ett förväntat antal gånger (till exempel bräddningar) per år. Begreppet *konsekvens* används om alla effekter av en händelse. Så långt möjligt mäts konsekvensen i kronor, men där detta är svårt att göra, används andra, värderande mått. *Risk* är det sammanfattande begreppet för sannolikheten för en händelse och händelsens konsekvens. Vid jämförelser mellan risker kan man ibland använda produkten av sannolikheten och konsekvensen. Dessa begrepp är de gängse använda inom riskanalysen, men skiljer sig från de som använts i den första studien av vattenförsörjningssystemet, där vi använde ordet risk som ett sannolikhetsmått. I föreliggande studie ansluter vi oss alltså till de vanligaste definitionerna.

1.2 Händelseanalys

Med *händelse* menas i denna studie en plötslig, "oväntad" händelse, t.ex. ett rörbrott, en bräddning eller en källaröversvämning. Risker som är förknippade med långsamma utvecklingar som t.ex. nedsatt transportförmåga genom sättningar eller avlagringar i rörledningar, normala utsläpp från reningsverk, dålig lukt, råttor eller liknande är alltså inte medtagna. Inte heller är händelser som inträffar utanför avloppssystemet och via detta ger upphov till skador medtagna. Exempel kan vara att bensin från en omkullvält tankvagn rinner ned i en avloppsbrunn och orsakar explosion längre ned i avloppssystemet.

Händelseanalysen börjar med en *identifiering* av vilka händelser som kan inträffa i systemet, därefter sker en *sannolikhetsbedömning* av händelserna. Vid identifieringen av händelser i denna studie har vi tagit med endast de händelser som "normalt" kan inträffa inom avloppssystemet. Händelser som avser påverkan från andra samhällssystem, till exempel vid schaktningsarbeten, eller trafikmissöden är ej medtagna, ej heller mer allmänna och omfattande händelser som krig etc.

Vid sannolikhetsbedömningarna har använts i första hand kända sannolikheter från driftsstatistik i Linköping eller andra kommuner, i andra hand uppskattningar med ledning av allmänna erfarenheter från andra tekniska system.

1.3 Konsekvensanalys

Konsekvenserna av de identifierade händelserna redovisas och kvantifieras, dels i ekonomiska termer, dels om möjligt i andra, värderande termer. Så långt möjligt har i denna studie använts kostnader för att beskriva en konsekvens, således också för till exempel bräddningar. Vi är väl medvetna om att kostnader inte kan beskriva alla konsekvenser på ett riktigt sätt. Kostnaderna beskriver till exempel inte miljöpåverkan på ett bra sätt, inte heller hur stora resurser som åtgår eller hur långt de lokala kretsloppen sluts. Begrepp som obehag för samhällets innevanare

eller rent av livskvalitet (vid källaröversvämningar, dålig lukt, estetiska effekter, gradvis försämring av vattenkvalitet...) berörs endast delvis. Vi har funnit att för de praktiska ändamål som en riskanalys av här presenterat slag syftar till, är kostnader ett praktiskt mått för att göra bedömningar av och prioriteringar av insatser.

VAV bedriver sedan flera år ett omfattande arbete om kostnader för drift och underhåll för va-anläggningar, det sk DRIVA-projektet. Inom detta projekt har erfarenhetskostnader och nyckeltal tagits fram dels i form av genomsnittliga kostnader för olika åtgärder såväl av förebyggande som akut karaktär, dels i form av genomsnittliga DoU-kostnader per år och meter ledning, genomsnittligt antal läckor osv. Främst är det kommunens va-förvaltning som drabbas av kostnader i samband med att man väljer fortsatt drift före förnyelse. Det kan vara allt från ökade driftkostnader till kostnader för akut och förebyggande underhåll.

I detta sammanhang är det endast de akuta kostnaderna, dvs direkta skadekostnader och kostnader för konsekvenserna av skadorna som skall tas med i kalkylen. Det är emellertid av intresse att visa helheten och de definitioner som ligger bakom den uppdelning i drift, akuta och förebyggande kostnader som görs i DRIVA.

Drift

Med begreppet drift avses sådana åtgärder som erfordras för att verksamheten skall hållas igång utan att därför några direkta reparationsinstanser görs. Drift avser åtgärder som saknar restvärde vid årets slut.

Exempel på detta är:

- Tillsyn - funktionskontroll
- Övervakning
- Energi - kemikalier
- Förbrukningsmaterial
- Åtgärder av mindre omfattning som utförs i samband med tillsyn

Förvaltarens kostnader för drift av en anläggning skiljer sig mellan en ny och en sliten anläggning. Kostnadsskillnader vid val mellan fortsatt drift med befintlig anläggning och förnyelse av anläggningen får beräknas från fall till fall. De största effekterna fås troligen när en anläggning förnyas samtidigt som den effektiviseras.

Underhåll

Begreppet underhåll kan ses som åtgärder där anläggningens funktion bibehålls och värdet inte ökar. Underhåll delas upp i akuta åtgärder och förebyggande åtgärder.

Akut underhåll

Akuta åtgärder är reparation av läckor och rörbrott samt åtgärdande av stopp osv.

I det fall åtgärder vidtages på ledningsnätet utöver lagning av den direkta läckan och i anslutning till akuthändelsen, räknas detta som akutåtgärd om omfattningen är < 5 m. För servisåtgärd räknas hela omläggningen som akutåtgärd.

Förvaltarens kostnader för akut underhåll ökar för en nedsliten anläggning. För att upprätthålla driften måste akutåtgärder utföras. Ett val mellan förnyelse eller fortsatt drift med befintlig anläggning medför att risken för akuta driftstörningar måste beräknas. Effektkostnaden är en produkt av sannolikheten för en akut störning och reparationskostnaden.

Förebyggande underhåll

Förebyggande åtgärder avser planerat underhåll där kostnaden understiger 2 basbelopp. Större planerade åtgärder är att betrakta som förnyelse eller förbättring.

Den som förvaltar anläggningen måste vid ett val mellan förnyelse och fortsatt drift med den gamla anläggningen vara beredd att ta ökade kostnader för förebyggande underhåll. Effektkostnaden kan beräknas som sannolik kostnad per meter ledning, som objektet avser.

Begränsad hänsyn har av va-verken tagits till den här typen av effekter. Bedömningar har gjorts, men något försök till kvantifiering under ledningarnas hela livslängd har sällan gjorts.

I samband med riskanalyser är det akutunderhållet som är intressant. För att minska riskerna är det förebyggande underhåll som ger effekter.

2 Kommunala avloppsnet

2.1 Utformning

Med avloppssystem avses ledningar och anordningar för avledande av spillvatten, dagvatten och dräneringsvatten.

Ledningssystemen kan utföras som kombinerat system eller separerade system. Exempel på olika system framgår av nedanstående figur, hämtad ur VAV:s publikation P28.

Avloppsvatten		Avloppssystem		
		Kombinerat system	Separerade system	
			Separatsystem	Duplikatsystem
Spillvatten		gemensam ledning	spillvattenledning	spillvattenledning
Dagvatten			rännsten eller dike	dagvattenledning
Dränvatten	från byggnadsgrunder		spillvattenledning	a) dagvattenledning b) spillvattenledning
	från markområden	a) inte alls b) dränvattenledning	a) inte alls b) dike	a) inte alls b) dagvattenledning c) dränvattenledning

Figur 2.1. Olika avloppssystem

Före mitten på 1950-talet utfördes i princip alla ledningsnät i Sverige som kombinerade system eller som separata system. Idag utföres i allmänhet alla ledningsnät som duplikatsystem. Tekniken har under senare år i viss utsträckning kompletterats med utjämningsmagasin och lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

Avloppssystemen utformas till största delen som självfallssystem. För att överbygga höjdskillnader eller binda ihop olika avrinningsområden pumpas avloppsvattnet. Pumpning sker företrädesvis för spillvatten och dräneringsvatten medan pumpning av dagvatten är relativt ovanligt med undantag för punktåtgärder till exempel för gång- och cykeltunnlar.

Avledningen av spillvattnet i det allmänna ledningsnätet sker huvudsakligen till några få punkter där avloppsreningsverken är placerade. Dagvattensystemen är ofta anslutna till närmaste recipient som kan vara dike, vattendrag eller sjö och utsläpp sker mestadels utan speciell förbehandling.

2.2 Dimensioneringsprinciper

Allmänna avloppsledningsnät utformas och dimensioneras i princip enligt VAV:s publikation P28 - *Anvisningar för beräkning av allmänna avloppsledningar* (VAV 1976). Utformning och dimensionering av avloppspumpstationer utföres enligt VAV:s publikation P47 - *Avloppspumpstationer - Dimensionering, utformning och drift* (VAV 1984).

Dimensioneringsanvisningen (P28) för ledningsnätet publicerades 1976 och speglade en då rådande praxis. Enligt P28 gäller följande dimensionerande återkomsttider:

Vid dimensionering bör egentligen dagvattenförande ledning beräknas för regn med olika återkomsttider och det regn som ger lägst totalkostnad för anläggning, drift och skador väljes som dimensionerande. I praktiken saknas oftast underlag för en sådan noggrann beräkning. Om inte annat kan visas vara riktigare bör följande återkomsttid väljas:		
	Separerade system	Kombinerat system
Ej instängt område utom citybebyggelse	1 år	5 år
Ej instängt område inom citybebyggelse	2 år	5 år
Instängt område utom citybebyggelse	5 år	10 år
Instängt område inom citybebyggelse	5—10 år	10 år

Figur 2.3 Dimensionerande återkomsttider enligt VAV P28.

I VAV:s publikation P49 (VAV 1985), som behandlar ansvar, åtgärder och ersättningar i samband med källaröversvämningar hänvisas beträffande dimensionering till P28 men anger även krav på hur ofta en källaröversvämning kan accepteras (återkomsttid). Hänvisning till detta har skett i ett antal rättsfall vilket inneburit en faktisk skärpning av kravet jämfört med P28.

I det s k "Stureforsmålet" fastställde Högsta Domstolen (DT 445/91) att en dimensionering med återkomsttid på två år för ett separat system (ej citybebyggelse och ej instängt) inte var tillräckligt. Trenden är att alltmer hävda strikt ansvar oberoende av hur ledningarna dimensionerats.

VAV har långt gångna planer på att se över P28 för att skapa en dimensioneringsnorm som är bättre anpassad till rättspraxis. (Se även 8.2)

2.3 Driftförhållanden

2.3.1 Normal drift

I VA-lagen §12 anges bl a "*Så länge allmän VA-anläggning behövs ska huvudmannen underhålla anläggningen och i övrigt sörja för att den på ett tillfredsställande sätt fyller sitt ändamål.*" Under normal drift och med rätt underhåll är driftstörningsfrekvensen låg. Normala driftåtgärder kan vara:

- Okulär besiktning av ledningsnät och diken
- TV-undersökning
- Kontrollberäkning
- Uppföljning av driftdata vid avloppspumpstationer

Drift- och underhållskostnaderna för självfallsnätet inklusive pumpstationer är normalt relativt låga, 5-7 kronor/m ledning.

2.3.2 Förväntade driftstörningar

En rad olika typer av driftstörningar kan inträffa på ledningsnät och pumpstationer. Stopp och efterföljande uppdämning kan bland annat bero på: Otillräcklig lutning eller utläckage (ej självrensande), rötter, fogförskjutningar, ledningsbrott, främmande föremål som grus och sten, elfel eller igensättning av pumpar i pumpstationer.

När ledningens hydrauliska kapacitet överstigs sker uppdämning i ledningsnätet och så småningom föreligger risk för översvämning. Kombinationen av defekter på ledningsnätet och hydraulisk överbelastning är en vanlig orsak till uppdämning och översvämning.

Stopp i servisledning och överbelastning av ledningsnätet vid intensiva regn är den vanligaste orsaken till källaröversvämning.

Sannolikheten för driftstörningar på ledningsnät och pumpstationer varierar beroende på materialval, byggnadssätt, kvalitetssäkring o s v. Även yttre faktorer som påverkan av trafik, gatuunderhåll o s v kan påverka driftstörningsfrekvensen.

Genom uppföljning av driftstörningar kan risken för driftstörningar för olika ledningssträckor till viss del bedömas. Se vidare kapitel 4.

2.3.3 Störningar på grund av regn

Vatten som vid regn eller snösmältning överbelastar det allmänna ledningsnätet och bakvägen tränger in via dag- och spillvattenservisen orsakar skador av olika karaktär. Överbelastning av dagvattensystemet kan via dräneringssystemet orsaka fuktskador och direkt inläckage genom otäta källarväggar/golv. Vid separering av tidigare kombinerade system är det vanligt att via dispens tillåta dräneringsanslutning till spillvattennätet för att undvika skador av detta slag. I det fall utvändiga

källarspygatter är anslutna till dagvattnet kan inträngning ske via källardörrar. Uppdämning i kombinerade ledningar och rena spillvattenledningar ger över-
svämningsförlopp med inträngning via till exempel golvbrunn.

Genom analys i hydrauliska datormodeller kan olika regn och belastnings-
situationer simuleras.

2.3.4 Osannolika händelser

Utöver ovan relaterade driftstörningar kan även osannolika händelser inträffa som kan innebära mycket stora konsekvenser. Detta kan vara gasexplosion i ledningsnät eller kombination av olika händelser t ex totalt ledningsbrott i förening med en extrem regnsituation. Sannolikheten för händelser av detta slag är dock mycket låg. I anslutning till drivmedelsanläggningar och liknande finns dock anledning till viss aktsamhet. Vid utformning av till exempel pumpstationer som tar hand om avlopp från sådana anläggningar bör dessa utformas med hänsyn till explosionsrisken. Någon driftstörningsfrekvens för händelser av detta slag finns inte redovisad i Sverige och berörs därför inte ytterligare i denna rapport.

3. Metodbeskrivning

Riskanalyser används i dag i kommunerna främst för beredskapsplanering men också i samband med planfrågor där kommunens räddningstjänst kan ställa krav på en riskanalys till exempel vid transport av farligt gods. En del handböcker och exempel har givits ut, som *Handbok i kommunal riskhantering* (Svenska kommunförbundet), *Handbok i kommunal riskanalys* (Räddningsverket 1989), *Handbok i riskanalys för kommunalteknik i fred, kris och krig* (ÖCB 1990) samt exempelsamlingen *Sex kommuners arbete med risker för hälsa och säkerhet* (Boverket 1992), se litteraturförteckningen. Den teoretiska riskforskningen och -litteraturen är för övrigt omfattande och gås inte igenom här.

Den riskanalys som genomförts i här beskrivet projekt behandlar enbart risker i fredstid. Den syftar till att öka kunskapen om kommunens avloppsledningsnät, att kvantifiera de fredstida risker som kan förknippas med systemet, och att ge ett fördjupat underlag för planering av åtgärder i systemet på kort och på lång sikt. Den arbetsgång som vi huvudsakligen har tillämpat och som vi vill rekommendera till användning också i andra kommuner, är följande:

1. Identifiera och strukturera systemet

Här avgränsas tillrinningsområdet och det tillhörande avloppsledningsnätet. Avrinningsområden för dagvatten kan ofta vara en bra indelning, om inte ledningsnätets faktiska struktur ger en annan indelningsgrund. Ledningsnätet med alla anordningar som brunnar, bräddavlopp, magasin etc. anges och beskrivs i en form som är lämplig för att kunna användas i en analys med en datormodell. Ytor som medverkar till avrinningen beskrivs. Lågt liggande områden där översvämningar kan riskeras kartläggs. Recipienterna beskrivs till läge, vattenföring och nivåer.

2. Händelseanalys

Identifiering av händelser i och utanför systemet som kan leda till

- Utsläpp till ytvattenrecipient
- Utsläpp till mark och grundvatten
- Översvämning på mark och i fastigheter

De ursprungliga primärhändelserna och de kedjor av händelser och kombinationer av händelser som kan uppkomma, kan på ett överskådligt sätt visas med hjälp av ett s.k. felträd. Med hjälp av erfarenhetsvärden och statistikuppgifter från den egna verksamheten, eller med värden hämtade från denna rapport, försöker man uppskatta hur ofta händelserna inträffar. Värdet av att insamla och bearbeta driftdata måste här understrykas.

För att kvantifiera topphändelserna utsläpp och översvämning är det nödvändigt att analysera ledningsnätet med en hydraulisk modell. Olika modeller finns på marknaden. I denna studie har MOUSE använts, vilken är den i dagsläget mest använda modellen i Sverige. Med MOUSE kan de flesta av de händelser som

identifierats som allvarliga simuleras. Effekterna till exempel i form av utsläppta volymer avloppsvatten i ett bräddavlopp, eller vilka källare som kommer att översvämmas vid en viss händelse, kan beräknas.

3. Konsekvensanalys

De identifierade händelserna ger upphov till olika konsekvenser, för i huvudsak fyra grupper:

- Den kommunala förvaltningen (VA-verket)
- Miljön
- Abonenterna
- Samhället i stort

Konsekvenserna, i första hand ekonomiska konsekvenser, för VA-verket i form av drift- och underhållskostnader är i regel kända, liksom kostnaderna för abonnenterna för källaröversvämningar. Skulle så inte vara fallet, finns vissa sifferuppgifter i denna rapport.

Konsekvenserna för miljön och för samhället har tidigare normalt inte tagits hänsyn till vid riskanalyser och åtgärdsplaner i kommunerna. Vi menar emellertid att detta är nödvändigt för att på lång sikt kunna göra de riktiga avvägningarna och insatserna. I rapporten finns uppgifter om hur miljökostnader och samhällskostnader kan beräknas.

4. Minskning av riskerna

Inom riskvetenskapen kallas detta för riskeliminering. Den kan ske genom att man minskar antingen en händelses sannolikhet eller konsekvenserna av händelsen. Man kan också minska händelsens varaktighet, till exempel genom att minska utrycknings- och reparationstiderna, och härigenom minska konsekvenserna.

Minskningen av riskerna planeras och struktureras i en *åtgärdsplan* för ledningsnätet. En åtgärdsplan omfattar åtgärder på kort sikt och på lång sikt, och bör inkludera alla de åtgärder som förvaltningen behöver genomföra. Vid de prioriteringar som måste göras, kan riskbedömningarna vara avgörande. Som vid alla riskelimineringar kommer man då att behöva ta ställning till om man i första hand vill eliminera en risk med hög frekvens men liten konsekvens (till exempel återkommande mindre bräddningar i en god recipient) eller en risk med låg frekvens men stor konsekvens (till exempel rörbrott i lågt liggande område under ett häftigt regn, med omfattande källaröversvämningar som följd). En grundstrategi är (se vidare *PRIVA II Åtgärdsplanering för kommunala va-ledningsnät (VAV 1991)*), att

- Ledningar eller delar av ledningsnätet där sannolikheten för allvarliga händelser bedöms vara stor, prioriteras högt i åtgärdsplanen och åtgärdas snarast

- Ledningar eller delar av ledningsnätet där en händelse skulle ge stora konsekvenser undersöks (till exempel TV-filmas) och läggs in i ett återkommande undersöknings- och bevakningsprogram.

Effekterna av de åtgärder som föreslås i åtgärdsplanen kan med stor fördel simuleras med MOUSE.

4. Händelseanalys för ett kommunalt avloppsnät

4.1 Identifiering av händelser som orsakar olägenheter

Ett kommunalt avloppsnät kan delas upp i följande delar:

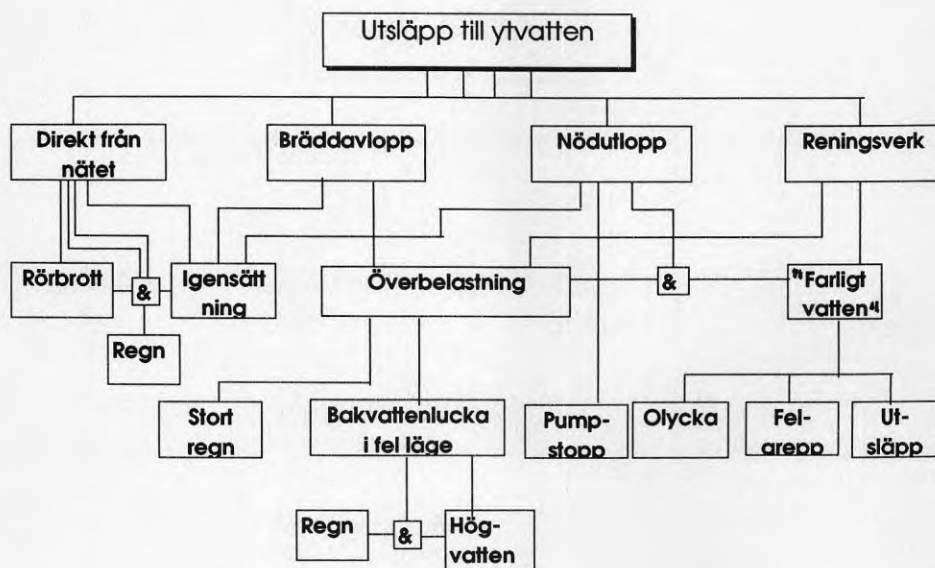
- Bostäder, verksamheter, industrier mm med sina respektive lokala avloppsnät.
- Gator, vägar, parker mm med sina anslutningar till det kommunala avloppsnätet.
- Ledningssystem för transport av avloppsvatten inklusive anläggningar för utjämning, pumpning, bräddning mm.
- Behandlingsanläggningar för rening av avloppsvatten inklusive utloppsanordningar till recipienten.

I dessa olika delar kan händelser identifieras, som ger upphov till olika allvarliga olägenheter. De topphändelser som är viktiga att arbeta med, och som har medtagits i denna rapport, är:

- Utsläpp till vatten och mark (störningar i recipienten)
- Översvämning (på mark eller i fastigheter)

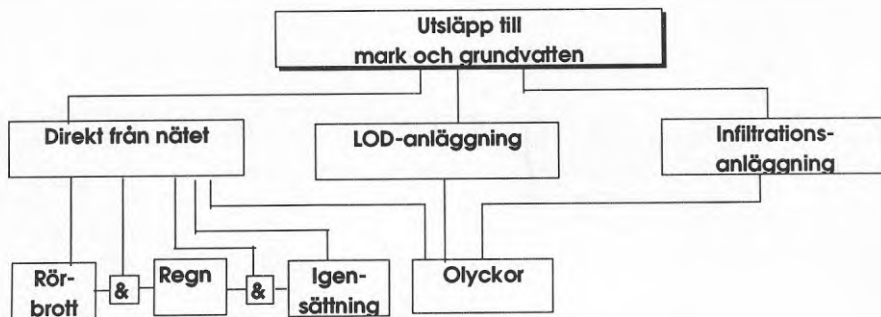
4.1.1 Utsläpp till vatten och mark

Miljöpåverkan från avloppssystemet uppstår när avloppsvatten släpps ut från rörnätet på grund av olika typer av störningar. Nedan visas felträdet för påverkan på vattenrecipienter.



Figur 4.1 Felträd för utsläpp till ytvattenrecipient

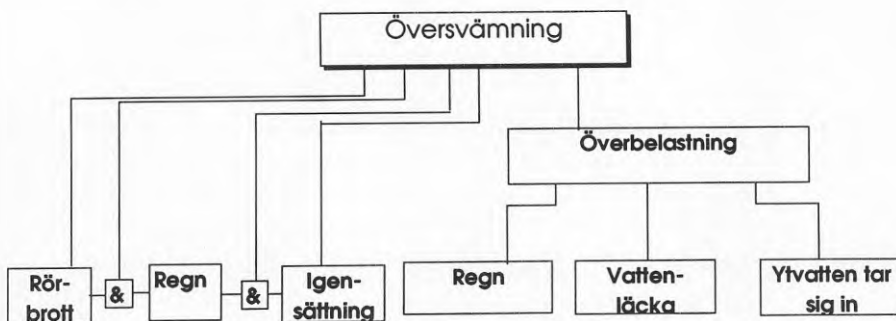
Påverkan kan ske genom direkta utsläpp från nätet, genom förutsedda bräddningar, via nödräddar och genom störningar av driften i reningsverk. Motsvarande resonemang kan göras för störningar på grund av utsläpp till markrecipienter. I figuren nedan visas felträdet för påverkan på markrecipienter.



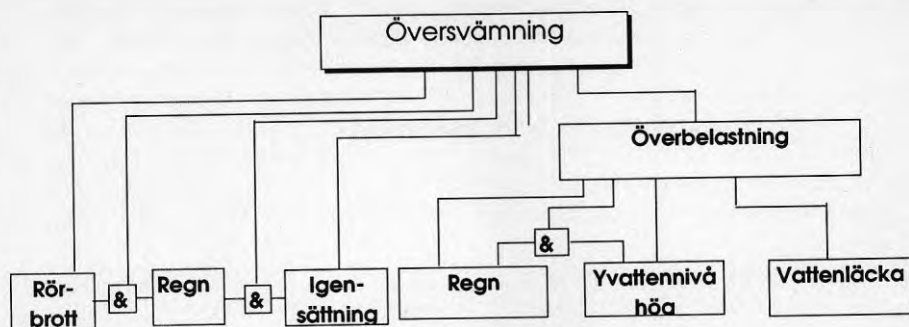
Figur 4.2 Felträd för utsläpp till mark och grundvatten

4.1.2 Översvämning

Översvämningar ger framförallt abonnenteffekter. Störningarnas konsekvenser beror på typ av ledningsnät. Spillvattennät och kombinerade nät ger en typ av effekter medan dagvattennät ger en annan. Nedan visas felträden för spillvatten och kombinerade nät resp dagvattennät.



Figur 4.3 Felträd för översvämning från spillvatten- och kombinerade nät



Figur 4.4 Felträd för översvämning från dagvattennät

4.2 Sannolikheter för olika händelser

4.2.1 Igensättning av rör eller anläggning

Det finns inte någon bra nationell statistik för driftstörningar i avloppsnet. Arbetet med att ta fram kostnader för drift och underhåll av va-anläggningar, DRIVA-projektet, inkluderar emellertid även frekvenser för driftstörningar på huvudavloppsledningar och servisavloppsledningar. Tabellen nedan kan användas för att uppskatta sannolikheten för driftavbrott på avloppsledningar. Siffrorna i tabellen kan användas för att få en allmän uppfattning om det sannolika antalet stopp på en given ledningssträcka. Orsaken till stoppen kan variera från att föremål kommit in i ledningen till att ledningen rasat ihop.

Tabell 4.1 Stopp i avloppsledningar för 6 svenska kommuner 1991 och 1992.

Kommun	Stopp huvudledningar antal/10 km, år		Stopp serviser Antal/1000 st, år	
	1991	1992	1991	1992
Mark	-	6,5	-	7
Jönköping	1,7	2,5	-	-
Linköping	2,1	1,2	-	5
Luleå	3,0	2,5	-	-
Skellefteå	6,2	7,0	-	-
Örebro	1,5	1,2	10	10

4.2.2 Överbelastning

Överbelastning av avloppsledningar sker om den dimensionerande belastningen överskrids eller om defekter hos ledningssystemet gör att den tillgängliga

kapaciteten reducerats. Överbelastningen innebär att det finns risk för översvämning från nätet, bräddning från bräddavlopp eller utsläpp från pumpstationer.

I de fall överbelastningen orsakas av att den dimensionerande belastningen överskrids blir frekvensen för överbelastningen densamma som frekvensen för dimensionerande belastning. En dagvattenledning dimensionerad för ett två-årsregn får alltså en överbelastningsfrekvens lika med 0,5. Om den dimensionerande belastningen inte är känd kan denna bestämmas med hjälp av en hydraulisk analys av nätet.

I de fall överbelastningen orsakas av att kapaciteten har reducerats måste det defekta ledningssystemets verkliga kapacitet utredas och bestämmas med en hydraulisk analys. Frekvensen för överbelastning blir då lika med frekvensen för det regn som motsvarar den verkliga kapaciteten för det defekta ledningssystemet.

4.2.3 Pumpstopp

Pumpstopp orsakas av en följd av faktorer alltifrån elavbrott till igensättning av pumpen. I detta sammanhang är endast stopp med tillräckligt lång varaktighet för att orsaka nödutlopp intressanta. I bilagorna 1 och 2 redogörs för uppföljningar av pumpstationer i Linköping, Luleå och Örnsköldsvik. Dessa uppföljning indikerar att det förekommer 0,5 - 1,5 fel per pumpstation och år som orsakar nödutsläpp från pumpstationen.

Frekvensen för pumpstopp som orsakar nödutsläpp kan om inget annat kan visas vara bättre antas till 0,5 - 1,5 gånger per pumpstation och år.

Om pumpstationen är kopplad till en central driftövervakning kan frekvensen för nödutsläppen minskas betydligt.

4.2.4 Felhantering

I begreppet felhantering ryms alla fel orsakade av rörnätspersonalen i samband med arbeten i avloppssystemet. Exempel kan vara feljusterade bräddavlopp, felaktigt avstängda pumpar, kvarglömda föremål, skador i samband med arbeten på andra ledningssystem. Det går inte att ge något generellt mått på frekvensen för denna typ av fel utan denna måste bestämmas utifrån de erfarenheter som finns för det aktuella fallet.

4.2.5 Osannolika händelser, olyckor

Osannolika händelser kännetecknas av att de inträffar så sällan att det inte går att bestämma frekvenser utifrån ett erfarenhetsmaterial. Det kan vara lastbilar med farligt gods som välter och därmed sänder lasten via avloppsnätet till reningsverket

som slås ut. En identifiering av att händelsen kan inträffa är det första kriteriet på att den ska tas med i analysen. Det mest rimliga är sedan att åsätta den en låg sannolikhet, förslagsvis 0,01.

5. Konsekvensanalys

5.1 Va-verkseffekter

5.1.1 Akut underhåll

Inom DRIVA-projektet (VAV 1992) har erfarenhetskostnader och nyckeltal tagits fram dels i form av genomsnittliga kostnader för olika åtgärder såväl av förebyggande som akut karaktär, dels i form av genomsnittliga DoU-kostnader per år och meter ledning, genomsnittligt antal läckor osv.

I detta sammanhang är det enbart kostnader för akut underhåll som kommer i fråga. Det vill säga va-förvaltningens direkta kostnader för att avhjälpa en akut skada eller ett akut stopp.

Förvaltarens kostnader för akut underhåll ökar för en nedsliten anläggning. För att upprätthålla driften måste akutåtgärder utföras. Ett val mellan förnyelse eller fortsatt drift med befintlig anläggning medför att risken för akuta driftstörningar måste beräknas. Effektkostnaden är en produkt av sannolikheten för en akut störning och reparationskostnaden.

Tabell 5.1 Kostnader för akuta driftavbrott (spolningar och stopp) på avloppsvattenledning 1992. Huvudledningar och servisledningar.

Kommun	kr/st
Linköping	3 500
Luleå	10 000
Örebro	1 250

Tabell 5.2 Föreslagna kostnader för akuta reparationer på avloppsledningar. Kostnader i 1993-års prisnivå.

	Huvudledningar	Servisledningar
Kostnad per reparation, kr/st	30 000	30 000

För längre sträckor eller en mer allmän bedömning av kostnaderna kan nedanstående tabeller användas, som anger kostnaderna per meter ledning.

Tabell 5.3 Drift- och underhållskostnader för avloppsledningsnät givna som kostnad per meter och år i löpande priser för 1991 och 1992

Ort	Drift		Akut underhåll		Förebygg. underhåll		Summa	
	kr/m,år		kr/m,år		kr/m,år		kr/m,år	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
Jönköping	0,71	2,14	1,97	1,36	1,06	1,88	3,74	5,38
Linköping	0,01	0,02	2,49	1,72	1,67	2,12	4,17	3,86
Luleå	1,69	1,72	2,20	2,43	1,88	1,43	5,77	5,58
Skellefteå	-	0,32	-	1,31	-	1,94	-	3,57
Örebro	0,96	0,91	0,85	0,83	2,27	1,84	4,08	3,58

Tabell 5.4 Föreslagna drift- och underhållskostnader för vattenledningsnät och avloppsledningsnät. Kostnader i kr per meter och år i 1993-års prisnivå.

Drift	Akut underhåll	Förebygg. underhåll	Summa
kr/m,år	kr/m,år	kr/m,år	kr/m,år
1,00	2,00	2,00	5,00

5.2 Miljö-effekter

5.2.1 Allmänt

Målet för kommunernas miljöarbete när det gäller vatten- och avloppssystemen är att minimera påverkan från avloppsvatten och slam på omgivningen. För att uppnå målet har kommunerna successivt under de senaste 40 åren dels skilt dagvatten från övrigt avloppsvatten dels byggt ut reningsverken med biologisk och kemisk rening. Det senaste tillskottet är kväverening för större kommuner i kustnära områden.

Avloppssystemen i många kommuner har blivit mycket omfattande huvudsakligen beroende på de ökande kraven på reningsverkens driftsäkerhet och effektivitet. Små reningsverk har lagts ner och byggts om till pumpstationer, som pumpar avloppsvattnet till det centrala reningsverket. För att motsvara de höga krav som ställs på driftsäkerhet och effektivitet måste i framtiden även ledningsnäten samverka med reningsverken och vice versa. I VAVs SAMOVAR-skrift från 1991 (VAV 1991) föreslås metoder för att uppnå denna samverkan.

5.2.2 Bräddningar

Orenat avloppsvatten bräddar i samband med regn till sjö, å, bäck, dike eller dagvattenledning. Driftstopp i pumpstationer ger i princip samma effekter men med ett mer koncentrerat avloppsvatten. Bräddvattnet innehåller bakterier, näringsämnen som fosfor och kväve, organiskt material, tungmetaller och även större synliga föroreningar som kondomer, bindor, fekalier mm. Bräddvattnet utgör förutom att det föroreningsmässigt belastar vattendraget ett estetiskt problem.

Vattendrag	Beroende på typ av vattendrag blir olika föroreningar betydelsefulla. Åar, diken och mindre vattensamlingar har låg vattenomsättning vilket i första hand medför risk för syrebrist och luktproblem. Sjöar, hav och större rinnande vattendrag får i första hand en allmän påverkan av näringsämnen, organiskt material och tungmetaller.
Vattentäkter	I första hand risk för förorening med giftiga ämnen. Den allmänna påverkan som sker bedöms inte vara något problem om vattnet genomgår normal rening. För enskilda vattentäkter kan även finnas risk för bakteriell påverkan.
Badande	Dels risker för bakteriell förorening av badvattnet dels estetiska effekter. Det inbjuder inte till bad om vattnet innehåller synliga spår av avloppsvatten.
Allmänheten	Synliga spår av avloppsvatten eller avloppslukt påverkar förbipasserande negativt. Ett promenadstråk förlorar i värde om bräddningar är ofta förekommande. Speciellt om vattenföringen är liten så att spåren inte sköljs bort under bräddtillfället.

Alltsedan duplikatsystem började byggas i Sverige har målet varit att eliminera bräddavloppen. De har dock blivit kvar framförallt i de äldre avloppsnäten i städernas centrala delar. I valet mellan två onda saker, bräddning och översvämning, väljer man att tillåta bräddning för att undvika översvämning. Ambitionen är dock att lokalisera bräddavloppen till platser där de gör så liten skada som möjligt och att minska antalet bräddpunkter.

De krav som ställs idag kommer från de miljövårdande myndigheterna och kraven relateras i regel till bräddfrekvenser. Det förekommer, även om det inte är vanligt, att någon form av grovrening krävs för bräddvattnet. När det gäller nödutlopp från

pumpstationer finns inga generella krav, men lokalt har beslut fattats om att kräva reservkraft för att undvika bräddning till känsliga recipienter.

Kvantifieringen av bräddningar är inget stort problem. Med hjälp av beräkningsmodeller som MOUSE är det möjligt att bestämma både frekvens och volym för bräddningar.

Nödbräddningar för pumpstationer är svårare att kvantifiera såvida dessa inte beror på överbelastningar av nätet. I detta fall beräknas det på samma sätt som för vanliga bräddningar. Nödbräddning på grund av pumpstopp måste beräknas utifrån sannolikheter för pumpstationshaverier. Erfarenhetstal finns rimligen hos kommunerna för en sådan bedömning. I de fall en central driftövervakning finns med larm för bland annat hög nivå tillsammans med normal uppföljning av driftstörningarna, är det möjligt att med en relativt hög säkerhet ange bräddtider och -volym.

Värderingen måste bli beroende på vilken typ av vattendrag det är fråga om och hur det används. Effektkostnaden kan beräknas utifrån den volym som bräddas eller den mängd av en specifik förorening som bräddas och en kostnad per volym eller massa. Den senare görs beroende av både recipientens användning och dess typ. En fast effektkostnad kan också vara motiverad för varje händelse, till exempel för de estetiska effekterna.

Kvantifieringen sker genom att bräddningen bestäms till volym för regn med olika frekvenser. Ett regn med frekvensen 1,0 återkommer i genomsnitt 1 gång per år. Frekvensen 0,2 innebär att regnet återkommer 1 gång vart 5:e år och om frekvensen är 5, förekommer regnet i genomsnitt 5 gånger per år.

En MOUSE-modell upprättas för det aktuella avrinningsområdet. Modellen genomräknas antingen med en flerårig kontinuerlig regnserie eller med modellregn med kända frekvenser (återkomsttider). Vart och ett av regnen som förorsakar bräddning måste vara kopplade till en frekvens. Modellen ger bräddvolymen för varje regntillfälle. Volymerna summeras och kan sedan plottas in i ett diagram med ackumulerad bräddvolym på y-axeln och frekvens på x-axeln.

Tabell 5.5 Kostnadsbedömning för recipientpåverkan från bräddning.

Recipient	Kostnad kr/m ³
Dålig vattenomsättning (åar, bäckar)	100
God vattenomsättning (sjöar, älvar)	50

Tabell 5.6 Kostnadsbedömning för påverkan vid badplatser och på allmänheten vid promenadstråk och liknande från bräddning.

Plats	kr/tillfälle
Allmänheten, ej känsligt läge	1000
Allmänheten, känsligt läge	10000
Badplats	20000

Detta innebär att effektkostnaden för bräddning består av dels en kostnad som härrör från föroreningspåverkan, dels en kostnad som härrör från estetisk påverkan.

5.2.3 Avloppsreningsverk

Händelser i ledningsnätet kan påverka reningsverket genom höga eller ojämbna flöden eller genom olämplig sammansättning hos avloppsvattnet, se Figur 4.1. Reningsverkets funktion kan därvid nedsättas, och betydande och långvariga utsläpp kan bli följden. Det är möjligt att göra en riskanalys också för reningsverk, vilket emellertid ej har ingått i föreliggande studie.

5.3 Abonment-effekter

5.3.1 Källaröversvämningar

Framst är det den enskilde fastighetsägaren som drabbas av kostnader för förstörd egendom och skador på byggnad. De boende drabbas också av kostnader för förstörd egendom. Dessutom drabbas de boende av obehaget att få sin egendom nedsmutsad med avloppsvatten.

En del av de kostnader som uppstår ersätts av olika försäkringar. Försäkringsbolagen kräver dock ofta ersättning av kommunerna för sina utlägg. I sista hand drabbas således även den kommunala förvaltningen av kostnader för källaröversvämningar.

Enskilda fastighetsägare drabbas dels genom att det som förvaras eller är installerat i källaren förstörs dels genom det obehag det innebär att få in orenat avloppsvatten i sin källare. På senare tid har dessutom utrustningsstandarden i källare blivit högre. Inte sällan är källare inredda till boningsrum. Kostnaden för att sanera en källare efter en översvämning har således ökat betydligt. I den mån dräneringar påverkas vid en översvämning kan också byggnadsskador uppstå eller fuktskador som senare ger upphov till mögelangrepp.

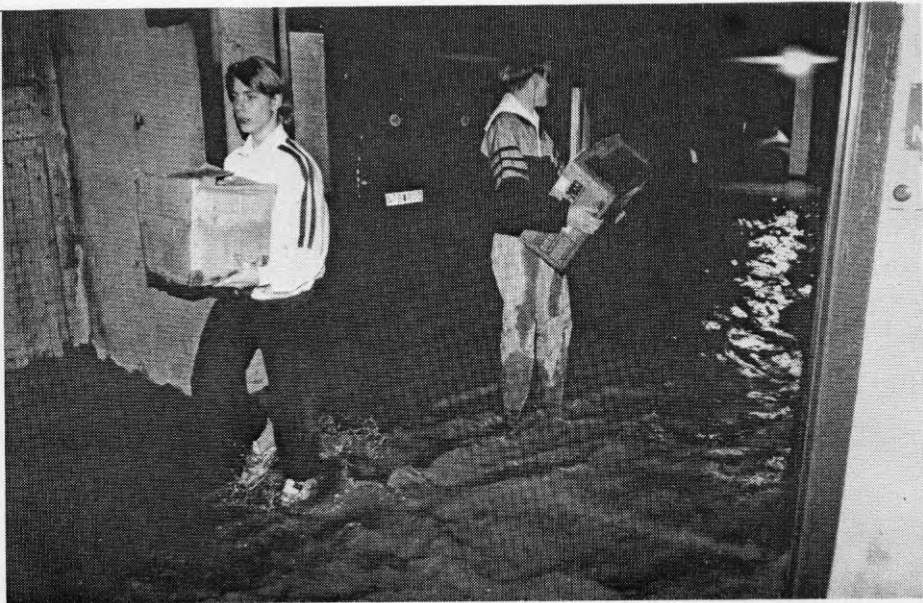
Den praxis som utbildats under lång tid, när det gäller källaröversvämningar, kom att ändras i början av 1980-talet. Fram till denna tidpunkt prövades källaröversvämningar mot VAV P28, som gäller som praxis vid dimensionering av avloppsledningar. Enligt denna varierar risken för källaröversvämning mellan 1 gång per år och 1 gång per 10 år. Sedan kommuner vid ett flertal tillfällen ålagt

att betala skadestånd till drabbade fastighetsägare, trots att man dimensionerat enligt P28, har praxis ändrats. Idag är praxis snarare att källaröversvämningar inte ska behöva inträffa oftare än 1 gång per 10 år. Jfr också avsnitt 2.2.

Kostnader för källaröversvämningar består av dels en direkt skadekostnad för skador på inredning och byggnaden, dels en kostnad för det besvär och obehag det innebär att få sin källare översvämmad med avloppsvatten. Den direkta skadekostnaden kan uppskattas från försäkringsskadestatistik medan den senare är svårare att uppskatta. Dock är det så att kombinerat avloppsvatten eller spillvatten bör innebära en högre ersättning.

Genom att studera vidtagna åtgärder och den värdering dessa medvetet eller omedvetet inneburit kan en rimlig kostnad per översvämningstillfälle skattas.

När det gäller kvantifieringen av det sannolika antalet översvämmade källare måste man utgå från en hydraulisk beräkning för den ledningssträcka det gäller. Statistik över inträffade händelser är naturligtvis också brukbar, men när det gäller förhållandena efter en åtgärd, måste beräkningar anses som det mest tillförlitliga.



Figur 5.1 och 5.2 Översvämning i ett garage i Linköping.

Tabell 5.7 Kostnad per översvämmad källare och skadetillfälle i 1991-års prisnivå.

Typ av vatten	Kostnad per gång kr
Spillvatten/kombinerat	100 000
Dagvatten	50 000

Kostnaden för att sanera en källare varierar normalt mellan 50 000 kr och 200 000 kr. Vi ansätter som ett förslag ovanstående värden. I dessa kostnader inkluderas skador på egendom och det obehag det innebär att få sin källare nedsmutsad med avloppsvatten.

Det är inte alltid det inträffar skador på byggnaden i samband med källaröversvämmningar och det kan vara svårt att kvantifiera risken för att det ska inträffa. Vi föreslår ingen extra kostnad för detta på grund av svårigheten att bestämma om det kommer att inträffa eller inte.

5.3.2 Driftstörningar, driftavbrott

Frageställningen gäller driftstörningar och driftavbrott i avloppsförsörjningen och de problem som enskilda människor, företag osv därvid kan drabbas av.

Ett förhållningssätt vid kostnadsberäkningar är följande:

- driftavbrott som drabbar mindre än 200 personer värderas ej
- för driftavbrott som berör fler personer antas en kostnad baserad på det pris genomsnittspersonen är beredd att betala för att undvika problemet med ett driftavbrott

Mest intressant kan det vara i samband med frågeställningar, där konsekvenserna av driftstörningar är stora och kanske övervägda förbättringsinsatser kostsamma. Här måste sannolikhetsbedömningar av att driftstörningar inträffar göras. En framkomlig väg i detta sammanhang är att studera en verklig situation och söka arbeta igenom och tillämpa kalkylmodellen för ett sådant tillämpningsexempel.

Undersökningar bl a av SCB har för ett antal kommuner visat att driftavbrott i avloppsförsörjningen kortare än 2 timmar inte upplevs som besvärande. Långa driftavbrott är naturligtvis mycket besvärande, men den normala insatstiden för en reparationsåtgärd är alltid kortare än ett dygn. Det är således rimligt att endast kalkylera med avbrottsstider mellan 2 timmar och ett dygn.

Värderingen av kostnaden för det besvär driftavbrottet innebär att man måste utgå ifrån betalningsviljan hos dem som drabbas för att slippa avbrottet. Här finns det inte mycket att hämta i form av erfarenhetsvärden. En första ansats kan vara 50 kr hushåll för att slippa ett driftavbrott på mer än 2 timmar. Även driftavbrott som

drabbar få personer bör åsättas en kostnad.

Med driftavbrott menas här avbrott längre än 2 timmar och kortare än ett dygn. Hur många personer som drabbas, uppskattas utifrån sträckans betydelse i ledningssystemet. I de fall speciella abonnenter drabbas såsom sjukhus, vissa industrier etc samt om det drabbade antalet personer överstiger 1 000, måste en särskild utredning om kostnaderna göras.

Tabell 5.8 Uppskattade abonnentkostnader vid driftavbrott.

Antal drabbade av driftavbrott	Kostnad per avbrottsfall kr
< 200	10 000
200 - 1 000	50 000
> 1 000	Särskild utredning

5.4 Samhällseffekter

5.4.1 Allmänt

Kostnaderna för driftstörningar drabbar va-kollektivet eller, vilket i stort är samma sak, allmänheten. Allmänheten drabbas också av de störningar som åtgärdandet av driftstörningen innebär. Det bör vara en utgångspunkt (vilket också anförs i PRIVA-strategin) att hänsyn skall tas även till dessa olägenheter vid riskbedömningar och bedömningar av åtgärdsalternativ.

Utgångspunkten bör vara en samhällsekonomisk syn och inte enbart en va-förvaltningssyn. Det är sannolikt att samhällsaspekterna kommer att ges en allt större vikt. Att notera i sammanhanget är att va-ledningarna i stor utsträckning ligger i gator, vilka är väghållarens "egendom".

De huvudsakliga formerna för samhällsstörningar är:

- trafikstörningar och omledningar av trafiken
- handelsförluster och minskad tillgänglighet till affärer mm
- buller, smuts och andra olägenheter för boende

I den följande genomgången av effekterna kommer redovisningen att ske med utgångspunkt från vilka som drabbas av samhällseffekterna.

- Trafik
- Boende
- Handel, verksamheter

Trafik: Trafiken kan påverkas av va-åtgärder genom att framkomligheten försämras eller helt omöjliggörs på en gata. Trafiken kan behöva ledas

omvägar. Härigenom kan restiden och körlängden öka. Ökade miljöförstöringar kan uppstå genom att trafiken leds på mindre lämpliga gator, trafiksäkerheten försämras osv.

De som påverkas av effekterna i form av störningar i trafiken är bilisterna och transportföretag.

Boende: Boende kan påverkas av en va-åtgärd genom svårigheter att med bil ta sig till sin bostad. Boende har också olägenheter av att gator under lång tid står uppgrävda med åtföljande smuts och buller. Transporter till fastigheter försvåras. Boende kan få problem med ökade störningar från trafiken (buller, avgaser).

Handel: Här påverkar uppgrävda gator i centrum möjligheterna att bekvämt ta sig till en butik eller ett kontor. Besökande, kunder och varuleverantörer får försämrad tillgänglighet under byggtiden. Finns det alternativa åtgärder som ej påverkar i lika hög grad bör kalkyler göras för dessa.

5.4.2 Trafik

Kostnader för trafikstörningar kan bli betydande.

Huvudfaktorerna som påverkar va-åtgärdens effekt på trafiken är:

- trafikmängden som berörs
- graden av uppgrävning av gatan
- möjligheterna till att ordna förbifarter
- varaktigheten av arbetet

Inom vägsidan finns metodik utarbetad för hur kvantifiering och värdering kan ske avseende restidskostnader fordonskostnader, miljökostnader, trafiksäkerhetskostnader mm. Att i varje enskilt va-objekt genomföra en sådan komplett analys förefaller omständligt. Däremot kan det vid stora ingrepp eller i specialfall där ändrade trafikföringar måste vara under lång tid vara motiverat med en ingående analys. I sådana fall bör hjälp hämtas från trafikingenjör.

I normala situationer bör en enklare kvantifiering göras av den påverkan som sker. Ett förslag härtill är enligt följande:

A. *Hela gatan uppgrävd* (dvs gatan avstängd för trafik under viss tid).

Kostnad per bilpassage:	K kronor/bilpassage
Övriga variabler:	Arbetets varaktighet = T dygn
	Trafikmängd = B bilar/dygn
Effektkostnaden:	$K \times T \times B$ kronor

B. *Halva gatan uppgrävd* (med åtföljande trafikinskränkningar och framkomlighetsnedsättning mm).

Kostnad per bilpassage antages.
Effektkostnaden framräknas på motsvarande sätt.

C. *Punktvisa ingrepp*

Kostnad per bilpassage antages.
Effektkostnaden framräknas på motsvarande sätt.

5.4.3 Boende, rörelseidkare, handel mm

Värdering av de negativa effekter som drabbar verksamheter till följd av att ett vararbete pågår i gatan är utomordentligt svårt. Likväl synes det riktigt att ta hänsyn till dessa effekter. I många fall finns alternativ som innebär mindre störningar och därmed mindre kostnader. Det klassiska exemplet är renovering istället för uppgrävning och byte av ledning. Men också åtgärder för att förbättra hydrauliska förhållanden t ex minska bräddningar eller översvämningar kan ske på alternativa sätt som innebär olika påverkan ur här aktuella aspekter.

Underlag för att mer detaljerat skapa beräkningsgrunder saknas. Bedömningar kan således behöva göras subjektivt. Likväl vill vi i det följande göra en enkel ansats till beräkningsgrund.

En samhällsvärdering bör vara kopplad till dels storleken och dels tidsomfattningen av de besvär som åsamkas omgivande verksamheter och boende. Följande ansats kan göras.

A. *Hela gatan uppgrävd*

Kostnad per dag och mängdenhet (antal butiker, antal boende osv)

T ex: I en centrumgata
 Antal berörda enheter (butiker): X st
 Arbetets varaktighet: T dygn
 Kostnad per enhet och dag: K kronor

Effektkostnad: $X \times T \times K$ kronor

B. *Halva gatan uppgrävd*

Kostnad på motsvarande sätt.

C. *Punktvisa uppgrävningar*

Kostnad på motsvarande sätt.

Att få fram riktiga kostnadsbedömningar kring detta är inte helt enkelt. I många fall kan subjektiva bedömningar behöva göras. I det följande ställs emellertid en första värderingstabell samman.

Tabell 5.9 Kostnadsbedömningar för samhällseffekter

Trafik	Värdering per bilpassage
Hela gatan uppgrävd	I långvariga och omfattande arbeten där omledning av trafiken erfordras bör beräkning enligt vägverkets metodik genomföras. I andra fall: 1-2 kr/bilpassage
Halva gatan uppgrävd	0,50-1,00 kr/bilpassage
Punktvisa uppgrävningar	bortses ifrån

Boende	Värdering per boende
Hela gatan uppgrävd	50-100 kr/mån
Halva gatan uppgrävd	0-50 kr/mån
Punktvisa uppgrävningar	-

Verksamheter	Värdering per butik, företag
Hela gatan uppgrävd	1 000-5 000 kr/mån
Halva gatan uppgrävd	0-2 000 kr/mån
Punktvisa uppgrävningar	-

6. Minskning av riskerna

Riskerna kan minskas genom att frekvensen eller sannolikheten för en händelse minskas, eller genom att konsekvensen av händelsen minskas. Vi har här också en tredje variabel - händelsens varaktighet.

6.1 Minskning av händelsens sannolikhet

I felträden i avsnitt 4 har identifierats ett antal topphändelser (*Utsläpp* och *Översvämning*) som är föranledda av ett antal primärhändelser. Det är i första hand sannolikheterna för dessa primärhändelser, eller kombinationer av primärhändelser, som det är intressant att minska.

Primärhändelserna *igensättning* i ledning, *bakvattenlucka* som ej stänger samt *pumpstopp* är händelser vars sannolikhet går att minska genom den ordinarie driften och underhållet. Rutiner för förebyggande underhåll och kontroll bör ses över eller införas, om sådana ej finns. Varje va-förvaltning har här egna rutiner och gör egna avvägningar av intervall och resursinsatser.

Primärhändelserna *rörbrott*, *vattenläcka* och i viss mån *igensättning* är händelser som är betingade av ett dåligt, felaktigt byggt, gammalt eller dåligt underhållet ledningsnät. Åtgärder för att minska dessa sannolikheter är förnyelse av ledningsnätet genom omläggning eller renovering, samt kvalitetssäkring i samband med nyanläggning. I regel sker detta inom ramen för en saneringsplan eller förnyelseplan för ledningsnätet. Förnyelsetakten är i de flesta kommuner fortfarande för låg.

Primärhändelserna *stort regn*, *högt vattenstånd* och *yvatten tar sig in* är händelser givna av naturen och kan inte förändras inom ramen för en va-förvaltnings verksamhet. Händelsernas inverkan på samhället och ledningsnätet kan påverkas genom dimensionering av ledningar, byggande av utjämningsmagasin och bräddavlopp (som då ger nya sekundärhändelser!), driftstrategier som till exempel RTC (realtidsstyrning av ledningssystem) samt i fallen högt vattenstånd och yvatten tar sig in genom regleringar i vattendraget, skyddsvallar etc. Dessa åtgärder är i regel kostnadskrävande, men kan naturligtvis visa sig vara kostnadseffektiva.

Sannolikheten för primärhändelsen *felgrepp* minskas genom utbildning och träning av personalen, samt genom genomtänkta driftrutiner. Felgrepp av personer utanför va-förvaltningen, till exempel under anläggningsarbeten i annat tekniskt system, motverkas från va-förvaltningens sida i första hand genom information till andra förvaltningar om va-ledningars läge etc.

Primärhändelsen *olycka* har en sannolikhet som är helt och hållet beroende av de lokala förhållandena. Olyckor inom va-förvaltningens ansvarsområde åtgärdas genom driftrutiner och utbildning som för händelsen felgrepp. Andra olyckor utanför va-systemet, som till exempel olyckor under transporter av farligt gods,

kan inte förutses generellt. En riskanalys för händelser utanför va-systemen skulle kunna ge ökad information och insikt.

Med primärhändelsen *utsläpp* avses utsläpp av farligt vatten från industri eller andra verksamheter eller hushåll. Sannolikheterna för sådana händelser kan minskas genom information till va-systemets brukare. Information till hushållen om vad som är olämpligt att tillföra avloppssystemet sker nu i flera kommuner. För industrin finns gränsvärden angivna för sammansättningen av det avloppsvatten som förs till kommunens ledningsnät. Många kommuner har också personal avdelad för kontroll av industriavloppen.

Sannolikheterna för vissa händelser, som i felträden står angivna som sekundärhändelser, kan också minskas direkt. Särskilt gäller detta *bräddning*, där skiborden kan ställas högre så att bräddning sker mindre ofta. Ofta är inställningen tämligen godtycklig. Man eftersträvar normalt att bräddning skall ske när tillrinningen till bräddavloppet är fyra gånger så stor som torrväderstillrinningen, dvs att en del obehandlat spillvatten bräddas tillsammans med tre delar dagvatten. Inställningen är emellertid svår att beräkna och kontrollera, och många gånger svår också att utföra. I vissa kommuner har man börjat anlägga särskilda utjämningsmagasin efter bräddavloppet. Från dessa förs efter regnet det bräddade vattnet till reningsverket. Utjämningsmagasinen har naturligtvis också ett bräddavlopp, eller nödavlopp, men frekvenserna för dessa bräddningar är normalt låg.

6.2 Minskning av konsekvenserna av en händelse

Här betraktas tophändelserna *utsläpp* och *översvämning*.

Konsekvenserna av *utsläpp till ytvatten* kan vara olika allvarliga, beroende på vattenföring, vattendragets användning etc. Allvarligast är i regel utsläpp under sommaren när vattenföringen är låg, särskilt om vattnet används som badplats. Bakterier är då normalt en parameter vars gränsvärden överskrids. En skyddsåtgärd kan vara ökning av minivattenföringen i vattendraget, om detta är möjligt. En möjlighet skulle kunna vara att, om vattendraget är reglerat, öka vattenföringen temporärt vid stora regn då bräddning riskeras. Vid vissa badplatser och/eller bräddavlopp kan också finnas möjligheter att med skärmar styra undan bräddvattnet så att det inte når badplatsen. En annan åtgärd kan vara desinfektion vid bräddavloppen. Bräddavloppen skulle kunna vara förberedda för montering av mobila klor- eller UV-enheter vid risk för stora bräddningar.

Bräddvattnets innehåll av andra ämnen än bakterier, som växtnäringssämnen och tungmetaller, är i regel av mindre betydelse jämfört med utsläppen från reningsverket och med vattendragets sammansättning under torrväder. Detta varierar naturligtvis från plats till plats. Bräddvattnets innehåll av syreförbrukande ämnen kan vid stora utsläpp och låg vattenföring orsaka problem. Fiskdöd i samband med bräddningar har förekommit.

Konsekvenserna av bräddning kan också minskas genom rening av bräddvattnet. I Sverige har på två ställen - Stockholm och Jönköping - byggts så kallade cyklonavskiljare eller virvelbräddavlopp. Dessa är helt mekaniska, och avskiljer partiklar. De kan i princip dimensioneras så att godtyckligt små partiklar avskiljes.

Erfarenheterna är emellertid mindre goda, då avskiljningsgraden inte blivit den önskade. Där så är möjligt, kan man också behandla det bräddade vattnet i en våtmark. Så vitt känt, har ännu inga våtmarker byggts i detta syfte.

Utsläpp till ytvatten kan också ske på annat sätt än genom bräddning, se Figur 4.1. Det är i allmänhet svårt att i förebyggande syfte minska konsekvenserna av sådana infrekventa utsläpp. Däremot bör hos räddningstjänsten i kommunen finnas beredskap för att åtgärda själva utsläppen när de väl har hänt. Det kan gälla oljelänsor, kemikalier, pumpputrustningar, personal och transportfordon.

Särskilt utsatta ledningar, ledningar som är svåra att övervaka samt ledningar som går i känsliga omgivningar kan förses med skyddsanordningar. Exempel kan vara tryckkännare eller flödesmätare på tryckledningar som hävertar eller sjöledning. I de fall pumpning sker i flera steg, är det möjligt att kontrollera pumpade mängder och eventuella ledningsbrott med hjälp av de övervakningssystem som nu finns på marknaden.

Utsläpp till *mark och grundvatten* sker genom rörbrott, igensättning eller olyckor. Konsekvenserna av ett sådant utsläpp kan bli stora, om avloppsvattnet har en skadlig sammansättning och mark- eller grundvattenrecipienten är känslig. I allmänhet är det emellertid fråga om mindre utsläpp i stadsmiljö, där marken och grundvattnet redan är förorenade. Utsläpp under lång tid, till exempel från läckande avloppsledningar, betraktas inte som risk utan som ett " normalt " drifförhållande, och berörs inte av denna riskstudie.

Där man har särskilt känsliga omgivningar, eller särskilt stor risk för rörbrott eller olyckor, kan skyddsanordningar installeras. Det kan då handla om skyddsror för ledningar, tätklackar i ledningsgravar och övervakningsanordningar, till exempel tryckkännare eller flödesmätare på tryckavloppsledningar.

Räddningstjänsten bör ha beredskap för att åtgärda allvarliga avloppsutsläpp till mark eller grundvatten.

Konsekvenserna av *översvämningar* kan bli omfattande och kostsamma. Översvämningarna kan drabba fastighetsägare och allmänna områden. För att minska konsekvenserna för fastighetsägarna av källaröversvämningar, har många va-förvaltningar givit ut råd om hur fastighetsägarna själva kan skydda sig. Ofta råds då dessa att i områden där källaröversvämningar kan befaras låta installera avstängningsventiler eller backventiler i källare och garagedrifter, att inte inreda källarna på ett känsligt eller dyrbart sätt, samt att inte förvara dyrbarheter i källaren. Ersättningsfrågorna för drabbade fastighetsägare har tidigare varit en tvistefråga mellan fastighetsägaren, va-förvaltningen och försäkringsbolaget. Under senare år har va-förvaltningarna dock, med stöd av några utslag i VA-nämnden, tagit på sig ett större ansvar. Detta gäller översvämning från spillvattennätet. Skulle översvämningen bero på inträngande dagvatten eller annat ytvatten, faller detta i regel utanför va-förvaltningens ansvar, såvida inte kan visas att det föreligger brister i systemet eller i driften och underhållet av detsamma.

Översvämningar på allmänna områden kan ge konsekvenser framförallt för trafiken. Trafikomläggningar och den åtföljande ökningen av körlängder och körtider kan beräkningsmässigt medföra höga kostnader (Gustafsson och Malmqvist 1987, Gustafsson och Svensson 1992). Det är dock sällan som anspråk

RISK FÖR ÖVERSVÄMNING



Förra sommaren inträffade ett flertal källaröversvämningar i samband med häftigt regn.

Vattnet trängde bakvägen in i källarna genom avloppen på grund av att ledningsnätet blivit överbelastat.

I vissa fall rann ytvattnet direkt in i fastigheterna via garagenedfarter, källartrappor, källarfönster eller trängde genom källarväggarna.

Trots att vi successivt utför förstärkningsåtgärder på ledningsnätet finns risk att översvämningar kan inträffa även i sommar.

Gardera er mot vattenskador!

- Skador i samband med översvämningar regleras i första hand genom egna försäkringar.
- Tekniska Verken rekommenderar därför fastighetsägarna att gå igenom sina försäkringar och eventuellt komplettera försäkringsskyddet med s k allriskförsäkring. Premier och villkor i övrigt varierar mellan de olika försäkringsbolagen. Vissa översvämningsskador kan vara undantagna i försäkringsvillkoren.
- Kontrollera att golvbrunnar med avstängningsventil, s k fixbrunnar, fungerar.
- Källargolv bör inte användas för sådana saker man är rädd om. Använd hyllor eller bänkar.

Vatten- och Renhållningsverket
Ledningsnätsavdelningen



TEKNISKA VERKEN

Tekniska Verken i Linköping AB
Box 341, 581 03 Linköping
Telefon 013-20 80 00

Figur 5.1. Annons till allmänheten från Tekniska Verken i Linköping

reses mot va-förvaltningen eller annan att täcka dessa kostnader. Dessa konsekvenser kan minskas på planeringsstadiet, genom att man genomför beräkningar av vattnets transportvägar i händelse av marköversvämning. Detta gäller särskilt för instängda områden, dvs områden varifrån vattnet har få eller inga möjligheter att fritt rinna ut. Det kan då finnas möjligheter att förutse och iordningsställa särskilda transportvägar för vattnet, till exempel på vissa gator där lutning och kantstenar mm ordnas för detta ändamål.

Översvämningar kan också uppstå på grund av att en anläggning eller anordning i avloppssystemet sätter igen eller på annat sätt blockeras. Framförallt gäller detta pumpstationer, i regel försedda med nödavlopp eller bräddavlopp i uppströms liggande brunn. En sammanställning om sannolikheterna för och orsakerna till pumpstopp i Linköping, Luleå och Örnsköldsvik finns i Bilagorna 1 och 2.

Andra anläggningar som kan sätta igen eller blockeras är till exempel LOD-anläggningar. Driftuppföljningar har gjorts vid tre tillfällen (Lindvall 1981, Stenmark 1991, Jansson 1993) men man har inte funnit exempel på LOD-anläggningar som orsakat översvämningar. Oftast har också sådana anläggningar ett bräddavlopp antingen i magasinet eller i omedelbar anslutning.

6.3 Minskning av en händelses varaktighet

Risken för en händelse anges av sannolikheten (eller frekvensen) för händelsen och konsekvensen av händelsen. Konsekvensens storlek bestäms bland annat av händelsens varaktighet, vilket är intressant när det gäller åtgärder för att minska konsekvensen. Varaktigheten av ett utsläpp eller en översvämning (som inte beror på ett häftigt regn) kan minskas genom att akutåtgärder sätts in och genom att man har en hög reparationsberedskap. Akutåtgärderna kan vara pumpning, avstängning och röjning, men kan också innebära insättning av reservkraftverk. Behovet av reservel måste vara klarlagt. Uppställning och skötsel av reservkraftverk är en viktig beredskapsfråga såväl i fred som i krig. Reparationsberedskapen består av lämplig jourtjänstgöring samt beredskapslager av reservdelar, fordon mm.

Anläggningar i avloppssystemet bör vara försedda med larmanordningar som varnar för till exempel bortfall av en pump. Larmen kan, särskilt vid avsides liggande anläggningar, med fördel sändas exempelvis över telenätet till en central där det finns passning. Det finns också möjligheter att ordna fjärrstyrning, till exempel återstart av en pump. Kostnaderna för fjärrkontroll och fjärrstyrning kan ofta snabbt sparas in genom ett minskat resande, minskad övertid osv.

Särskild uppmärksamhet kan behöva riktas mot de realtidssystem som nu införs eller utreds i de större städerna. Syftet med ett realtidssystem är att bättre utnyttja ett befintligt avloppssystem så att bräddningarna minskar. Samtidigt blir då marginalerna mindre, och sannolikheterna för källaröversvämningar kan öka. Om styrsystemet skulle falla genom till exempel elbortfall, bör avloppssystemet vara så byggt, att översvämningar inte uppstår.

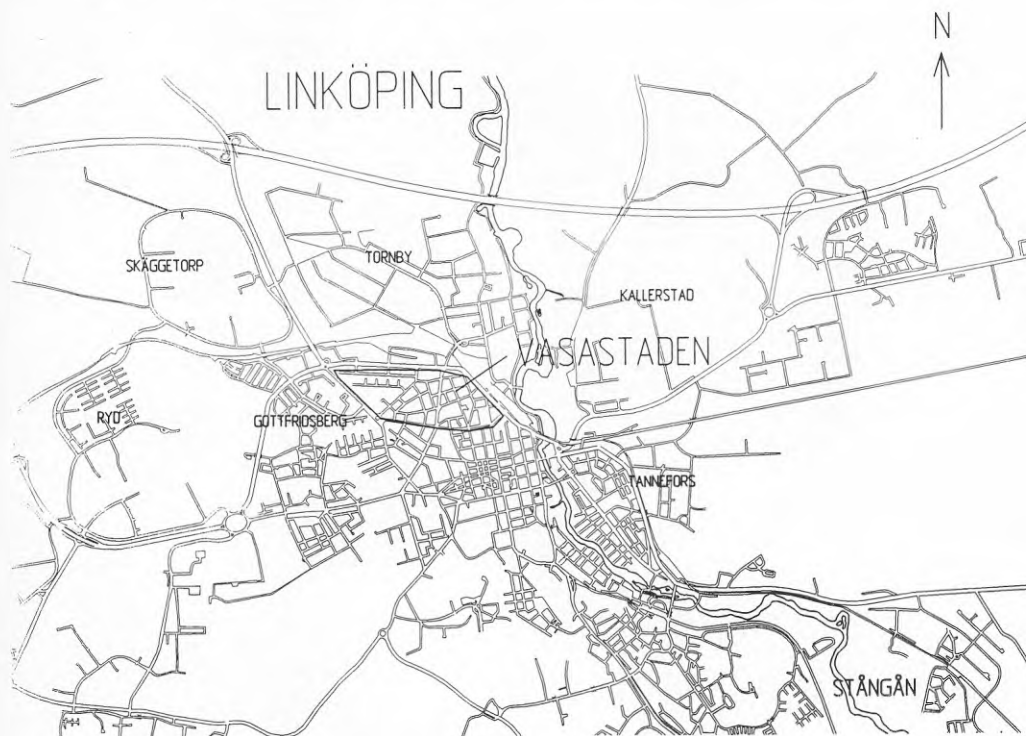
7. Exempel från Linköping - Vasastaden

7.1 Allmänt

Vasastadens avrinningsområde i Linköping valdes ut som testområde för denna riskvärdering. Området består av ett duplikat ledningssystem. Spillvattenledningarna byggdes på 1940-talet, dagvattenledningarna på 1960-talet.

För beräkning av tryck- och flödesförhållandena i ledningarna inom avrinningsområdet har datormodellen Mouse använts. En modell har upprättats för att studera ledningsnätets funktion vid regn av olika återkomsttid samt för att simulera olika driftsituationer i nätet. Hårdgjorda ytor har tagits fram inom avrinningsområdet med hjälp av kartblad i skala 1:400 samt fältstudier. Modellen har därefter verifierats mot fältmätningar.

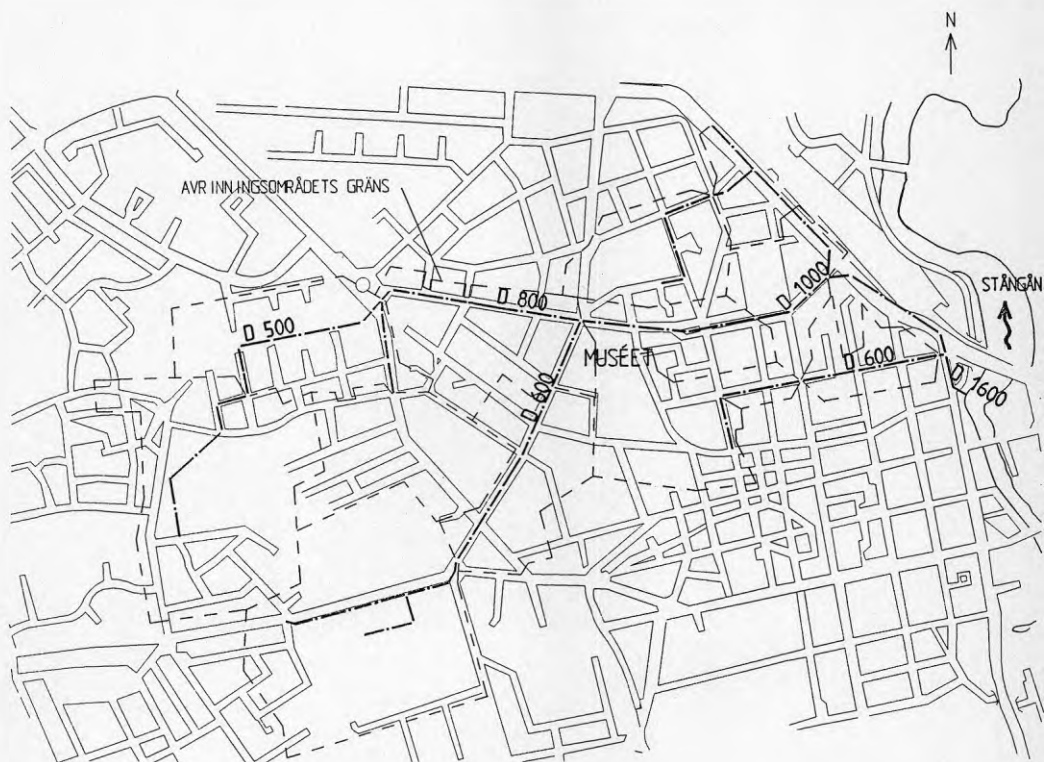
Avrinningsområdets storlek uppgår till ca 140 ha varav hårdgjorda ytor uppgår till ca 63 ha. 43 ha av de hårdgjorda ytorna ligger på dagvattenledningarna. Som recipient för dagvattnet används Stångån.



Figur 7.1 Översiktskarta Linköping.

7.1.1 Dagvattensystemet

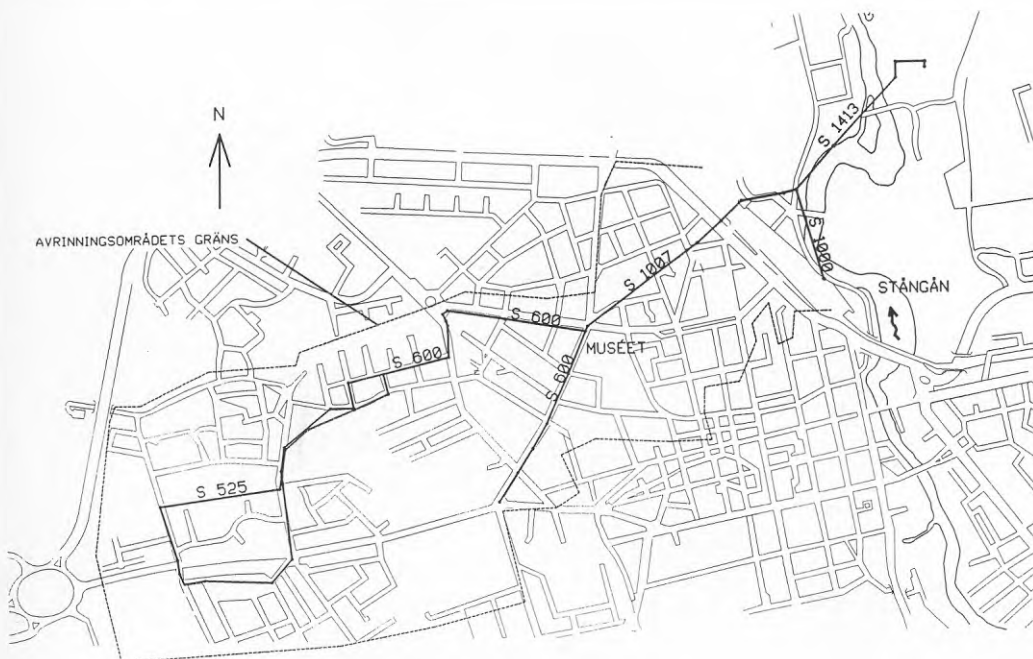
Av Bilaga 3 framgår dagvattensystemets utformning, avrinningsområdets gräns samt delområden med total respektive hårdgjord yta angiven.



Figur 7.2 Plan över dagvattenledningssystemet i Vasastaden.

7.1.2 Spillvattensystemet

Av Bilaga 4 framgår spillvattennätets utformning samt storlek och anslutningspunkt för hårdgjorda ytor. Inventeringen av hårdgjorda ytor visade att 20 ha ligger på spillvattenledningarna.



Figur 7.3 Plan över spillvattenledningssystemet i Vasastaden.

7.2 Driftförhållanden

7.2.1 Dagvattensystemet

Dagvattensystemet är dimensionerat för 1-årsregn. Med de hårdgjorda ytor som ligger anslutna till systemet idag klaras 1-årsregn med god marginal i huvuddelen av sträckorna. Systemet har studerats för en belastning av 1, 2, 5 och 10-årsregn. Studierna av systemet visar att det finns i första hand två trånga sektioner i nätet där trycklinjen stiger över hjässan på ledningen redan vid 1-årsregn.

7.2.2 Spillvattensystemet

Spillvattensystemet fungerar under normal drift utan anmärkning. Inga bräddningar eller dämningar förekommer. Aktuellt system har studerats för en belastning av 1, 2, 5 och 10-årsregn. Av resultaten framgår att nätet klarar 5-årsregn utan bräddning i systemet. Vid 10-årsregn sker dock bräddning av ca 90 m³ i bräddavlopp BR915, se Bilaga 4. Lokala uppdämningar sker i systemet redan vid 1-årsregn.

7.3 Händelseanalys

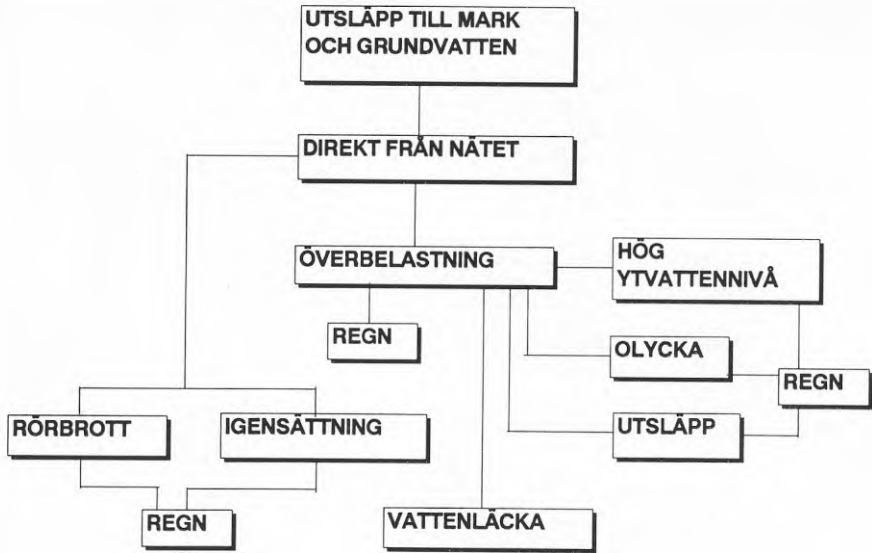
7.3.1 Dagvattensystemet

Utsläpp till vatten- och mark

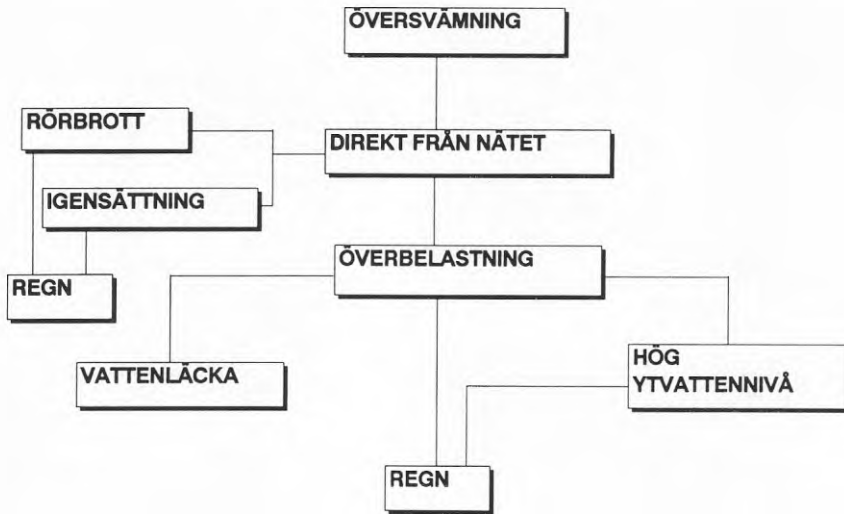
Allt dagvatten inom Vasastaden som är anslutet till dagvattennätet går direkt ut i recipienten Stångån. Beroende på föroreningsgraden av dagvattnet sker därmed en påverkan på recipienten i samband med regn. I Figur 7.4 och Figur 7.5 visas felträden för påverkan på ytvattenrecipienten respektive påverkan på mark- och grundvatten inom Vasastadens avrinningsområde.



Figur 7.4 Felträd för utsläpp från Vasastadens dagvattennät till ytvattenrecipient



Figur 7.5 Felträd för utsläpp från Vasastadens dagvattennät till mark och grundvatten



Figur 7.6 Felträd för översvämning från dagvattennätet i Vasastaden

Översvämning

Översvämning ger framförallt abonnenteffekter. De händelser som kan orsaka översvämning i dagvattennätet inom Vasastaden redovisas i felträdet i Figur 7.6.

Trånga sektioner

För att få en uppfattning om vilka delar i nätet som är de känsliga vad gäller överbelastning har systemet belastats med regn av olika återkomsttid. Resultatet har därefter sammanställts i en plan som visar trånga sektioner i nätet och med vilken frekvens ledningssträckorna kan förväntas bli överbelastade. Se Bilaga 5.

Händelser med låg sannolikhet

För att få en uppfattning om vad som händer vid några osannolika händelser i nätet har följande tre fall simulerats:

Fall 1. Extremt hög nivå i Stångån i kombination med ett kraftigt regn.

Fall 2. Stopp i utloppsledningen i samband med ett kraftigt regn.

Fall 3. Stopp på ett känsligt ställe i systemet i kombination med ett kraftigt regn.

Fall 1. Extremt hög nivå i Stångån i kombination med ett kraftigt regn.

Fallet simulerar en händelse då Stångån har en högsta högvattenyta samtidigt som ett 10-årsregn faller. Den höga vattennivån i Stångån innebär att utloppsledningen står dämnd upp till brunn DNB502 dvs hörnet Kungsgatan-Hamngatan, se Bilaga 3. När 10-årsregnet faller kommer trycklinjen att stiga över markytan på i stort sett hela Vasavägen mellan brunnarna DNB1538-DNB1584 samt i Kungsgatan mellan brunnarna DNB1660-DNB1668, se Bilaga 6.

Fall 2. Stopp i utloppsledningen i samband med ett kraftigt regn.

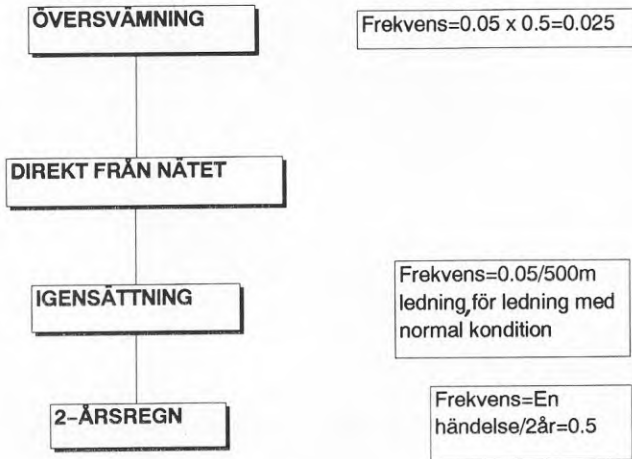
Detta fall simulerar att utloppsledningen rasar ihop och det blir helt stopp i ledningen. Vid denna situation belastas nätet av ett 2-årsregn.

Stoppet förorsakar i detta fall att trycklinjen överstiger markytan längs i stort sett hela Järnvägsgatan, dvs mellan brunn DNB1522-DUL500 samt nedre delen av Kungsgatan mellan Repslagaregatan och Hamngatan, DNB1668-DNB502. Se Bilaga 7.

Fall 3. Stopp på ett känsligt ställe i systemet i kombination med ett kraftigt regn.

Fallet simulerar att ledningen i Vasavägen strax nedströms museet kollapsar och det blir helt stopp i ledningen, samtidigt som ett 2-årsregn belastar nätet. Stoppet har i det här fallet applicerats mellan brunnarna DNB 1647-DNB1581. Stoppet

innebär att trycklinjen stiger över markytan längs hela Vasavägen uppströms brunn DNB1647 till DNB1558. Se Bilaga 8. Nedan visas felträdet för översvämning av dagvatten orsakat av igensättning utanför museet. I felträdet redovisas även bedömda sannolikheter för att de olika händelserna skall inträffa en gång/år.

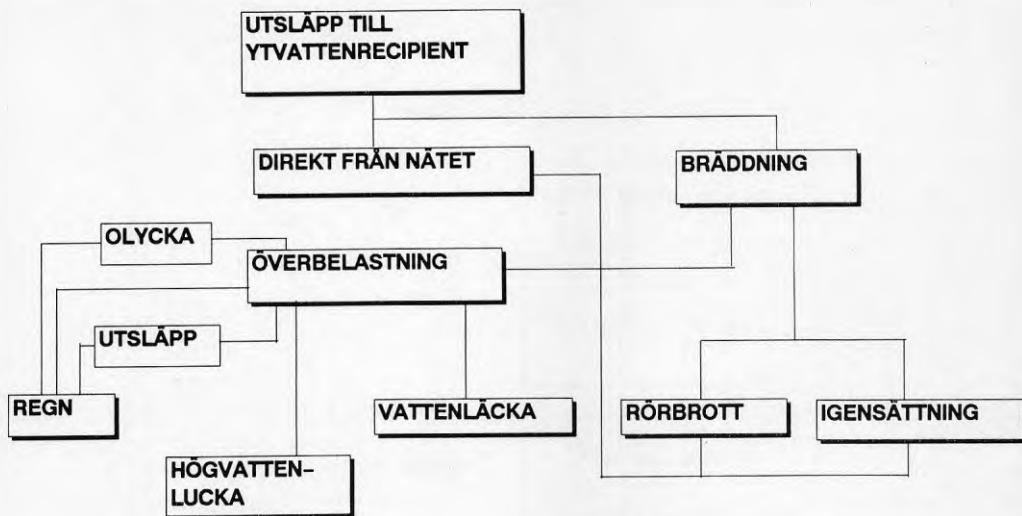


Figur 7.7 Felträd för översvämning från dagvattennätet, fall 3

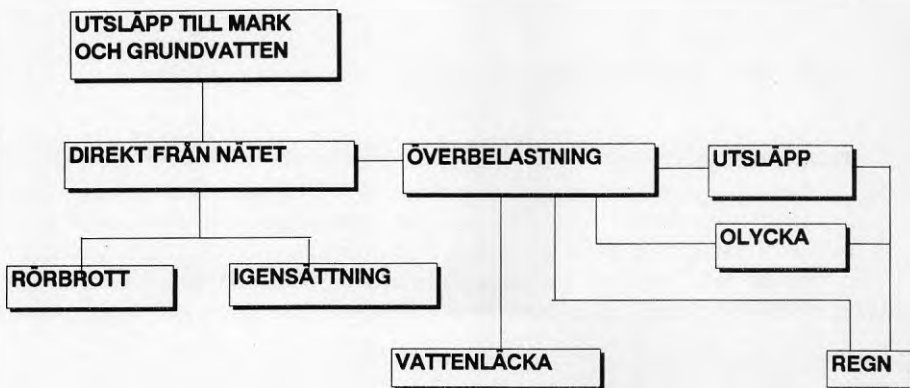
7.3.2 Spillvattensystemet

Utsläpp till vatten och mark

Miljöpåverkan på grund av avloppssystemet uppstår när avloppsvatten släpps ut från rörnätet på grund av olika typer av störningar. Inom det studerade avloppssystemet i Vasastaden finns ett fåtal bräddavlopp längst ner i systemet. Den störning som ett utsläpp från bräddavlopp och andra tänkbara händelser som kan ge utsläpp från nätet i Vasastaden beskrivs i nedanstående felträd. I Figur 7.8 visas felträdet för påverkan på ytvattenrecipienten och i Figur 7.9 påverkan på mark och grundvatten.



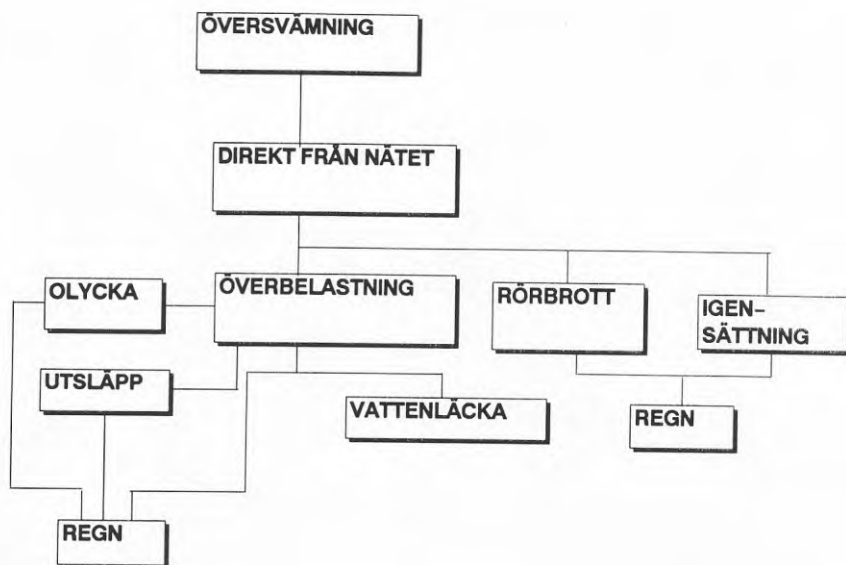
Figur 7.8 Felträd för utsläpp från Vasastadens spillvattennät till ytvattenrecipient



Figur 7.9 Felträd för utsläpp från Vasastadens spillvattennät till mark och grundvatten

Översvämning

På spillvattennätet i Vasastaden ligger ca 20 ha hårdgjorda ytor anslutna. Detta gör att systemet är känsligt för kraftiga regn. I Figur 7.10 redovisas de händelser som kan förorsaka översvämning inom Vasastaden.



Figur 7.10 Felträd för översvämning från spillvattennätet i Vasastaden

Trånga sektioner

Systemet har belastats med regn av olika återkomsttid på samma sätt som dagvattenssystemet. Metoden ger en bra uppfattning om vilka de känsliga delarna i nätet är samt med vilken frekvens sträckorna statistiskt kan förväntas bli överbelastade. Resultatet finns redovisat i Bilaga 9.

Händelser med låg sannolikhet

I spillvattennätsmodellen har två fall av händelser med relativt låg sannolikhet testats. Dessa är:

Fall 4. Extremt hög nivå i Stångån i kombination med ett kraftigt regn. (bräddavloppen dämde)

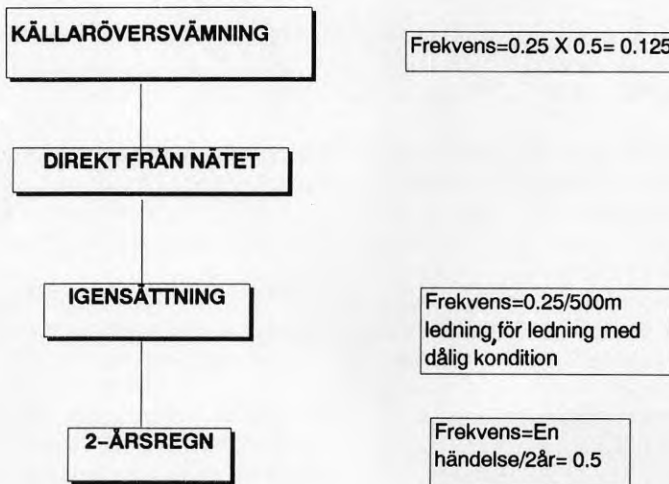
Fall 5. Stopp på ett känsligt ställe i systemet i kombination med ett kraftigt regn.

Fall 4. Extremt hög nivå i Stångån i kombination med ett kraftigt regn

Fallet simulerar samma situation som fall 1 under dagvatten d v s att Stångån har en högsta högvattenyta samtidigt som ett 10-årsregn faller. Spillvattennätet som ju belastas av ca 20 ha hårdgjord yta påverkas kraftigt av 10-årsregnet. Den höga nivån i Stångån hindrar bräddavloppen, som har en bakvattenlucka, att öppnas så länge Stångåns nivå överstiger trycklinjen i de spillvattenbrunnar som har bräddmöjligheter. Följden blir att trycklinjen stiger över hjässan i den avskärande ledningen längs Stångån mellan brunnarna BR915-NB1592. Denna dämning medför i sin tur att trycklinjen stiger över markytan mellan Järnvägsgatan och Oskarsgatan. Se Bilaga 10.

Fall 5. Stopp på ett känsligt ställe i systemet i kombination med ett kraftigt regn

I detta fall simuleras ett stopp i ledningen i korsningen Vasavägen-Östgötagatan, d v s mellan SNB886-SNB887 samtidigt som ett 2-årsregn belastar nätet. Stoppet innebär att trycklinjen stiger över markytan på Vasavägen mellan Vallgatan och Östgötagatan, d v s mellan brunnarna SNB880-SNB886. Se Bilaga 11. Nedan visas felträdet för stopp i korsningen Vasavägen-Östgötagatan dvs mellan brunnarna SNB886-SNB887. I felträdet redovisas även bedömda sannolikheter för att de olika händelserna skall inträffa en gång/år.



Figur 7.11 Felträd för översvämning från spillvattennätet i Vasastaden, fall 5

7.4 Konsekvensanalys

7.4.1 Dagvattensystemet

Som framgår av planen över trånga sektioner så finns det två sträckor där kapaciteten överskridits vid 1-årsregn, d v s det regn som systemet är dimensionerat för. Dessa sträckor är Västra vägen mellan brunn DNB1622-DNB1621 och Kungsgatan nedre del mellan DNB1668-DNB503. Kapaciteten överskreds i båda fallen med liten marginal och trycklinjen ligger strax över hjässan vid dimensionerande regn. Dessa små dämningar bedöms inte medföra några negativa konsekvenser vid 1-årsregn.

Utöver de trånga sektioner som nämnts under avsnitt 7.2.1 uppstår inga dämningar i nätet förrän nätet belastas med 5-årsregn eller däröver. Vid 5-årsregn stiger som tidigare nämnts trycklinjen och närmar sig markytan på övre delen av Vasavägen. På nedre delen av Kungsgatan stiger trycklinjen över markytan vid brunn DNB1668.

Så fort trycklinjen stiger över hjässan på ledningarna finns det risk för att detta medför dämningar i anslutna serviser vilka därmed hindrar avvattningen från anslutna ytor. I de flesta fall innebär detta att vattnet inte rinner av gatorna utan rinner längs kantstenar etc för att när ledig plats finns i dagvattensystemet rinna ner i dagvattenbrunnarna. I en del fall rinner vattnet ut på gräsytor och grusytor och infiltreras där med tiden.

I ovan beskrivna fall innebär denna dämning inga större problem i form av skador och kostnadsersättningar såvida inte vattnet samlas i någon lågpunkt typ viadukt eller tunnel och stiger så högt att trafiken hindras.

I vissa fall kan anslutna grenledningar komma från instängda områden som ligger lägre än den nivå trycklinjen stiger till vid regn. I detta fall tränger vattnet ut från systemet bakvägen och orsakar uppdämning på de instängda områdena. Detta kan medföra att vattnet tränger in i fastigheterna och orsakar stor skada med höga ersättningskrav som följd.

De flesta dräneringar i Vasastaden är anslutna till spillvattennätet. När dagvattenledningarna byggdes ut, lämnades i allmänhet dispenser för att behålla dräneringsanslutningarna på spillvattennätet.

Om dräneringar är anslutna till dagvattnet och systemet dämmer kan vattentrycket öka mot källarväggar så att skador uppstår. Konsekvenserna av dämning på Vasavägen kan bli att brunnarna vid lastbryggan vid museet blir dämnda med källaröversvämning som följd. De eventuella dräneringar som ligger anslutna till dagvattennätet blir dämnda vilket kan innebära fuktskador runt husen. I övrigt synes inga större skador kunna inträffa av denna dämning.

Fall 1.

Den stora skillnaden mellan systemets funktion för 10-årsregn med normalt vattenstånd i Stångån mot extremt hög nivå i Stångån är att trycklinjen når upp till markytan på större delen av Vasavägen. Detta innebär att stora vattenflöden

kommer att rinna ned längs Vasavägens kantstenar.

Den byggnad som då ligger illa till är museet. Varuintaget till museet, vilket ligger lägre än gatuytan på Vasavägen och med infart från densamma har tidigare fått översvämning vid kraftiga regn, se avsnitt 7.5. En gång- och cykeltunnel under Västra vägen kommer att översvämmas. Andra konsekvenser av dämningen i systemet är att de fastigheter som har dränering anslutet till dagvattnet kan få problem.

Den översvämning som blir på Kungsgatan kan medföra stora problem då gatan lutar ned mot ett valv igenom ett hus längst ned på Kungsgatan. Från valvet finns entréer in i huset vilka kan komma att översvämmas. Vidare finns en lägre liggande bakgård från vilken entréer finns in i huset. Denna gård kommer med största sannolikhet att översvämmas rejält vid detta belastningsfall.

Fall 2.

I detta fallet kommer hela Järnvägsgatan inklusive stationsområdet att översvämmas samt nedre delen av Kungsgatan.

Vad gäller Kungsgatan så blir konsekvenserna ungefär lika som fall 1. Översvämningen på Järnvägsgatan kommer med stor sannolikhet att innebära trafikproblem då Järnvägsgatan har dålig lutning längs hela ledningssträckan.

Fall 3.

Detta fall liknar fall 1 med den skillnaden att problemet uppstår lokalt på Vasavägen. Museet ligger mycket illa till även vid detta fallet. Vasavägen lutar kraftigt ned mot Järnvägsgatan och Stationsområdet. Vattnet som rinner längs kantstenarna kommer att rinna förbi stoppet och ner i systemet nedströms stoppet där ledig kapacitet finns.

Kostnadsanalys, fall 3

I Bilaga 8 framgår i vilka delar av nätet som trycklinjen överskrider hjässan respektive markytan. Följande effekter finns att ta hänsyn till i detta fall. Generellt kommer genomgången att följa den indelning av effekter som föreslagits i Kapitel 3, nämligen:

- VA-verkseffekter
- Miljöeffekter
- Abonenteffekter
- Samhällseffekter

VA-verkseffekter:

Akut åtgärd i form av reparation och åtgärdande av stopp i dagvattenledning:
30000:-/stopp (se avsnitt 5.1.1)

Miljöeffekter:
Ej tillämbart

Abonnenteffekter:

Kostnader för översvämning. Först och främst är det den enskilde fastighetsägaren som drabbas av kostnader för förstörd egendom och skador på byggnad. De boende drabbas också av kostnader för förstörd egendom: 50000:-/gång. I detta fall är det endast en fastighet, museet, som drabbas.

Samhällseffekter:

Här avses den påverkan som sker i samband med utförande av VA-åtgärder beträffande trafik, boende, verksamheter etc. Här antas att halva gatan är uppgrävd under två dygn.

Trafik: 1.00:-/bilpassage
Boende: 50:-/boende o månad
Verksamheter: 2000:-/företag o mån

120 boende x 50:- / 30 dygn x 2 dygn = 400:-
2 företag x 2000:- = 4000:-
11800 fordon/dygn x 2 dygn x 1:- = 23600:-

Sammanställning av kostnader:

Sammanställning av kostnaderna för översvämning på grund av stopp i dag attenledning utanför museet i Linköping:

VA-verkseffekter:	30000:-
Abonnenteffekter:	50000:-
Samhällseffekter:	28000:-
Totalkostnad	108000:-

7.4.2 Spillvattensystemet

Spillvattensystemet synes fungera utan några problem vid normal belastning.

Dämningar uppstår i spillvattensystemet vid regn på grund av att ca 20 ha hårdgjord yta ligger anslutet till systemet. Redan vid 1-årsregn sker som tidigare nämnts lokala uppdämningar i systemet. Dämning sker då i första hand längs Bjälbogatan mellan brunnarna SNB313 och SNB373 och vid Värmeverket mellan brunnarna NB1592-NB 1594. Se Bilaga 9 och Bilaga 12. Vid kraftigare regn, över 5-årsregn, träder bräddavlopp BR915 in. Vid 10-årsregn bräddar ca 90 m³ här.

Dämning vid Värmeverket innebär risker för de fastigheter med källaranslutningar som ligger i den nedre delen av systemet. Problem med uppdämning i golvbrunnar och toaletter har tidigare förekommit här. Åtgärder har vidtagits, se avsnitt 7.6.2.

Fall 4.

Den höga nivån i Stångån innebär i princip att bräddavloppsnivån i bräddavloppen höjs. Trycklinjen kommer därmed att stiga över hjässan i den avskärande ledningen längs Stångån. Detta gör att kapaciteten vid den trånga sektionen vid Värmeverket ytterligare minskar och trycklinjen når därmed markytan. Delar av Järnvägsgatan och Oskarsgatan kommer därmed att bli översvämmat med utspätt avloppsvatten. Dämningarna kommer även att ge problem i de lågt liggande kvarteren längs Engelbrektsgratan och S:t Larsgratan. Här ligger ett stort antal källare illa till. Se bilaga 10.

Fall 5.

Trycklinjen kommer i detta fallet att nå markytan på Vasavägen. Därmed kommer utspätt avloppsvatten att rinna ned längs Vasavägen och ned i dagvattenledningarna, vilka har ledig kapacitet vid 2-årsregn. Samtliga anslutna hus med källare längs sträckan SNB865-SNB886 kommer att få källaröversvämning. Se bilaga 11.

Kostnadsanalys, fall 5

I bilaga 11 framgår i vilka delar av nätet som trycklinjen överskrider hjässan respektive markytan. I fall 5 kommer 25 fastigheter att drabbas av källaröversvämning.

VA-verkseffekter:

Akut åtgärd i form av reparation och åtgärdande av stopp i spillvattenledning:
30000:-

Miljöeffekt:

Översvämning av ca 100m gata.

Spolbilskostnad inkl förare = 640:-/tim x 4 tim = 2560:-

Abonenteffekter:

Kostnader för översvämning. Här kommer 25 källare att översvämmas, till en kostnad av 100 000 kr per styck. Total kostnad 2 500 000 kr.

Samhällseffekt:

Här avses den påverkan som sker i samband med utförande av VA-åtgärder. Antag att halva körbanan är uppgrävd i två dygn.

Trafik: 1.00:-/bilpassage

Boende: 50:-/boende o månad

Verksamheter: 2000:-/företag o mån

460 boende x 50:- / 30 dygn x 2 dygn = 1500:-

10 butiker x 2000:- = 20000:-

11800 fordon/dygn x 2 dygn x 1:- = 23600:-

Sammanställning av kostnader

Sammanställning av kostnader för översvämning på grund av stopp i spillvattenledning i korsningen Vasavägen - Östgötagatan:

VA-verkseffekter:	30000:-
Miljöeffekter:	2560:-
Abonnenteffekter:	2 500 000:-
Samhällseffekter:	45100:-
Totalkostnad	2 578 000:-

7.5 Inträffade händelser i området under 1990-1991. Jämförelser med utförda beräkningar.

7.5.1 Dagvattensystemet

På grund av överbelastning av dagvattensystemet har främst två händelser inträffat sedan 1990, det ena med skadeståndskrav som följd. Dessa är översvämning på Muséet på Vasavägen samt uppdämning på en gård på Hunnebergsgatan 25. Båda händelserna inträffade i samband med ett mycket kraftigt regn som inträffade den 8:e augusti 1991.

Utanför museet steg trycklinjen till markytan. Detta gjorde att mycket vatten rann längs kantstenarna utanför museet. En infart för varuintag till museet ligger med sin lägsta del ca 80 cm under gatunivån. Vattnet i kantstenarna rann över den lilla kant som avgränsade infarten till varuintaget och rann ned på planen framför lastbryggan. De två dagvattenbrunnar som fanns på planen stod dämnda i och med att trycklinjen i ledningen i gatan vid tillfället överskred locknivåerna på dagvattenbrunnarna inne på gårdsplanen. Följden blev att vattnet steg så att inläckage skedde genom otätheter i ytterdörrarna. Kostnaderna för denna översvämning uppgick till 147000:- varav 85000:- är skadekostnader och 47000:- extra personalkostnader.

Det kraftiga regnet registrerades av regnmätare vid vattenverket. Analys av mätvärdena visade att regnet motsvarade ett 10-årsregn. Beräkningar av ledningssystemet visar att ledningarna utanför museet klarar 5-årsregn. Vid kraftigare regn stiger trycklinjen snabbt. Vid belastning av systemet med det regn som föll den 8 augusti 1991 stiger trycklinjen till gatunivån utanför museet.

På Hunnebergsgatan inträffade en liknande dämning vid samma regntillfälle 910808. Längs Hunnebergsgatan finns ett flertal äldre hus bevarade och upprustade. Vid nr 25 omsluter husen en innergård. Denna innergård ligger lägre än gatunivån. Här steg trycklinjen i dagvattenledningarna över gårdsbrunnarnas locknivå varför dagvatten gick bakvägen i systemet och dämde upp på gården.

Beräkningar av systemet visade att sträckan utanför nr 25 klarade 1-årsregn men inte 2-årsregn. Vid 2-årsregn stiger trycklinjen över hjässan på ledningen. Vid belastning av systemet med aktuellt regn 910808 stiger trycklinjen till strax under

gatunivån i aktuell sektion utanför nr 25. Denna nivå överensstämde med nivåer uppmätta i fält strax efter regnet.

7.5.2 Spillvattensystemet

I spillvattensystemet har problem främst förekommit i området kring Engelbrekts-gatan. Ett flertal driftstörningar har rapporterats från adresser på Engelbrekts-gatan, Järnvägsgatan, Sturegatan och S:t Larsgatan. Problemen har genomgående förekommit i samband med regn.

Beräkningar av systemet visar att en trång sektion byggts in i höjd med Värmeverket. I samband med omläggning av en sträcka har en kraftig dimensions-minskning skett. I bilaga 12 redovisas trycklinjen för 5-årsregn förbi aktuella problemadresser.

7.6 Minskning av riskerna - åtgärdsförslag i Vasastaden

7.6.1 Dagvattensystemet

Lång sikt

Inventeringen av hårdgjorda ytor i Vasastaden visade att ca 20 ha hårdgjorda ytor ligger på spillvattenledningarna. Målsättningen är att på sikt föra över så stor del av de hårdgjorda ytorna som möjligt på dagvattenledningarna. För att ta reda på vilka konsekvenser detta får på dagvattennätet har en utredning skett där Mousemodellen har använts. Dagvattensystemet har belastats med 1, 2, 5 och 10-årsregn när alla hårdgjorda ytor inom området varit anslutna.

Med utgångspunkt från systemets funktion med alla hårdgjorda ytor anslutna inom avrinningsområdet föreslås olika VA-tekniska åtgärder för att få ned trycklinjen till ledningens hjassa vid belastning av regn med olika återkomsttid. Effekterna av åtgärderna har beräknats med hjälp av Mousemodellen. Lägen för erforderliga fördröjningsmagasin har studerats. I framtida planarbete skall föreslagna lägen för magasin beaktas.

Allt dagvatten inom Vasastaden som är anslutet till dagvattensystemet rinner direkt ut i recipienten Stångån. Tänkbara åtgärder för att minska påverkan från dagvattenutsläpp kan vara:

- Lokalt omhändertagande av dagvatten nära de ytor där det genereras (Kan vara svårt i redan utbyggda områden).
- Avledning av dagvattnet via våtmarker (Ej möjligt i Vasastaden).
- Genom effektiv renhållning av gatumark och trottoarer kan en del av de föroreningar som annars skulle spolats bort vid regntillfällena förhindras att transporteras med dagvattnet till recipienten.

- Stångån utnyttjas för kraftproduktion. Genom utspädning kan förorenings situationen förbättras i Stångån genom påsläpp vid Tannefors kraftverk (Dock finns här begränsade möjligheter på grund av små magasinvolymmer uppströms).
- Avskärande ledningskulvertar för dagvatten för att flytta utsläppspunkterna till mindre känsliga ställen. (Dyrt alternativ)

Kort sikt

För att minska risken för översvämning i museet har överfallskanten mot infarten till varuintaget höjts. Beräkningarna visar att det krävs större regn än 5-årsregn för att dämning skall ske vid museet. Av denna anledning vidtas inga ytterligare åtgärder från Tekniska Verkens sida.

För att lösa problemen vid Hunnebergsgatan fanns inledningsvis två alternativa förslag, antingen att sätta ett bräddavlopp uppströms problemfastigheten med avledning av bräddat vatten till en lägre liggande gräsyta eller sätta en strypkona i brunnen uppströms problemfastigheten och låta trycklinjen stiga uppströms denna brunn vid kraftigare regn än 2-årsregn.

För att den senare åtgärden skulle kunna vidtagas krävdes studier av vad som kunde hända uppströms strypningen vid höjning av trycklinjen. Dessa studier visade att inga dräneringar el dyl låg på dagvattenledningarna och inga övriga konsekvenser av en dämning skulle kunna ske. Det uppströms liggande systemet är i det här fallet begränsat och ganska lätt att inventera.

Åtgärden blev därför att sätta dit en strypkona i brunnen närmast uppströms problemfastigheten och att sätta dit ett gallerlock på brunnen uppströms denna så att eventuellt dämt vatten kan rinna ut på en gräsyta.

7.6.2 Spillvattensystemet

Lång sikt

För att komma till rätta med problemen i nedre delen av spillvattensystemet måste hårdgjorda ytor kopplas bort. I nuläget vet man ungefärlig storlek på total ansluten hårdgjord yta till spillvattensystemet. I nästa skede ligger nu att ta fram var ytorna ansluter och hur stora dessa delytor är. För att få fram detta krävs att fältstudierna kompletteras med ytterligare flödesmätningar.

Kort sikt

För att lösa problemen på kort sikt har olika åtgärder vidtagits. Vid ett fall har man övergått till att pumpa avloppsvattnet ifrån fastigheten. För några andra fastigheter som ansluter på samma servis har en bakvattenbrunn installerats.

8. Övriga exempel från Linköping

8.1 Risker för och konsekvenser av bräddning i pumpstationer i Linköping

Inom Linköpings kommun finns totalt ca 75 allmänna spillvattenpumpstationer. Flertalet stationer är försedda med någon form av nödutlopp - bräddavlopp. Samtliga stationer är anslutna till en central driftövervakning (CDÖ) där bl a larm sker vid hög nivå. Totala bräddningsvolymen från pumpstationerna är mycket små, < 10.000 m³/år, i förhållande till den totalt omhändertagna spillvattenmängden, 16 miljoner m³. Konsekvensen av bräddning till recipient är i de flesta fall mindre jämfört med om en källaröversvämning inträffar.

De pumpstationer som kan tänkas innebära störst "risk" vid bräddning är belägna längs Stångåsystemet (badbarheten) samt omedelbart uppströms Råberga vattenverk (vattentäkt). Den största av dessa pumpstationer är belägen vid Spångerum, ca 1,8 km uppströms råvattenintaget. Av bl a säkerhetsskäl kommer denna station att förses med reservkraft 1993. För att minska belastningen på spillvattennätet sker även riktade separerings- och renoveringsåtgärder på ledningsnätet uppströms Spångerum för att minska dagvattenbelastningen på spillvattennätet.

8.2 Förändring av rättspraxis

Ett principiellt viktigt rättsfall har nyligen avgjorts i HD (Dom Nr DT 445, 5 nov 1991). Fallet gällde källaröversvämningar i kommundelen Sturefors inom Linköpings kommun.

Bakgrunden till Stureforsmålet är att ett mycket kraftigt regn (tioårsregn), sommaren 1988, orsakade uppdämning i dagvattensystemet med efterföljande källaröversvämning i fastigheter. Ledningsnätet inom området byggdes ut i mitten av 1970-talet och är dimensionerat enligt VAV P28.

I Stureforsmålet yttrade Högsta Domstolen följande:

"De råd och riktlinjer angående avloppsnätens funktion som ges i VAV:s publikation VAV P49 synes innebära ett förtydligande och i någon mån en skärpning av kraven på VA-anläggningarna jämfört med de dimensioneringskrav som uppställs i den tidigare publikation VAV P28.

Skärpningen kan antas återspegla den gradvisa förändring som skett i synsättet på vilka krav som bör uppställas på en allmän VA-anläggning vad gäller risken för källaröversvämningar i byggnader på anslutna fastigheter. Funktionskraven skall, enligt vad som direkt utsägs i VAV P49, tillämpas för samtliga avloppsnät inom verksamhetsområdet.

Även om ingen kan begära att VA-huvudmännen omedelbart anpassar hela avloppsnäten till nya normer, är det rimligt att de får bära det ekonomiska

ansvaret för översvämningar som beror på att avloppsnäten inte uppfyller nya krav som ställs på näten.

Enligt 12 § Lagen om allmänna vatten- och avloppsanläggningar skall allmän VA-anläggning bl a "tillgodose skäliga anspråk på säkerhet". Vad som här är skäligt måste rimligen bedömas också från fastighetsägarnas synpunkt. Vid denna bedömning är det naturligt att beakta även den rätt ägarna har till ersättning i händelse av översvämning. Att en fastighetsägare med få års mellanrum skulle finna sig i att källaren översvämmas kan verka någorlunda acceptabelt om han hålls skadelös, men framstå som klart oskäligt ifall han själv måste stå risken - låt vara att han har möjlighet att delvis skydda sig mot ekonomiska förluster genom försäkring.

Det anförda talar för att 12 § i ersättningstvister bör tolkas relativt generöst mot fastighetsägarna. För detta kan också åberopas att det är på kommunsidan som sakkunskapen om skaderiskerna finns, liksom också möjligheten att minska dessa genom en omdömesgill planering och bygglovsgivning".

HD:s uttalande måste tolkas så att funktionskravet i VAV P49 gäller före dimensioneringsanvisningarna i VAV P28. Detta i sin tur betyder att i princip alla ledningsnät är i VA-lagens mening underdimensionerade. Det vi klarar oss på är de säkerhetsmarginaler som trots allt finns, men inträffar upprepade källaröversvämningar så är VA-huvudmannen i regel alltid skadeståndsansvarig.

Ett annat viktigt VA-mål har avgjorts i Vattenöverdomstolen och gäller Kungsbacka kommun.

Detta gäller försäkringsbolagens rätt att föra regresstalan mot VA-huvudmannen vid inträffad översvämningsskada. Detta mål har av käranden, Kungsbacka kommun, överklagats till HD och prövningstillstånd har meddelats.

Utgången i både VA-nämnden och Vattenöverdomstolen innebär rätt för försäkringsbolagen att överklaga kraven från VA-abonnent/ /försäkringstagare.

Av dessa två domar kan man dra slutsatsen att om funktionskravet i VAV P49 inte uppfylls så är i princip VA-huvudmannen skadeståndsskyldig, både mot den skadedrabbade abonnenten och hans försäkringsbolag.

Ser man det hela ur abonnentens synpunkt så får han betala försäkringspremie för samma sak två gånger, nämligen dels till sitt försäkringsbolag för en risk som egentligen inte finns och dels som VA-abonnent, då ju hela VA-kollektivet i framtiden kommer att fungera som försäkringsbolag vid källaröversvämningar.

De relaterade VA-målen aktualiserar följande frågeställningar:

* Hur skall ledningsnäten dimensioneras i framtiden och hur ska vi agera beträffande det gamla "feldimensionerade" ledningsnätet?

* Är det rimligt att de enskilda VA-verken övertar försäkringsbolagens roll eller ska VA-verken i sin tur försäkra sig mot denna risk?
Blir denna lösning billigare för konsumenten - abonnenten?

Sannolikheten för driftstörningar på ledningsnät och pumpstationer varierar beroende på materialval, byggnadssätt, kvalitetssäkring o s v. Även yttre faktorer som påverkas av trafik, gatuunderhåll o s v kan påverka driftstörningsfrekvensen.

9. Riskanalys som ett verktyg vid drift- och underhållsplaneringen. Erfarenheter från Linköping

Bo Göran Lindqvist

Sedan lång tid har det befintliga ledningsnätet i Linköping kontrollerats och åtgärdats i samband med den successiva stadsförnyelsen (plangenomförandet). En viktig del har varit att se till att dagvattnet separerats från spillvattennätet. Genom denna långsiktiga strategi har en mycket hög separeringsgrad uppnåtts vilket nu även kan avläsas i avsevärt minskade tillflöden till reningsverket.

Under senare år har en mer uttalad drift- och underhållsplanering börjat tillämpas där den sk PRIVA-strategin till stor del följts. En annan viktig uppgift har varit satsningen på kartverket och uppdateringen av ledningsdatabasen VABAS. Större delen av centralorten har nu lagts in (ca 60% av ledningsnätet). VABAS börjar bli ett effektivt hjälpmedel för driftplaneringen där i princip samtliga drifhändelser läggs in. Bland annat har samtliga driftstörningar sedan 1983 och alla TV-undersöknibngar sedan 1989 lagts in.

Satsningen på åtgärder sker nu i första hand på det prioriterade ledningsnätet och inom områden där översvämningar inträffat eller befaras kunna inträffa. För analys av ledningsnätets kapacitet används beräkningsmodellen MOUSE. För indata till modellen används VABAS i så stor utsträckning som möjligt. En större beräkningsmodell håller även på att läggas upp för huvudledningssystemet längs Stångån som utgör en av vattentäkterna för Linköping. Här vill vi bland annat studera bräddmängder, bedöma separeringsgrad, inläckage mm.

Under somrarna 1988-91 inträffade flera för Linköpingsförhållanden ovanligt kraftiga regn med översvämningar som följd. I vissa fall bidrog även defekter i ledningsnätet såsom rotinträngning och underdimensionering till att översvämningarna inträffade. I det i avsnitt 8.2 beskrivna "Stureforsmålet" prövades VA-huvudmannens ansvar för översvämningar orsakade av att flera kraftiga regn inträffade i följd (10-årsregn). Det har nu fastställts att kraven på VA-huvudmannen skärpts och att funktionskraven i P49 nu gäller före vad som sägs i P28. Dessa krav gäller retroaktivt även för befintligt ledningsnät, varför det bör finnas ett stort intresse och behov för VA-verken att se över och kontrollera sina ledningsnät.

För Linköpings del har vi tagit konsekvenserna av Högsta Domstolens utslag och har börjat att systematiskt gå igenom och kontrollberäkna ledningsnätet. Försäkringsbolagens intresse för att väcka regress i samband med skadeersättning tror vi kommer att skynda på denna process. Alternativet är att VA-verken själva börjar fungera som försäkringsbolag. Behov finns att ytterligare belysa kostnadsbilden vid olika skadefall och inte minst försäkringsregressfrågorna i samband med översvämningar.

Som arbetsätt för analys av problemområden använder vi i princip den i avsnitt 7 beskrivna metoden vilken ger värdefull information om ledningsnätet och vilka risker som föreligger. Upprättande av felträd för att systematisera riskerna i de studerade områdena ger ett bra underlag för det fortsatta analysarbetet. Genom att använda den hydrauliska modellen, kan vi på ett enkelt sätt studera effekterna av olika åtgärder. Exempel kan vara lokalisering och utformning av utjämningsmagasin, ledningsomläggning, strypning mm. I några fall har vi föreslagit bakvattenbrunnar eller pumpstationer för utsatta fastigheter.

Det redovisade exemplet ingår som en del i en större utredning där avsikten är att fånga upp de mest utsatta fastigheterna och där konsekvenserna vid översvämning blir stora. Detta innebär att även rena fältinventeringar med fastighetsägarkontakter kan bli aktuella i nästa steg.

När de hydrauliska modellerna läggs upp är det viktigt att dessa verifieras genom fältmätningar. Vår erfarenhet är att dessa mätningar inte är helt problemfria. Flera "bra" regn har missats på grund av mankerande mätare. Vi har i princip slutat använda rena flödesmätare (nivå/hastighet) på grund av att dessa givit mycket otillförlitliga resultat. Vi använder nu en tillsammans med MILAB i Linköping utvecklad nivålogger (tryckgivare). Genom successivt bättre kunskap och bättre utrustning har mätningarna blivit allt tillförlitligare.

En annan erfarenhet vid kraftiga regn är att en inte obetydlig utjämning av flödena sker genom begränsad intagskapacitet till ledningsnätet. Detta förklarar varför inte problemen blir större än vad de är vid mycket kraftiga regn. För att analysera detta ytterligare finns behov av fortsatt FoU inom området.

En mycket viktig informationskälla vid analys av ledningsnätet är driftuppföljningen och gjorda undersökningar på ledningsnätet, till exempel med TV. Genom att i tid fånga upp indikationer på risk för framtida driftstörningar kan dessa i många fall undvikas. Nya datorbaserade analys hjälpmedel som medger samkörning av olika databaser (GIS) kommer i framtiden att bli ett allt viktigare hjälpmedel för driftplaneringen vid sidan av de hydrauliska beräkningsmodellerna. Inom detta område finns också behov av ytterligare FoU.

Sammanfattningsvis kan konstateras att den gjorda analysen för Vasastaden, inom riskanalysprojektets ram, och metodiken för genomförandet, fungerar i praktisk tillämpning. Resultatet har inneburit betydligt ökad kunskap om ledningsnätets funktion och konsekvenserna vid olika drifthändelser.

10. Referenser

- Boverket 1992. Sex kommuners arbete med risker för hälsa och säkerhet. Exempel, slutsatser, rekommendationer. PBL/NRL underlag nr 40. ISBN 91-38-12742-3.
- Färm Carina, 1992. Bräddningsproblem i Norrlandsregionen. Avdelningen för VA-teknik, Tekniska Högskolan i Luleå. Rapport TULEA 1992:06.
- Jansson E et al, 1993. Lokal dagvattenhantering. Erfarenheter från några anläggningar i drift. VA-FORSK rapport 1992-09.
- Lindqvist B-G, Malmqvist P-A, Stenberg M, 1987. Riskhantering i VA-system med tillämpning i Linköping. Opublicerad. VIAK AB 1987.
- Lindwall P, Hogland W, 1981. Driftsaspekter på dagvatteninfiltration. BFR rapport R14:1981.
- Räddningsverket 1989. Handbok i kommunal riskanalys inom räddningstjänsten. Att skydda och rädda liv, egendom och miljö.
- Saegrov Sveinung, 1992. Tilstand og tilstandsending for betongavløpsledninger. Institutt for Vassbygging, Universitetet i Trondheim. IVB-rapport B-2-1992-1.
- Stenmark C, 1991. Driftuppföljning av infiltrationsanläggningar. Avdelningen för VA-teknik, Tekniska Högskolan i Luleå. Rapport 1990:03T.
- Svenska kommunförbundet, Brandförsvarsföreningen, K-konsult. Handbok i kommunal riskhantering. SBF:s förlag.
- VAV, Vatten- och avloppsverksföreningen, 1976. Anvisningar för beräkning av allmänna avloppsledning. Publikation P28.
- VAV, 1984. Avloppspumpstationer. Dimensionering, utformning och drift. Publikation P47.
- VAV, 1985. Källaröversvämningar. Ansvar - Åtgärder - Ersättning. Publikation P49.
- VAV maj 1991. Samovar - Samordnad kommunal avloppshantering. Meddelande M75.
- VAV sep 1991. PRIVA II. Åtgärdsplanering för kommunala va-ledningsnät. Publikation P68.

VAV 1992. PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi. Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder. Bertil Gustafsson och Gilbert Svensson. VA-FORSK rapport 1992-10.

VAV 1992 b. Manual DRIVA - System för uppföljning och redovisning av drift och underhåll för va-system.

ÖCB och Statens energiverk 1990. Att minska sårbarheten i den tekniska försörjningen. Riskanalys för kommunalteknik i fred, kris och krig.Handledning. ISBN 91-7097-003-3.

11. Bilagor

- Bilaga 1 Statistiska uppgifter om pumpstationer i Linköping
- Bilaga 2 Statistiska uppgifter om pumpstationer i Luleå och Örnsköldsvik
- Bilaga 3 Plan av dagvattennätet i Linköping med anslutna ytor
- Bilaga 4 Plan av spillvattennätet i Linköping med anslutna ytor
- Bilaga 5 Dagvattennätet, trånga sektioner
- Bilaga 6 Dagvattennätet, fall 1
- Bilaga 7 Dagvattennätet, fall 2
- Bilaga 8 Dagvattennätet, fall 3
- Bilaga 9 Spillvattennätet, trånga sektioner
- Bilaga 10 Spillvattennätet, fall 4
- Bilaga 11 Spillvattennätet, fall 5
- Bilaga 12 Trycklinje, nedre delen av spillvattennätet, 5-årsregn.

Bilaga 1

Driftstatistik över pumpstationer i Linköping 1991-1992

För Linköping har statistik över driftstörningar i pumpstationer beräknats för åren 1991-92. Totalt har driftsstatistik för 99 pumpstationer samlats in och sammanställts utifrån den rapportering som driftteknikerna gör under sitt arbete. Totala antalet larm och driftstörningar under 1991 var 167 stycken och under 1992 200 stycken. Alla pumpstationer är dock inte försedda med larmfunktioner. För stationer utan larm upptäcks därför en eventuell driftstörning oftast i samband med en rutinkontroll, eller vid extra kontroller efter till exempel kraftiga regn eller annat oväder som kan ha orsakat strömavbrott.

Statistiken från driftstörningar på spillvattenpumpstationerna i Linköping har sedan jämförts med material från Luleå och Örnsköldsvik (Bilaga 2). Svårigheterna att dra paralleller mellan materialen beror främst på olika utformning av driftstörningsrapporterna. I Linköping rapporteras endast en mindre del som "endast känt sekundärfel". De utlösta motorskydden som dominerar driftstörningarna härrör till övervägande del från igensättning av pumphjulen med trasor och dylikt. På grund av de nämnda problemen för en jämförelse kan man inte dra några slutsatser av det statistiska materialet. det statistiska underlaget är för övrigt för litet för några signifikanta slutsatser.

I nedanstående tabell har driftstörningarna räknats om till antal fel/pumpstation och år. Även procentuella fel, uppdelat i kategorierna pumphjul, elanläggning och ledningssystem kan användas för att jämföra driftstatistiken över spillvattenpumpstationerna i Linköping med de i Luleå och Örnsköldsvik.

Tabell 1. Totalantalet driftstörningar i pumpstationer i Linköping, jämfört med Luleå och Örnsköldsvik.

Fel/pumpstation,år	Luleå-91	Ö-vik-90	Link.-91	Link.-92
Driftstörningar:	3,9	4,4	2,1	2,5
- primärfel	1,8	1,4	1,9	2,2
- sekundärfel	2,1	3,0	0,2	0,3
Elanläggning:	0,8	0,3	0,5	0,9
- strömavbrott	0,2	0,1	0,1	0,2
- säkring	0,3	0,1	0,1	0,1
- nivågivare	0,03	0	0,14	0,22
Pumpar:	0,6	0,6	1,2	1,0
- stockning	0,3	0,2	1,0	0,8
- pumphjul	0,03	0,06	0,03	0,01
Ledningssystem:	0,31	0,24	0,04	0,15
- tryckledning:	0	0,05	0	0,10
- backventil	0,12	0,16	0,03	0,04
Elanläggning	44%	20%	27%	43%
Pumpar	32%	45%	62%	47%
Ledningssystem	17%	17%	2%	6%
Stort tillflöde	7%	18%	9%	4%

Driftstatistik för avloppspumpstationer i Linköping 1991

Antal pumpstationer för spillvatten: 78
Antal rapporterade driftstörningar: 160 varav
151 med känt primärfel
9 med endast känt sekundärfel

Primärfel

Pumpar: 93 av 151 = 62 %
Elanläggning: 41 av 151 = 27 %
Ledningssystem: 3 av 151 = 2 %
Stort tillflöde: 14 av 151 = 9 %

Sekundärfel

Utlöst motorskydd: 9 av 160 = 6 %

Sammanställning av driftstörningar

igensättning av pumphjul	78	motorkrets	2
pumphjul	2	utlöst motorskydd	9
tätning	6	kontaktor	4
lager	5	lägesbrytare	1
omrörare	2	larmfel	1
strömavbrott	8	kompressor	4
fasfel	2	tilloppsledning	1
säkring	4	backventil	2
nivågivare	11	stort tillflöde	14
manöverkrets	4		

Pumpar:

igensättning av pumphjul 78 av 93 = 84 %
pumphjul 2 av 93 = 2 %
tätning 6 av 93 = 7 %
lager 5 av 93 = 5 %
omrörare 2 av 93 = 2 %

Ledningssystem

tilloppsledning 1 av 3 = 33 %
backventil 2 av 3 = 66 %

Elanläggning

strömavbrott 8 av 41 = 20 %
fasfel 2 av 41 = 5 %
säkring 4 av 41 = 10 %
nivågivare 11 av 41 = 27 %
manöverkrets 4 av 41 = 10 %
motorkrets 2 av 41 = 5 %
kontaktor 4 av 41 = 10 %
lägesbrytare 1 av 41 = 2 %
larmfel 1 av 41 = 2 %
kompressor 4 av 41 = 10 %

Driftstatistik för avloppspumpstationer i Linköping 1992

Antal pumpstationer för spillvatten: 78
Antal rapporterade driftstörningar: 193 varav
172 med känt primärfel
21 med endast känt sekundärfel

Primärfel

Pumpar: 81 av 172 = 47 %
Elanläggning: 73 av 172 = 43 %
Ledningssystem: 11 av 172 = 6 %
Stort tillflöde: 7 av 172 = 4 %

Sekundärfel

Utlöst motorskydd: 21 av 193 = 11 %

Sammanställning av driftstörningar

igensättning av pumphjul	61	manöverkrets	6
pumphjul	1	reläfel	3
tätning	5	utlöst motorskydd	21
lager	5	kontaktor	5
slitring	4	larmfel	3
omrörare	3	fallande nätspänning	3
luft i pump	2	frekvensomformare	3
strömavbrott	16	vibrationsvakt	1
fasfel	5	tryckledning	8
säkring	11	backventil	3
nivågivare	17	stort tillflöde	7

Pumpar:

igensättning av pumphjul 61 av 81 = 75 %
pumphjul 1 av 81 = 2 %
tätning 5 av 81 = 7 %
lager 5 av 81 = 5 %
omrörare 3 av 81 = 2 %
slitring 4 av 81 = 4 %
luft i pump 2 av 81 = 2 %

Ledningssystem

tryckledning 8 av 11 = 73 %
backventil 3 av 11 = 27 %

Elanläggning

strömavbrott 16 av 73 = 22 %
fasfel 5 av 73 = 7 %
säkring 11 av 73 = 15 %
nivågivare 17 av 73 = 23 %
manöverkrets 6 av 73 = 8 %
kontaktor 5 av 73 = 7 %
larmfel 3 av 73 = 4 %
fallande nätspänning 4 av 73 = 5 %
vibrationsvakt 1 av 73 = 1 %
frekvensomformare 3 av 73 = 4 %

Driftstatistik för dagvattenpumpstationer i Linköping 1991 - 1992

Antal pumpstationer för dagvatten: 21
Antal rapporterade driftstörningar: 15 varav
12 med känt primärfel
3 med endast känt sekundärfel

Primärfel

Pumpar: 2 av 12 = 17 %
Elanläggning: 10 av 12 = 83 %

Sekundärfel

Utlöst motorskydd: 3 av 15 = 20 %

Sammanställning av driftstörningar

igensättning av pumphjul	1
tätning	1
fasfel	1
säkring	2
nivågivare	2
utlöst motorskydd	3
kontaktor	3
nivåstyrningsfel	1
larmfel	1

Pumpar:

igensättning av pumphjul	1 av 2 = 50 %
tätning	1 av 2 = 50 %

Elanläggning

fasfel	1 av 10 = 10 %
säkring	2 av 10 = 20 %
nivågivare	2 av 10 = 20 %
kontaktor	3 av 10 = 30 %
nivåstyrningsfel	1 av 10 = 10 %
larmfel	1 av 10 = 10 %

Bilaga 2

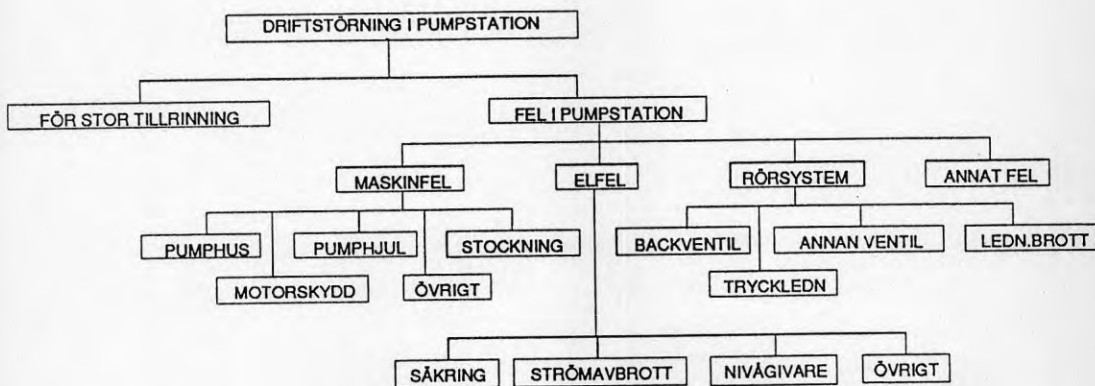
Driftstatistik för pumpstationer i Luleå och Örnköldsvik

(Utdrag ur rapporten "Bräddningsproblem i Norrlandsregionen" av Carina Färm, Avdelningen för VA-teknik, Tekniska Högskolan i Luleå, Rapport TULEA 1992:06)

Inom ett projekt med syftet att undersöka bräddningsförhållandena på avloppsledningsnät i Norrlandsregionen, konstaterades att en stor del av bräddningarna kunde hänföras till driftstörningar på pumpstationerna. En driftuppföljning gjordes då i Luleå och i Örnköldsvik. Följande är ett utdrag ur rapporten:

Pumpstationer och driftstatistik

Nödavloppen i pumpstationer träder i kraft, inte bara av för stort tillflöde till stationen utan också av andra anledningar såsom mekaniska fel, igensättning av ledningar m.m. En förfrågan hos driftteknikerna i Luleå gav inga tydliga svar på vilka som är de mest förekommande felen till driftavbrott i en pumpstation. För att få fram fakta om driften för pumpstationerna har maskinisterna sedan april/maj 1991 haft en "Rapport om driftstörning" att fylla i för varje station (bilagd). I varje pumpstation finns också en journal som det antecknas i vid varje driftkontroll, larm eller besök av annan orsak. Anledningar till driftstörningar i en pumpstation kan beskrivas i ett felträd enligt Figur 1.



Figur 1. Felträd över driftstörningar i avloppspumpstation.

Driftstatistik för avloppspumpstationer

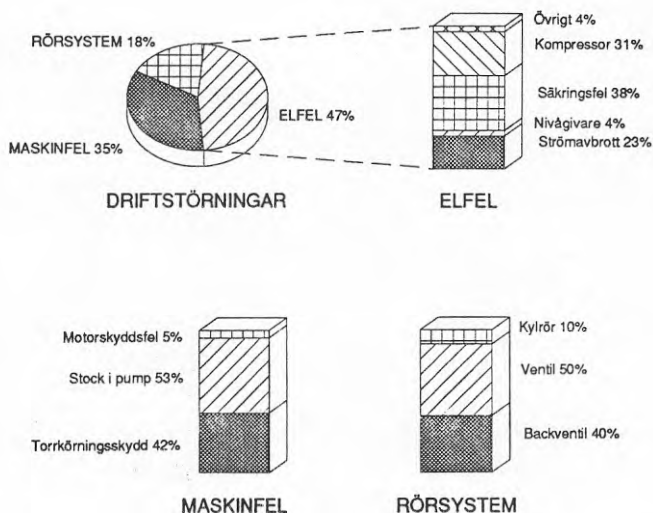
För Luleå har statistik över driftstörningar i avloppspumpstationer beräknats för tiden januari-september 1991. Totalt har driftstatistik för 43 pumpstationer samlats

in och sammanställts utifrån den rapportering som driftteknikerna gör under sitt arbete. Totala antalet larm och driftstörningar under den här perioden var 127 stycken, se nedan. Alla pumpstationer är inte försedda med larmfunktioner, utan för stationer utan larm upptäcks en eventuell driftstörning i samband med rutinkontroll eller vid extra kontroller efter t ex kraftiga regn eller annat oväder som kan ha orsakat strömavbrott eller dylikt.

Larmen delas upp i grupper enligt felträdet, figur 1. Driftstörningar kan delas in i primär- och sekundärfel. Ett primärfel som till exempel kan vara torrkörning på grund av igensättning av inloppsledning utlöser pumpens motorskydd, dvs sekundärfel. Ett utlöst motorskydd kan ha flera orsaker såsom:

- * för stort tillflöde till pumpstation
- * stockning i ledning eller pump
- * strömförsörjningsfel
- * fel på pump

För 59 av de 127 registrerade driftstörningarna är primärfelen kända, 68 driftstörningar blir då följaktligen sekundärfel. Fördelningen av primärfel se Figur 2.



Figur 2. Statistik över driftstörningar i pumpstationer i Luleå.

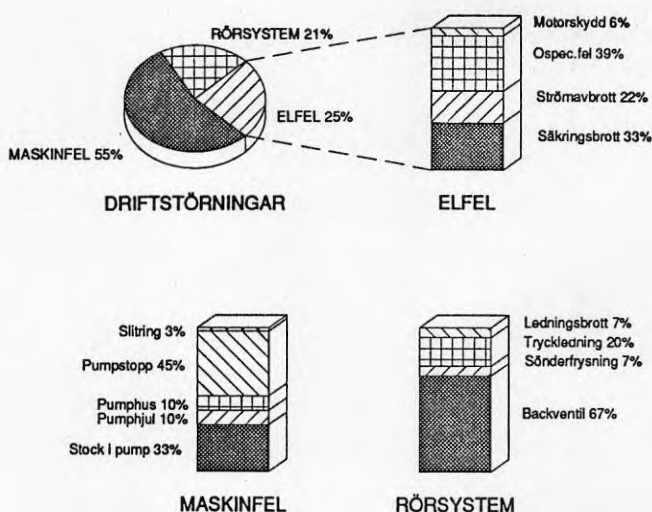
Sekundärfelen kan delas upp i grupperna:

- * endast utlöst motorskydd 33 st
- * endast hög nivå 23 st
- * utlöst motorskydd + hög nivå 12 st

För Örnsköldsvik är sammanställningen gjord för 1990 och för totalt 63 avloppspumpstationer. Antalet driftstörningar under året blev 276 för dessa stationer, se nedan. Fördelningen mellan primär- och sekundärfel var 89 respektive 187 stycken. Sekundärfelen är som följer:

* larm utan kommentar	15 st
* utlöst motorskydd	79 st
* hög nivå i pumpsump	93 st

Primärfelen fördelar sig enligt Figur 3:



Figur 3. Statistik över driftstörningar i pumpstationer i Örnsköldsvik.

Förutom anteckningar om vilken typ av driftstörning det rör sig om så är även antalet bräddtimmar noterat för pumpstationer där denna information finns tillgänglig. Totalt under 1990 är antecknat 2960 bräddtimmar för de sammanställda pumpstationerna i Örnsköldsvik.

I Luleå har man i 6 stycken avloppspumpstationer som ligger i centrala Luleå installerat bräddmättningsutrustning och registrerat antal bräddtillfällen och totala antalet bräddtimmar sedan årsskiftet. Resultatet blev 1360 bräddtimmar under 9 månader bara för de 6 pumpstationerna. Undersökningen säger inget om volym men ger ändå en fingervisning om att det kanske bräddar mer än antaget.

Det är inte så att driftstörningarna alltid ger upphov till bräddning i pumpstationer, eftersom att de flesta pumpstationer är försedda med minst två pumpar där då den ena kan betraktas som reservpump vid normal tillrinning och som vid ett tillflöde större än vad en pump klarar av automatiskt startar. Syftet med driftstatistiken är att se hur ofta det uppstår problem som kan - då det sker vid stora tillflöden -

orsaka bräddning. En jämförelse med nederbördsbilden över sammanställningsperioden kan också visa på vid vilka driftstörningstillfällen som det samtidigt varit nederbörd vilket ökar risken för bräddning.

Driftstatistiken för avloppspumpstationer visar att bräddning via nödavloppen inte är försumbara. För Örnsköldsvik har vi en siffra över antalet bräddtimmar från nödavloppen för de undersökta pumpstationerna, som förmodligen bara är en del av den bräddning som sker via nödavloppen, eftersom registrering av bräddad tid eller bräddning över huvudtaget inte sker på alla pumpstationer. Driftstatistiken är intressant och bör fördjupas för att få en klarare bild över orsak och frekvens av olika driftstörningar. Som visas i sammanställningen här är den största delen av de registrerade störningarna endast i form av sekundära fel och säger ingenting om egentlig orsak till felet. Även i de fall då felet är mer preciserat bör man gå vidare och ta fram varför till exempel backventilen ofta går sönder. En koppling bör också göras mellan driftstörningar och nederbördstillfällen. Man bör också komma fram till sannolikheter för olika feltyper.

Driftstatistik för avloppspumpstationer i Örnsköldsvik

Antal pumpstationer i undersökningen: 63 st
Antal driftstörningar 1990: 276 st varav
89 med känt primärfel
187 endast sekundärfel känt (ospecificerade)

Primärfel

Maskinfel: 40 av 89
Elfel: 18 av 89
Rörsystem: 15 av 89
För stor tillrinning: 16 av 89
OBS! Egentligen inget fel i pumpstation.

Sekundärfel

Larm utan kommentar: 15 av 187
Utlöst motorskydd: 79 av 187
Hög nivå i pumpsump: 93 av 187

Sammanställning av driftstörningar

pumpstopp	18	ledningsbrott	1
backventil	10	tryckledning	3
säkringsbrott	6	pumphus	4
elfel	7	strömavbrott	4
stockning	13	byte slitring	1
pumphjul	4	utlöst motorskydd	79
sönderfrysning	1	hög nivå (enbart)	93
trasigt motorskydd	1	larm ospecificerat	15
för stort tillflöde	16		

Elfel:

säkringsbrott: 6 av 18 = 33 %
strömavbrott: 4 av 18 = 22 %
övrigt: 7 av 18 = 39 %
motorskydd: 1 av 18 = 6 %

Maskinfel:

pumpstopp: 18 av 40 = 45 %
stock: 13 av 40 = 33 %
pumphjul: 4 av 40 = 10 %
pumphus: 4 av 40 = 10 %
slitring: 1 av 40 = 2 %

Rörsystem:

backventil: 10 av 15 = 66 %
sönderfrysning: 1 av 15 = 7 %
ledn brott: 1 av 15 = 7 %
tryckledning: 3 av 15 = 20 %

Driftstatistik för avloppspumpstationer i Luleå

Antal pumpstationer i undersökningen: 43

Antal driftstörningar 9101 tom -9109: 127 varav

59 med känt primärfel

68 endast sekundärfel känt

Primärfel

Maskinfel: 19 av 59

Elfel: 26 av 59

Rörsystem: 10 av 59

Stor tillrinning: 4 av 59

OBS! Egentligen inget fel pumpstation.

Sekundärfel

Utlöst motorskydd: 33 av 68

Hög nivå: 23 av 68

Utlöst motorskydd +
hög nivå: 12 av 68

Sammanställning av driftstörningar

torrkörningsskydd 8

strömavbrott 6

stockning 10

backventil 4

annan ventil 5

säkringsfel 10

kompressor 8

för stort tillflöde 4

brustet kylrör 1

fel på nivågivare 1

pumphjul 1

motorskydds fel 1

hög nivå + utlöst motorsk. 12

utlöst motorskydd (enbart) 33

hög nivå (enbart) 23

Maskinfel:

torrkörning: 8 av 19 = 42 %

stock: 10 av 19 = 53 %

pumphjul: 1 av 19 = 5 %

Rörsystem:

backventil: 4 av 10 = 40 %

annan ventil: 5 av 10 = 50%

kylrör: 1 av 10 = 10 %

Elfel:

strömavbrott: 6 av 26 = 23 %

säkringsbrott: 10 av 26 = 38 %

kompressor: 8 av 26 = 31 %

nivågivare: 1 av 26 = 4 %

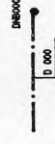
motorskydd: 1 av 26 = 4 %

BILAGA 3

FÖRKLARINGAR

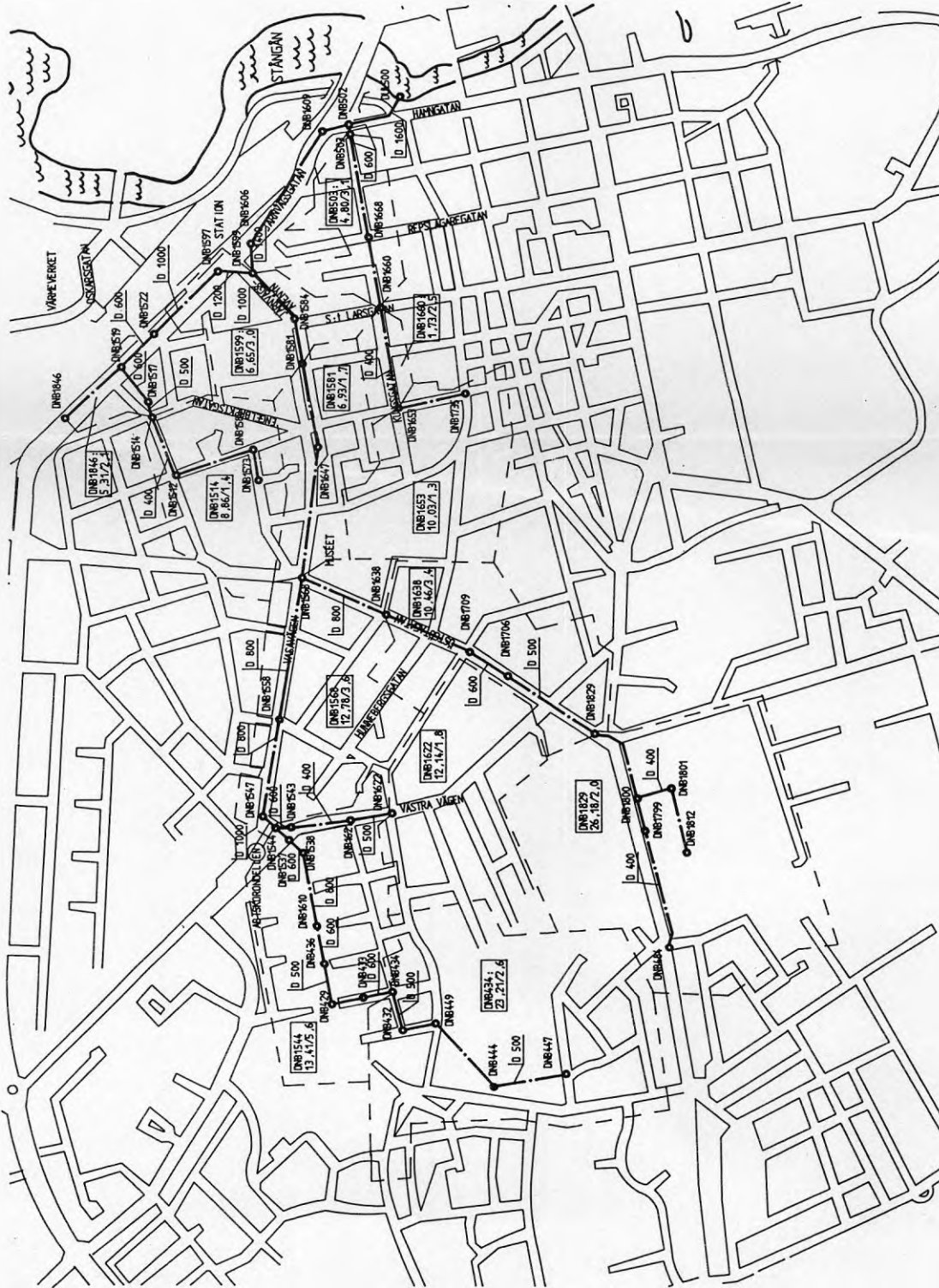


De lomsåde DN8000 med total
resp. hårdjord yta (ha) angivet.

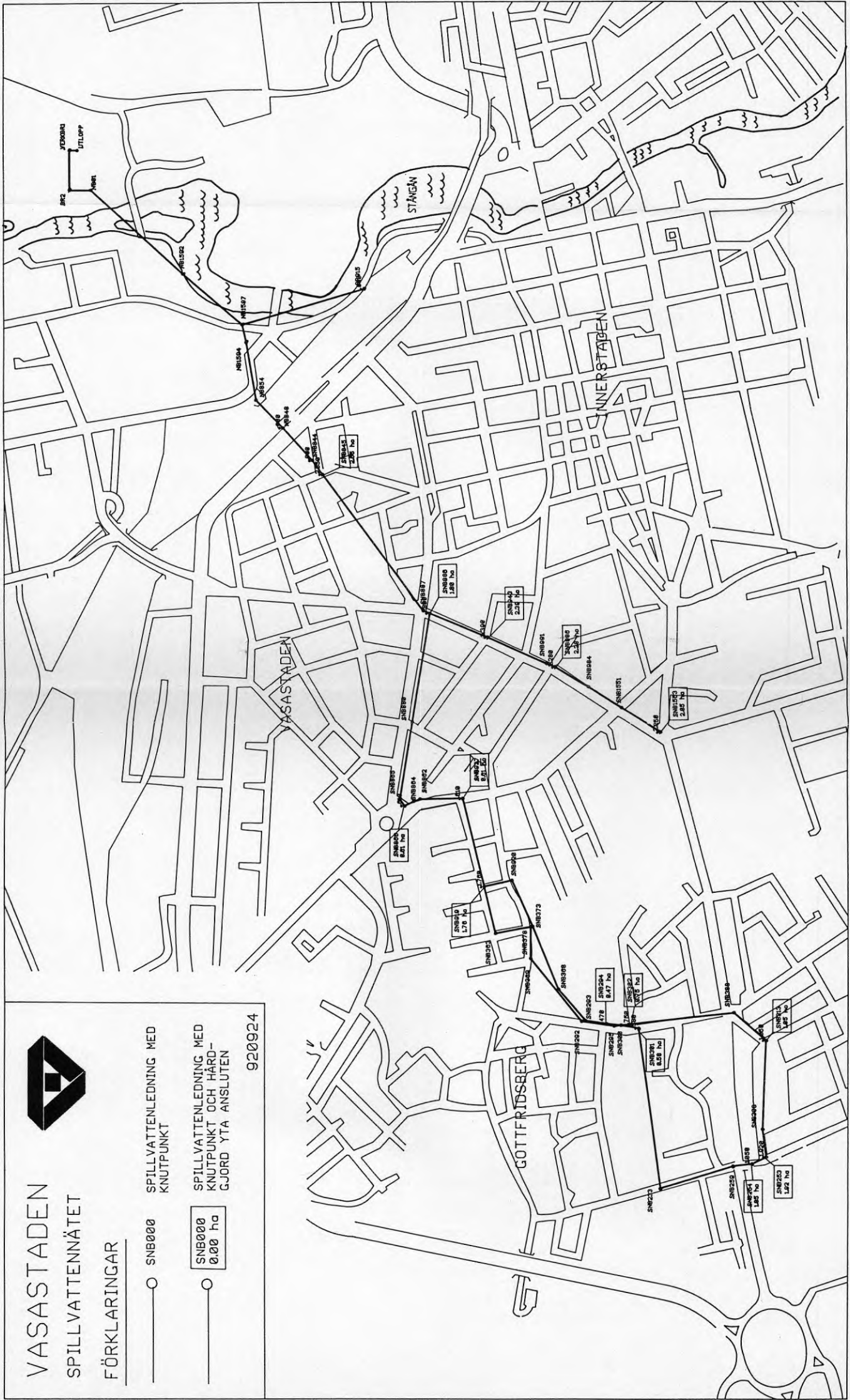


Dravvattenledning med knutpunkt och
dimensjon.

I den kalkbräde MOUSE-modellen är de hårdgjorda
ytorna ökade med 25%



TEKNISKA VERKEN I LINDBÄCK	1	1	1
VASASTADEN			
DAGVATTENRÄTT MED AVRIKINGSRÄDEN			
ENLIGT MOUSEMODELL DELVIS			
KOMBINERAT AVLOPPSSYSTEM	SKALA 1:5000		
BYGGNAD			



VASASTADEN
SPILLVATTENÄTET

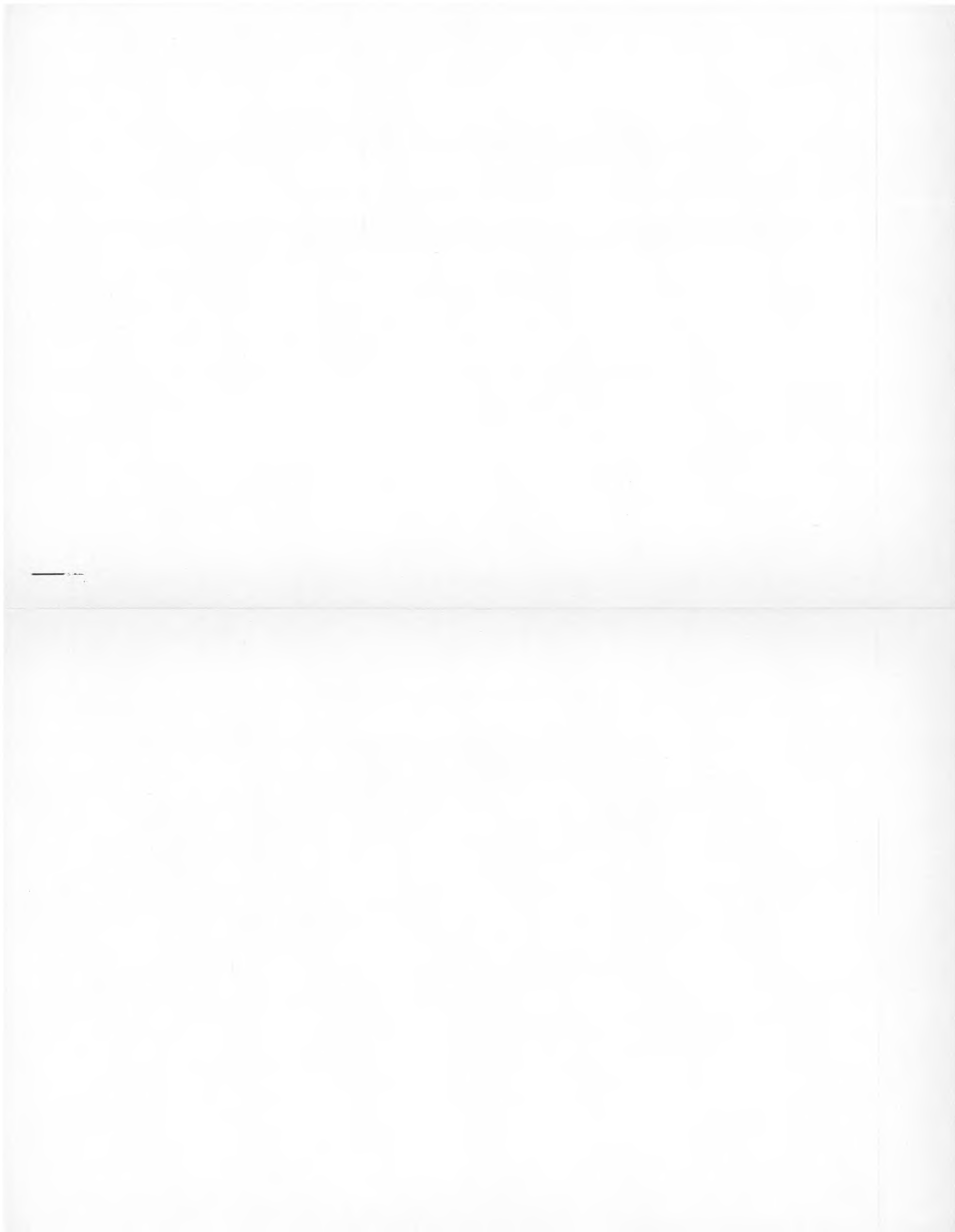
FÖRKLARINGAR



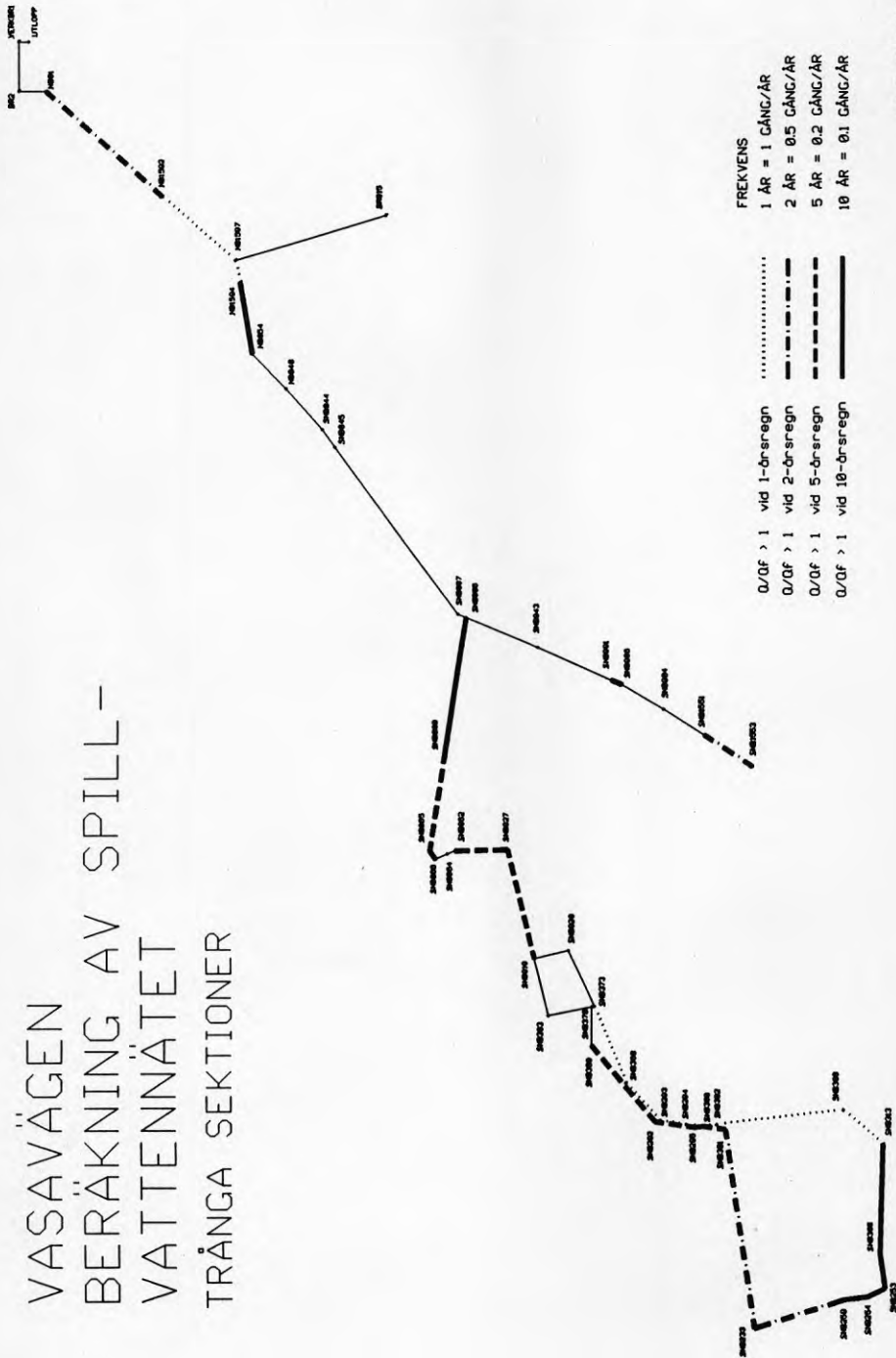
○ SNB000 SPILLVATTENLEDNING MED
KNUTPUNKT

○ SNB000 0.00 ha SPILLVATTENLEDNING MED
KNUTPUNKT OCH HÅRD-
GJORD YTA ANSLUTEN

920924



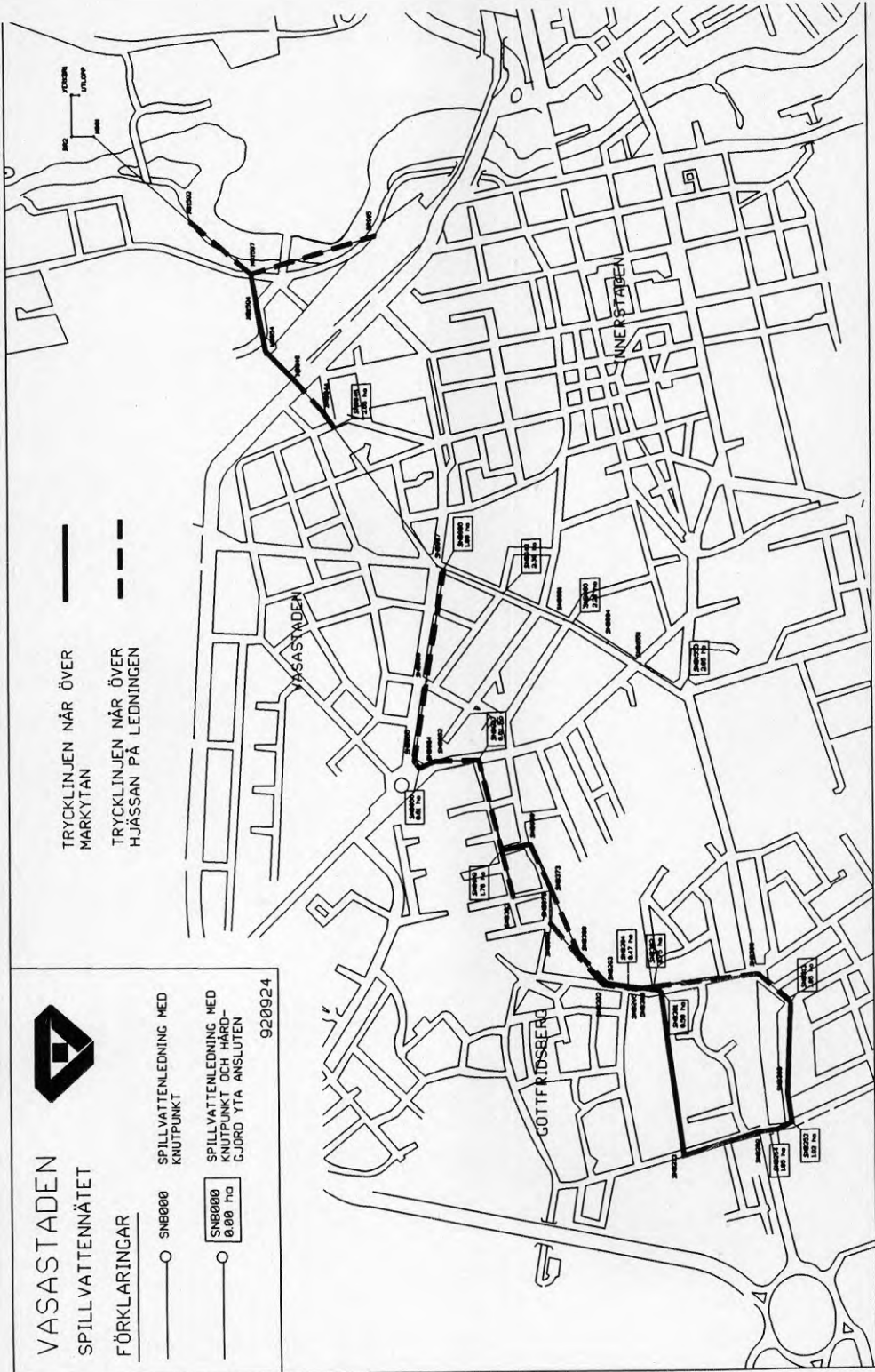
VASÄVÄGEN
BERÄKNING AV SPILL-
VATTENNÄTET
TRÅNGA SEKTIONER



- FREKVENNS
- 1 ÅR = 1 GÅNG/ÅR
 - 2 ÅR = 0.5 GÅNG/ÅR
 - 5 ÅR = 0.2 GÅNG/ÅR
 - 10 ÅR = 0.1 GÅNG/ÅR
- 0.0/ > 1 vid 1-årsregn
 0.0/ > 1 vid 2-årsregn - - - - -
 0.0/ > 1 vid 5-årsregn - - - - -
 0.0/ > 1 vid 10-årsregn - - - - -

920929

SPILLVATTENSYSTEMET FALL 4



VASASTADEN
SPILLVATTENNÄTET

FÖRKLARINGAR



SPILLVATTENLEDNING MED
KNUTPUNKT

SNB000



SPILLVATTENLEDNING MED
KNUTPUNKT OCH HÅRD-
GJORD YTA ANSLUTEN

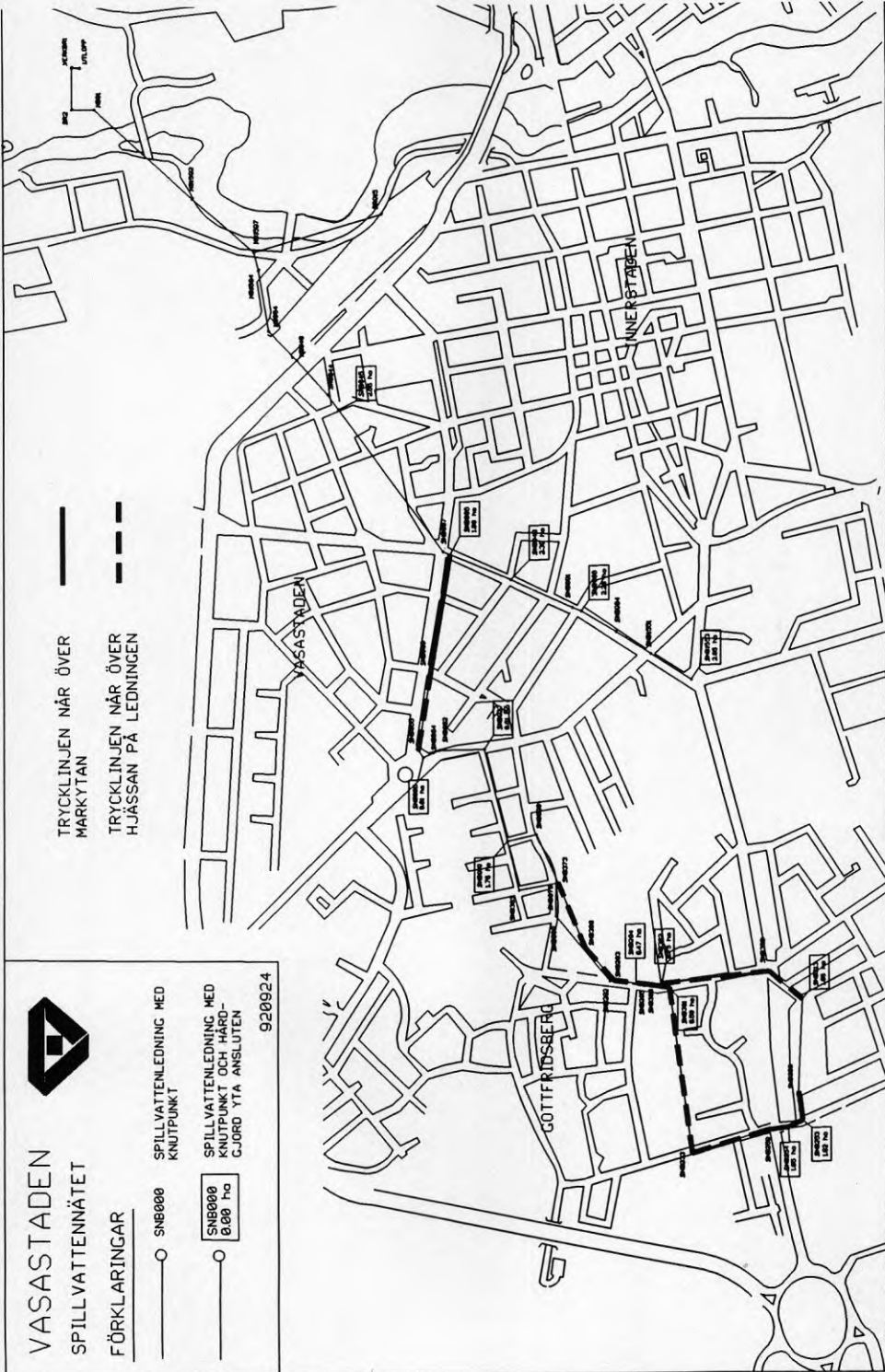
SNB000
0.00 Hg

920924

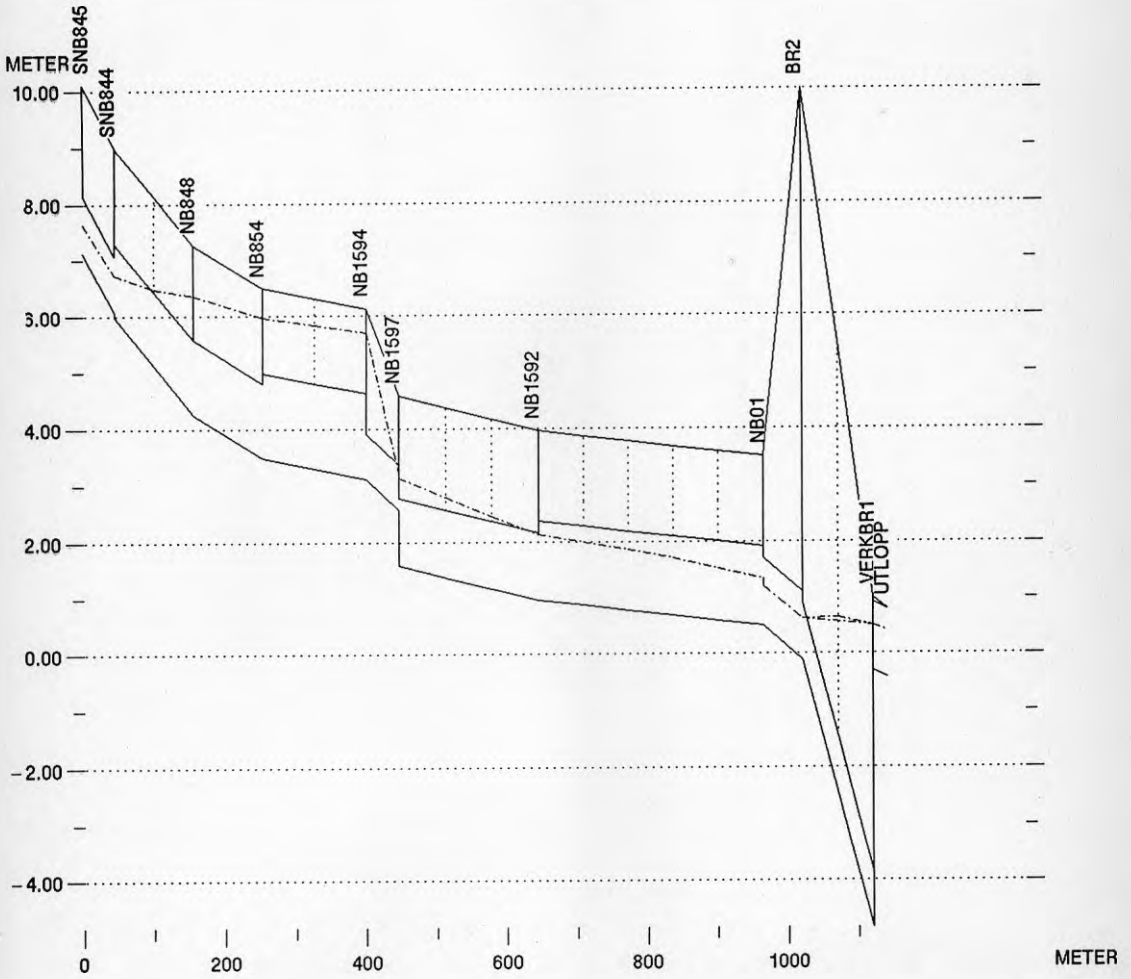
TRYCKLINJEN NÄR ÖVER
MARKYTAN

TRYCKLINJEN NÄR ÖVER
HJÄSSAN PÅ LEDNINGEN

SPILLVATTENSYSTEMET FALL5



BILAGA 12



VATTENSTAND LEDNINGAR
DATAFIL : VASOMR.SWF
RESULTATFIL : VAS0550.PRF
BERÄKNAT : 21 - SEP - 1992, 08:31

T = 27.00 min
SKALA : LÄNGD : 1:8000
HÖJD : 1:100
LEDNINGSNÄTSMODELL, DYNAMISK VAG

MOUSE





R59:1993

ISBN 91-540-5606-3

Bygghälsö, Stockholm

Art.nr: 6813059

Abonnemangsgrupp:

X. Samhällsplanering

V. Anläggningsteknik

Distribution:

Svensk Byggtjänst

171 88 Solna

Cirkapris: 87 kr inkl moms