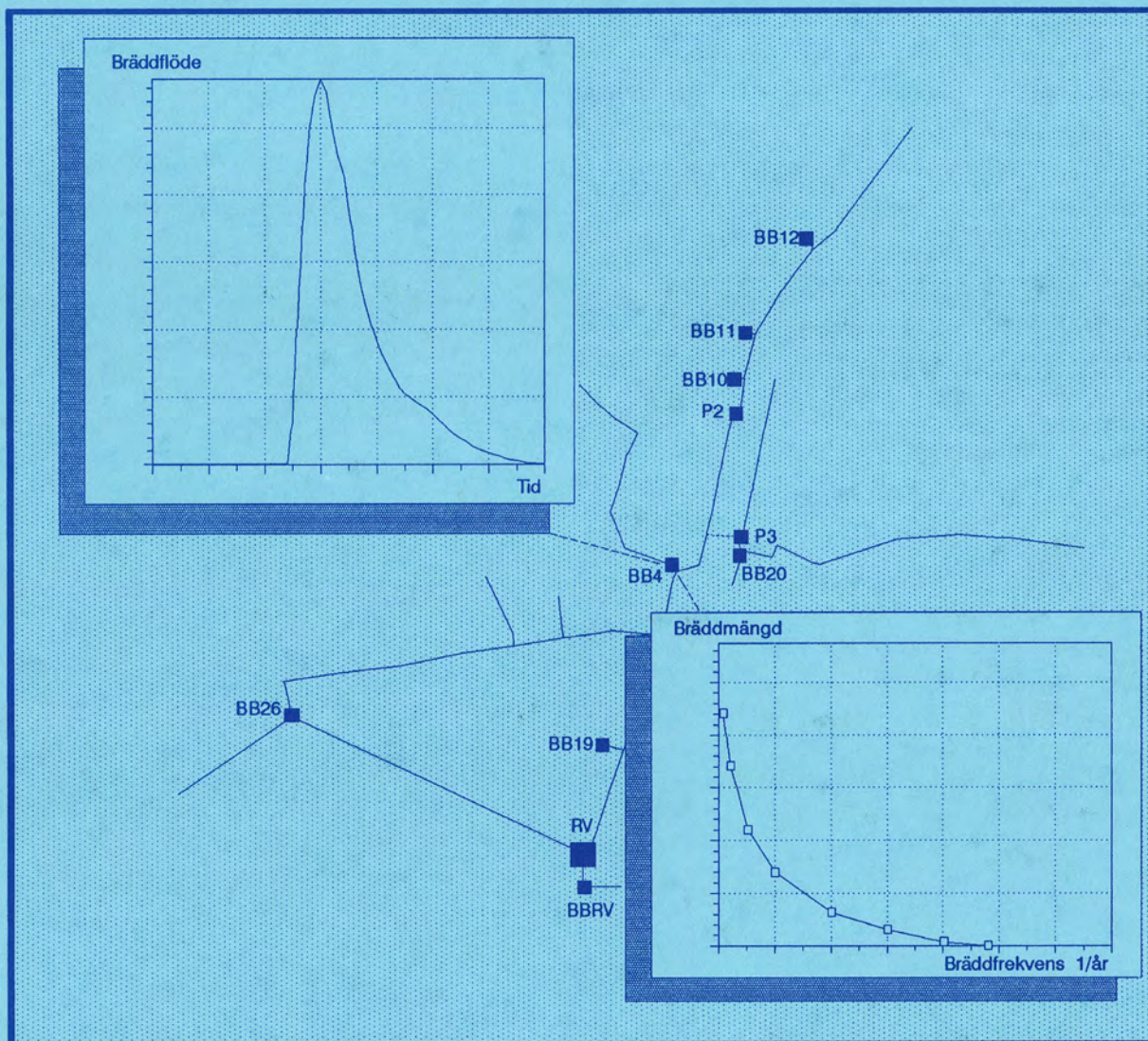




Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter

Mats Andreasson

Johan Larsson



VA-FORSK

VA-FORSK är kommunernas eget FoU-program om kommunal va-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande en krona per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig och intresset från kommunernas sida har varit mycket stort. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-FORSK initierades gemensamt av Kommunförbundet och VAV. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning inom det kommunala va-området. Projekt bedrivs inom hela det va-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-FORSK styrs av en kommitté, som utsetts gemensamt av VAV och Kommunförbundet. Kommittén är underställd VAVs styrelse. Under perioden 1990 – 1993 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Överingenjör Karl Gunnar Andersson	Västerås Energi och Vatten, Västerås
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Driftchef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Avdelningschef Jane Cederqvist	Sv kommunförbundet
Ordf i tekniska nämnden Bengt Karlsson	Tekniska kontoret, Tanumshede
Ordf i tekniska nämnden Thure Larsson	Gatukontoret, Visby
Överingenjör Bengt L Persson	Gatukontoret, Malmö
Länsbostadsdirektör Rolf Thomasson	Umeå
Ordf i tekniska nämnden Bertil Österlund	Gatukontoret, Falun
Vd Lars Jansson	VAV
Forskningsledare Jan Falk, sekreterare	VAV

VA-FORSK
Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
Regeringsgatan 86
111 39 STOCKHOLM
Tel: 08-23 29 35
Fax: 08-21 37 51

Rapport nr 1992-08



**Bräddning – Problemets
omfattning i svenska tätorter**

**Mats Andreasson
Johan Larsson**

VA-FORSKs rapportserie

Rapportens titel:	Bräddning Problemet omfattning i svenska tätorter
Title of the report:	Waste Water Overflow The extent of the problem in Swedish urban areas
Rapportens beteckning Nr i VA-FORSK-serien:	1992-08
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-88392-147
Författare:	Mats Andreasson, Johan Larsson
Utgivare:	Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
VA-FORSK projekt nr:	90-110
Projektets namn:	Bräddning — Problemet omfattning i svenska tätorter
Projektets finansiering:	VA-FORSK
Rapporten beställs från:	Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 171 88 Solna, tel 08-734 51 00
Rapportens omfattning	
Sidantal:	128
Format:	A4
Upplaga:	1 500
Sökord:	Avlopp, bräddning, recipient, reningsverk
Keywords:	Sewer, overflow, receiving water, treatment plant
Sammandrag:	Rapporten omfattar en genomgång av ett 15-tal svenska tätorter där utredningar gjorts de senaste åren. Bräddvolym, bräddfrequens samt varaktighet redovisas tillsammans med en översiktlig genomgång av använda beräkningsmetoder och föreslagna åtgärder.
Abstract:	This report contains a summary of 15 investigations of waste water overflow problems in Swedish communities. The extent of the problem in term of total volume, frequency and duration are presented along with an over view of the calculation methods used and solutions proposed in each case.
Målgrupper:	Svenska kommuners va-tekniska förvaltningar Miljövårdsmyndigheter Konsulter inom va-branschen
Utgivningsår:	1992
Pris 1992:	100 kr exkl moms

SAMMANFATTNING

Bräddning av obehandlat avloppsvatten sker i varierande omfattning vid flertalet kommunala avloppsanläggningar. Flöden i ledningsnätet som är så stora att bräddning sker inträffar framför allt i samband med dagvattenavrinning i kombinerade ledningsnät. Även i separerade spillvattennät förekommer dock ofta en betydande indirekt nederbördspåverkan. Dessutom förekommer inläckage från hav, sjöar och vattendrag i samband med höga vattenstånd. Bräddningsproblemet omfattning varierar mellan olika tätorter beroende på lokala faktorer, så som andel kombinerat system, anläggningens kapacitet, nederbördsförhållanden, geohydrologi, utsläppspunkternas läge, recipientförhållanden med flera.

Under 1990 har SNV publicerat nya föreskrifter för kontroll av avloppsanläggningar. Föreskrifterna innehåller bindande regler om hur kontrollen skall gå till. SNV planerar även att ge ut allmänna råd för kontrollen av bräddning på ledningsnätet. Som faktaunderlag för de kommande allmänna råden har en sammanställning av de mätningar och beräkningar av bräddningens omfattning som genomförts inom ramen för olika sanerings- och förnyelseplaner samt forskningsrapporter tagits fram. Rapporten som har finansierats av VA-FORSK, redovisar situationen i ett femtontal tätorter samt diskuterar de metoder som använts för att bestämma bräddade mängder och frekvenser. Resultaten avser genomgående bräddningen på ledningsnätet.

De beräknade årliga bräddvolymerna avser normalt ett år med normala nederbördsförhållanden och utan driftavbrott (nödutlopp). Under dessa förhållanden varierar bräddningen från under 1 % till mer än 10 % av den årliga avloppsvolymen till reningsverket. Av flera studier framgår dock att bräddningen under kortare tidsperioder kan svara för betydligt större andelar, ofta mer än 50 %. För samtliga här redovisade bräddavlopp är bräddfrequensen normalt av storleksordningen 10-20 gånger per år medan de mest aktiva bräddavloppen normalt träder i funktion 30-50 gånger per år.

Det säkraste sättet att bestämma bräddade volymer är permanenta flödesmätningar i samtliga bräddpunkter. Av ekonomiska skäl är det dock svårt att tänka sig generella krav på en sådan lösning. En rimligare utgångspunkt är registrering av enklare mätvariabler (t ex nivå, frekvens, varaktighet) i flertalet större bräddavlopp, kompletterad med beräkningar av bräddade mängder med utgångspunkt från registrerad nederbörd.

Användningen av datorbaserade beräkningsmodeller är idag mycket spridd. Generellt gäller att kostnaderna för modellberäkningar, oavsett val av beräkningsmodell, alltid är mycket lägre än kostnaderna för permanenta flödesmätningar. Det bör därför inte innebära något problem att använda bästa möjliga beräkningsmetodik oavsett mängden tillgängliga fältmätningar.

FÖRORD

I det dagliga arbetet med att förbättra vår miljö ingår bland annat åtgärder på de kommunala avloppssystemen. Arbetets inriktning styrs av olika sidor i samhället. Användarna av systemen ställer krav som ofta är relaterade till direkta problemsituationer så som bräddning av avloppsvatten i närheten av badvikar och fiskeplatser. De miljövärdande myndigheterna, Statens Naturvårdsverk, Länsyrelsernas Naturvårdsenheter och kommunernas Miljö- och Hälsoskyddsförvaltningar ställer krav på systemets funktion utifrån lokala, regionala och även nationella aspekter. Här handlar det oftast om krav som ställs för att trygga recipienternas miljö långsiktigt. En faktor som i detta sammanhang diskuteras och analyseras är bräddning av orenat avloppsvatten till olika recipienter.

Flera utredningar har under senare år genomförts för att kartlägga problemets omfattning i olika avloppssystem. Dock har denna information normalt stannat på det lokala planet. För att föra kunskapen vidare har denna sammanställning av utförda utredningar gjorts.

Arbetet med sammanställningen som finansierats av VA-FORSK har utförts av VBB VIAK/Ledningsförnyelse. Mats Andreasson och Johan Larsson har svarat för sammanställningen. Den slutliga redigeringen av de olika bidragen har utförts av Lars Nikell. Ett stort tack riktas till alla de som bidragit med material till sammanställningen.

Mats Andreasson

Johan Larsson

INNEHÅLL

INLEDNING	1
NYA FÖRESKRIFTER FRÅN SNV	2
DEFINITION AV BRÄDD- OCH NÖDAVLOPP	3
BRÄDDFÖRHÅLLANDEN	3
METODBESKRIVNING	5
Enklare överslagsberäkningar	5
Detaljerad beräkningsmodell - enkla typregn	5
Grov beräkningsmodell - kontinuerlig regnserie	6
DISKUSSION	7

BILAGOR:

- Bilaga 1: Stockholms stad
- Bilaga 2: Göteborgs kommun
- Bilaga 3: Malmö kommun
- Bilaga 4: Norrköpings centralort
- Bilaga 5: Jönköpings centralort
- Bilaga 6: Helsingborgs centralort
- Bilaga 7: Sundsvalls centralort
- Bilaga 8: Lunds centralort
- Bilaga 9: Halmstads centralort
- Bilaga 10: Mölndals kommun
- Bilaga 11: Borlänge centralort
- Bilaga 12: Västerviks centralort
- Bilaga 13: Landskrona centralort
- Bilaga 14: Karlskoga centralort
- Bilaga 15: Sundbybergs kommun

INLEDNING

Bräddning av obehandlat avloppsvatten sker i varierande omfattning vid flertalet kommunala avloppsanläggningar. Förekomsten av bräddning är normalt en naturlig följd av de tekniska och ekonomiska svårigheterna att dimensionera avloppsanläggningen, speciellt avskärande ledningar, pumpstationer och reningsverk, för mer än en begränsad del av förekommande variationer i flödestillrinningen.

Stora flödesvariationer inträffar framför allt i samband med dagvattenavrinning i kombinerade ledningsnät. Även i separerade spillvattennät förekommer dock ofta en betydande indirekt nederbördspåverkan. Dessutom förekommer inläckage från hav, sjöar och vattendrag i samband med höga vattenstånd.

Bräddningsproblemets omfattning varierar mellan olika tätorter beroende på lokala faktorer, som andel kombinerat system, avloppsanläggningens kapacitet, nederbördsförhållanden, geohydrologi, utsläppspunkternas läge, recipientförhållanden med flera.

Trots de lokala faktorernas betydelse gällde fram till slutet av 70-talet som generellt krav att spill- och dagvatten skulle separeras och avledas i skilda ledningssystem. Av flera skäl, inte minst ekonomiska, övergavs denna strategi och ersattes av ett krav på lokala åtgärdsplaner, så kallade saneringsplaner.

Syftet, och styrkan, med dessa planer var just att låta de lokala förhållandena påverka typ och omfattning av erforderliga åtgärder. En uppenbar svaghet har dock visat sig vara bristen på kontroll och uppföljning av hur problematiken hanteras i de enskilda fallen. Jämför till exempel med de generella utsläppskrav som gäller för avloppsreningsverken.

NYA FÖRESKRIFTER FRÅN SNV

Under 1990 har SNV publicerat nya föreskrifter för kontroll av avloppsanläggningar. Utöver detaljerade krav på mätningar av behandlat och bräddat avloppsvatten vid reningsverket, anges att kontrollen av bräddat avloppsvatten på ledningsnätet skall ske genom bestämning av bräddad volym med hjälp av mätning i bräddavlopp eller med hjälp av modellberäkningar.

De nya föreskrifterna innehåller, till skillnad från tidigare allmänna råd, bindande regler om hur kontrollen skall gå till. SNV planerar också allmänna råd för kontrollen av bräddning på ledningsnätet, som mer konkret beskriver erforderliga insatser. Dessa allmänna råd och kommer bland annat att rekommendera utnyttjandet av datorstödda beräkningsmodeller, inte bara som komplettering av mätinsatser utan även som underlag för planering av åtgärder.

Som faktaunderlag för de kommande allmänna råden har SNV och VAV bedömt det angeläget att sammanställa resultatet av de mätningar och beräkningar av bräddningens omfattning som genomförts inom ramen för olika sanerings- och förnyelseplaner samt forskningsrapporter. Projektet, som finansierats av VAVs forskningsprojekt VA-FORSK, redovisar situationen i ett femtontal tätorter samt diskuterar de metoder som använts för att bestämma bräddade mängder och frekvenser.

I denna rapport redovisas resultaten för varje tätort i bilagor. En översiktlig sammanställning och diskussion vad gäller använd metodik redovisas nedan.

DEFINITION AV BRÄDD- OCH NÖDAVLOPP

Bräddavlopp definieras i allmänhet som den anordning vilken möjliggör en avlastning av avloppsvatten till recipient då tillrinningen är större än avloppsanläggningens kapacitet.

Nödutlopp definieras som en nödvändig anordning som avloppsanläggningen måste förses med, i exempelvis pumpstationer, för att förhindra översvämnings-skador vid pumphaveri eller elavbrott.

I denna rapport behandlas ej bräddning från nödavlopp.

BRÄDDFÖRHÅLLANDEN

I tabell 1 nedan redovisas nyckeltal för bräddningens omfattning i de 15 studerade tätorterna. Uppgifterna har hämtats från tillgängliga utredningar där det primära syftet i de flesta fallen varit att finna erforderliga åtgärder för att minska bräddningsproblem på ledningsnätet. På grund av skilda förutsättningar i de olika utredningarna är uppgifterna inte alltid helt jämförbara.

Centralort	Avrinningsområde		Metod	Tillrinning till avloppsreningsverk (Mm ³ /år)	Bräddvolym på ledningsnätet		Kontrollerade bräddavlopp (antal)	Bräddfrekvens	
	Total yta (ha)	Kombinerad ansluten yta (ha)			Årlig bräddvolym (m ³ /år)	Jämfört med ink till ARV (%)		Max (ggr/år)	Medel (ggr/år)
Stockholm	13 200	5 000	II	184,0	820 000	0,5	250		
Göteborg	13 900	3 300	I	87,0	6 200 000	7,1	100	100	
Malmö	4 250	2 050	III	44,5	400 000	0,9	40		
Norrköping		470	II	15,0	35 000	0,3	26	35	5
Jönköping		540	I	12,7	200 000	1,6	10		
Helsingborg			III	21,0	570 000	2,7	12	32	12
Sundsvall	1 720	950	I	10,0	185 000	1,9	9	59	22
Lund			III		173 000		8		
Halmstad	2 600	500	II	13,0	250 000	1,9	15	100	32
Mölnådal	1 500	130	II	9,1	28 000	0,3	5	20	11
Borlänge	4 400		II	6,6	52 500	0,8	6	50	18
Västervik	2 500		II	5,7	56 000	1,0	8	19	10
Landskrona	1 000	180	II	6,0	18 300	0,3	5	35	20
Karlskoga			III	6,0	910 000	15,0	9	123	93
Sundbyberg	380	110	II		29 000		3	17	14

Tabell 1: Sammanställning av nyckeltal för de i bilagorna redovisade orterna.

Vid användning av uppgifterna i *tabell 1* bör följande noteras:

- * Tätorterna har angivits efter kommunens storlek. Som framgår närmare av bilagorna avser dock uppgifterna normalt verksamhetsområdet för ett eller flera avloppsreningsverk.
- * Den använda beräkningsmetodikerna har grovt klassificerats i tre kategorier (I, II och III). De olika metoderna beskrivs närmare under rubriken *METODBESKRIVNING* nedan.
- * I samtliga fall som redovisas ovan har beräkningsmetodiken verifierats med hjälp av mätningar i ett begränsat antal mätpunkter under en begränsad tidsperiod.
- * Den beräknade årliga bräddvolymen avser genomgående bräddningen på ledningsnätet. I vissa fall kan det dock vara svårt att avgöra om ett bräddavlopp skall anses höra till reningsverket eller ledningsnätet.
- * Den beräknade årliga bräddvolymen avser i flertalet fall ett medelår med normala nederbördsförhållanden och utan driftavbrott (nödutlopp).

Sammanfattningsvis visar tabellen att de i bilagorna redovisade bräddvolymerna varierar, under ovanstående avgränsningar, från under 1 % till mer än 10 % av den årliga avloppsmängden till reningsverket. Av flera studier framgår dock att bräddningen under kortare tidsperioder kan svara för betydligt större andelar, ofta mer än 50 %.

Det angivna antalet bräddavlopp och beräknad bräddfrens kompletterar bilden av bräddavloppsförhållandena. För nästan samtliga bräddavlopp är bräddfrens normalt av storleksordningen 10-20 ggr/år medan de mest aktiva bräddavloppen normalt träder i funktion 30-50 ggr/år.

METODBESKRIVNING

I den sammanfattande tabellen för de studerade tätorterna har den använda beräkningsmetodiken grovt klassificerats. I många fall finns dock kombinationer och varianter som gör det svårt att generalisera. För en närmare beskrivning av dessa hänvisas till bilagorna. Nedan görs dock ett försök att belysa principiella skillnader mellan olika metoder.

ENKLARE ÖVERSLAGSBERÄKNINGAR (I)

Här avses olika varianter på en mer traditionell beräkningsmetodik baserad på intensitets och varaktighetskurvor för nederbörden. Ingångsdata är vanligtvis begränsad till nyckeltal för varje bräddavlopp som deltagande yta, befolkningstäthet, utspändningstal eller kritisk bräddintensitet.

Beräkningsmetodiken är mycket enkel, men kan i många fall ge en rimlig storleksordning på den årliga bräddvolymen. Den är dock svår att verifiera mot fältmätningar. Metoden beaktar ej magasineringseffekter och ger ej heller någon information om bräddfrequenser eller enskilda bräddtillfällen.

Slutligen kan metodiken ej användas, i en planeringssituation, för att beskriva effekten av konkreta åtgärdsförslag.

DETALJERAD BERÄKNINGSMODELL - ENKLA TYPREGN (II)

Detta är den vanligaste metodiken i samband med åtgärdsplanering. Huvudvikten läggs här vid formuleringen av en detaljerad hydraulisk modell av ledningsnätet. Tidigare användes *SWMM-EXTRAN* men under senare år har *MouseRÖR* blivit den dominerande modellen. Modellens hydrologiska och hydrauliska parametrar verifieras via jämförelser mellan uppmätta och beräknade hydrografer för ett begränsat antal nederbördstillfällen. Den direkta beräkningen av bräddade volymer sker via enkla typregn (vanligtvis så kallade *CDS-regn*) vars återkomsttid antas motsvara bräddningens återkomsttid.

Beräkningsmetodiken har visats kunna ge rimliga värden på den årliga bräddvolymen. Den är lätt att verifiera mot fältmätningar, ger information om bräddfrequenser och är mycket effektiv för att bedöma effekter i samband med åtgärdsplanering.

Den ger dock ingen information om enskilda, verkliga bräddtillfällen eller beskriver hydrologiska säsongsvariationer. Exempelvis kan inte bräddning i samband med snösmältning studeras.

GROV BERÄKNINGSMODELL - KONTINUERLIG REGNSERIE (III)

De detaljerade beräkningsmodellerna har av beräkningsekonomiska skäl hittills inte kunnat användas tillsammans med kontinuerliga regnserier. En alternativ metodik har därför baserats på en kraftigt förenklad modell av ledningsnätet, både vad avser hydrauliska processer och detaljeringsgrad. I vissa fall har den grova modellen verifierats mot beräkningsresultat från en mer detaljerad modell. Beräkningen av bräddade volymer sker genom att medelvärdesbilda beräknad bräddning under flera års uppmätta nederbördstillfällen.

Beräkningsmetodiken har visats kunna ge rimliga värden på den årliga bräddvolymen under förutsättning att den verifierats i tillräcklig omfattning och utnyttjar representativa nederbördsserier. Med representativa nederbördsserier avses då lokala serier av tillräcklig längd.

Metoden ger goda möjligheter till en mer fullständig bild av bräddförhållanden, exempelvis säsongsvariationer och variationer mellan olika år. Den förenklade modellen av ledningssystemet gör det dock ofta svårt att använda metodiken i samband med åtgärdsplanering.

Användningen av kontinuerliga regnserier gjordes tidigare i en kontinuerlig version av *SWMM-RUNOFF*. Under senare år har även *MouseSAMBA* använts i viss omfattning. En gemensam svaghet hos dessa modeller är oförmågan att beskriva indirekt nederbördspåverkan. Det vill säga hydrologiska magasinseffekter och snösmältningsförlopp.

Under senare tid har flera tillämpningar skett med *MouseNAM*. Detta är en hydrologisk avrinningsmodell som på ett mera korrekt sätt beaktar ovanstående effekter som beror på de hydrologiska variationerna i området. Denna metodik förutsätter dock verifiering mot långa flödesserier vilka inte alltid finns tillgängliga.

DISKUSSION

Det är svårt att generellt uttala sig om noggrannheten i de redovisade bräddförhållandena. Även om mätinsatserna är av ungefär samma storleksordning så kan felet i den beräknade årliga bräddvolymen variera beroende på den metodik som använts för att generalisera fältmätningarna.

Det säkraste sättet att bestämma bräddade volymer är permanenta flödesmätningar i samtliga bräddpunkter. Av ekonomiska skäl är det dock svårt att tänka sig generella krav på en sådan lösning. En rimligare utgångspunkt är registrering av enklare mätvariabler, så som nivå, frekvens och varaktighet i flertalet större bräddavlopp, kompletterad med beräkningar av bräddade mängder med utgångspunkt från registrering av nederbörden.

Användningen av datorbaserade beräkningsmodeller, exempelvis *MOUSE*-systemet är idag mycket spridd. Tekniken utvecklas också kontinuerligt vidare och standardiseras alltmer. Generellt gäller att kostnaderna i samband med modellberäkningar, oavsett val av beräkningsmodell, alltid är mycket lägre än kostnaderna för permanenta flödesmätningar. Det bör därför inte innebära något problem att använda bästa möjliga beräkningsmetodik oavsett mängden tillgängliga fältmätningar.

Bästa möjliga beräkningsmetodik idag kan sannolikt beskrivas som en kombination av följande:

- * En beräkning av avrinningen med en kontinuerlig hydrologisk modell av typ *MouseNAM*.
- * En detaljerad hydraulisk modell av typ *MouseRÖR* som belastas med den ovan beräknade avrinningen.
- * Verifiering av modellerna mot tillgängliga fältmätningar.
- * En beräkning med en kontinuerligt registrerad nederbördsserie.
- * Statistisk bearbetning av resultatet inför redovisning av erforderliga uppgifter.

Bilagor

STOCKHOLMS STAD

Under åren 1978-1983 genomfördes en utredning om Stockholms framtida avloppssystem, *Plan 1983*. Nedan redovisas en sammanställning av utredningens resultat. Dessutom har ett antal mer detaljerade beräkningar av avgränsade kombinerade områden genomförts. Dessa beräkningar redovisas i tabellform.

BAKGRUND

I 1963 års vattendom ålades Stockholms Stad att snarast omlägga det befintliga kombinerade avloppssystemet till duplikatsystem. Staden har hos koncessionsnämnden för miljöskydd begärt omprövning av denna dom. Koncessionsnämnden har genom beslut år 1980 villfarit denna begäran och föreskrivit att staden skall upprätta en plan för hur utbyggnad och omläggning av avloppsnätet ska ske för olika delområden.

Planen, som lades fram i augusti 1983, grundar sig på en utredning av bräddavloppsförhållanden i hela staden. Härvid har cirka 250 bräddavlopp och deras effekt på olika recipientavsnitt studerats, dels för nuläget, dels efter föreslagna åtgärder. Datormodellen *SWMM-EXTRAN* har utgjort stomme i beräkningarna.

Utredningen syftar till att presentera en åtgärdsplan för utbyggnad av avloppsnätet inom Stockholms Stad så att optimalt utbyte uppnås sedan tekniska, ekonomiska och miljömässiga aspekter sammanvägts. I planen ingår ett förslag till prioriteringsordning för de olika recipientavsnitten beroende på vattenområdernas användning.

ORIENTERING

Vid tiden för Plan 1983 utgör de kombinerade ledningarna ungefär 50% av stadens ledningsnät. Förslaget innebär att andelen kombinerade ledningar minskar till cirka 45% .

Avloppssystemet belastar fyra reningsverk:

1. Henriksdals reningsverk tillförs vatten från större delen av innerstaden och östra söderort. Dessutom är Nacka, Tyresö, Haninge och Huddinge kommuner anslutna via Stockholms avloppstunnelsystem. Den normala tillrinningen till verket är 107 milj m³ per år.
2. Louddens reningsverk tar emot avloppsvatten från östra delen av innerstaden, totalt ungefär 5 milj m³ per år.

3. Åkeshov-Nockeby reningsverk tillförs vatten från stadens västra delar, men även från grannkommunerna Järfälla, Ekerö och Sundbyberg. Totala tillrinningen till verket är normalt 56 milj m³ per år.
4. Eolshälls reningsverk, tillförs avloppsvatten från de västra delarna av söderort och en mindre del av västerort. Årstillrinningen är cirka 16 milj m³.

Av den totala tillrinningen till avloppsverken på 180 miljoner m³/år kommer ungefär 30 miljoner m³/år från grannkommuner. Den totala anslutna arean, efter att större grönområden räknats bort, är 140 km². Därav utgör 50 km² kombinerade områden med en hårdgjord yta av cirka 20 km².

BERÄKNINGSMETODIK

Eftersom avloppssystemet är förhållandevis stort och komplicerat, har en geografisk uppdelning i fyra etapper gjorts. Etapp I utgörs av innerstaden, etapp II av östra söderort, etapp III av västerort och etapp IV av västra söderort. Uppdelningen grundar sig på hur reningsverken belastas.

Den totala ytan har fördelats på 13 delmodeller. Avgränsningarna har gjorts vid reningsverk, pumpstationer och kritiska sektioner på ledningsnätet. Varje delmodell har delats in i ett antal avrinningsområden. Indelningen har gjorts så att varje avrinningsområde betjänas av ett bräddavlopp. Av kommunens 300 bräddavlopp har 250 behandlats i modellen. Totalt ingår cirka 1300 ledningssträckor.

Kontinuerlig registrering av nivå och flöde utfördes på 17 olika platser i ledningsnätet. De regn som givit upphov till flödena registrerades i 8 nederbörds-mätare. Vid kalibreringen av modellen användes värden från den nederbörds-mätare som vid den aktuella mätpunkten bedömts som mest representativ. I vissa fall gjordes komplettering från intilliggande nederbörds-mätare. Under verifieringen varierades tidigare antagna parametervärden för att uppnå god överens-stämmelse. Det gäller främst antaganden om torrvädersflödet och andel hårdgjord yta.

För beräkning av bräddade årsvolymer och bräddningsfrekvens har använts typregn av CDS-typ med centrisk tidsfördelning, s k Thorndalsregn, med tre timmars total varaktighet. Regnen har framtagits på basis av nederbördsstatistik för Stockholm. Beräkningar har utförts för återkomsttiderna 0,1 till 60 månader.

Dessutom har bräddning orsakad av snösmältning beräknats utifrån smältavrinningsvärden för Stockholm, framtagna av Tekniska Högskolan i Luleå.

BRÄDDAVLOPPSFÖRHÅLLANDEN

Årlig vattenbalans för hela verksamhetsområdet redovisas på *figur B1-1*. En sammanställning av beräkningsresultaten för nuläge och efter genomfört förslag redovisas i *tabell B1-4*, (ur Plan 1983 figur 10, sid 47). I tabellen redovisas dessutom årsvolymen bräddat spillvatten. I *tabell B1-1* nedan anges samma recipientavsnitt som i ovan nämnda sammanställning. För varje recipientavsnitt anges bräddfrequensen i antal tillfällen per sommarperiod och andel spillvatten i % för nuvarande situation.

Recipientavsnitt		Bräddfrequens tillfällen per sommarperiod	Andel spill %
Nr	Namn		
1	Lövstafjärden	0,5	2
2	Karlshäll - Nockebybron	1	5
3	Nockebysund	15	5
4	Vårbyfjärden	0	-
5	Fiskarfjärden	0	-
6	Kungshatt - Fläsket	0	-
7	Klubbenområdet	15	10
7,1	Norra delen	15	10
7,2	Södra delen	15	12
7,22	Älvsjö-Mälarentunneln	25	6
8	Ulvsundasjön inkl Bällstaviken och Margretelundsviken	15	5
8,1	Bällstaviken	0,5	2
8,2	Margretelundsviken	15	5
8,3	Övriga Ulvsundasjön	12	5
9	Tranebergsområdet	20	10
10	Riddarfjärden (totalt)	20	12
10,1	Väster Långholmen	7	5
10,2	Norra delen	20	15
10,3	Södra delen	15	10
11	Karlbergskanalen, Barnhusviken samt Klara sjö	20	8
11,1	Väster Barnhusbron	20	5
11,2	Öster Barnhusbron	15	10

Tabell B1-1a: Bräddfrequens och andel spillvatten för olika recipientområden vid nuvarande situation. (fortsättning på nästa sida).

Recipientavsnitt		Bräddfrequens tillfällen per sommarperiod	Andel spill %
Nr	Namn		
12	Årstaviken, Lijeholmsviken	15	3
12,1	Liljeholmsviken	3	5
12,2	Årstaviken	15	3
13	Hammarby sjö	10	2
14	Hamnbassängen väster om Danviks- kanalen	25	8
15	Hamnbassängen öster om Danviks- kanalen	25	8
16	Nybroviken, Ladugårdslandsviken	15	12
17	Djurgårdsbrunnsviken	25	10
18	Lilla Värtan (totalt)	12	5
18,1	Tranholmen - Ålkistan	10	5
18,2	Tranholmen - Lidingö Bro Vårdshus	12	5
19	Brunnsviken	2	5
20	Edsviken	0	-
21	Spångaån med Väddesta dike och Nälsta dike	1	1
21,2	Nälsta dike	1	1
21,3	Spångaån	1	1
22	Råcksta träsk	0	-
23	Kyrksjön	0	-
24	Judarn	3	1
25	Lillsjön	3	2
26	Laduviken	0	-
27	Uggleviken	0	-
28	Långsjön	12	2
29	Trekanten	0	-
30	Magelungen	0	-
31	Drevviken	1	3
32	Flaten	0	-
33	Ältasjön	0	-
34	Sicklasjön	0	-

Tabell B1-1b: Bräddfrequens och andel spillvatten för olika recipientområden vid nuvarande nuvarande situation. (forts).

Den totala mängden bräddat vatten under året har beräknats till 820 000 m³. Från duplikatområden leds 7 miljoner m³ dagvatten ut i recipienter. Årliga föroreningsmängder från dagvatten, bräddavloppsvatten och renat avloppsvatten har beräknats och redovisas i *tabell B1-2* på nästa sida.

Parameter	Dagvatten (ton/år)	Bräddavlopp (ton/år)	Renat Avlopp (ton/år)	Totalt (ton/år)
SUSP	800	160	2700	3660
COD	700	120	8500	9320
TOT-P	3	1,5	109	114
TOT-N	17	5	4170	4192

Tabell B1-2: Årliga föroreningsmängder från dagvatten, bräddavloppsvatten samt renat avloppsvatten.

ÅTGÄRDSFÖRSLAG

De åtgärder som föreslås i Plan 1983 syftar närmast till att dels minska bräddningen i ett flertal recipientavsnitt, dels minska risken för driftstörningar i avloppsnätet, översvämningar i fastigheter med mera. Den totala årliga bräddningen av avloppsvatten beräknas att genom de föreslagna åtgärderna minska från 820 000 m³ till 520 000 m³.

I förslaget ingår en mindre utbyggnad av kombinerade områden till duplicerade. Andelen duplicerade ledningar ökar något (från 50% till 55%). Samtidigt föreslås en rad punktåtgärder i form av utjämningsmagasin, nya ledningar och tunnlar, ändrade skibordshöjder med mera. Den beräknade effekten av dessa åtgärder på varje recipientavsnitt framgår av bifogad *tabell B1-4*.

Utöver detta har två större åtgärder genomförts, som båda medför minskad belastning av Mälaren som recipientområde:

1. Eolshälls Reningsverk lades ned år 1984. Inkommande avloppsvatten överförs via SYVAB:s tunnelsystem till Himmerfjärdsverket i Botkyrka.
2. Det reade avloppsvattnet från Åkeshov-Nockeby reningsverk leds genom en borrarad bergtunnel under stadens centrala delar till Saltsjön vid Skeppsholmen. Tunneln togs i drift år 1989.

ÖVRIGA UTREDNINGAR

I *tabell B1-3* nedan redovisas utredningar som gjorts vid sidan av Plan 1983. För varje utredning anges hur många bräddavlopp där registrering skett, hur många som besiktigats och hur många som ingått i beräkningar. Vidare anges antalet pumpstationer, och inom parentes andra punkter på ledningsnätet, där någon form av flödesregistrering ägt rum, vilken beräkningsmodell som använts och huruvida utredningen finns dokumenterad i en rapport.

Resultaten har i stora drag visat god överensstämmelse med Plan 1983. Med stor sannolikhet har de detaljerade modellerna givit en förbättrad bild av förhållandena.

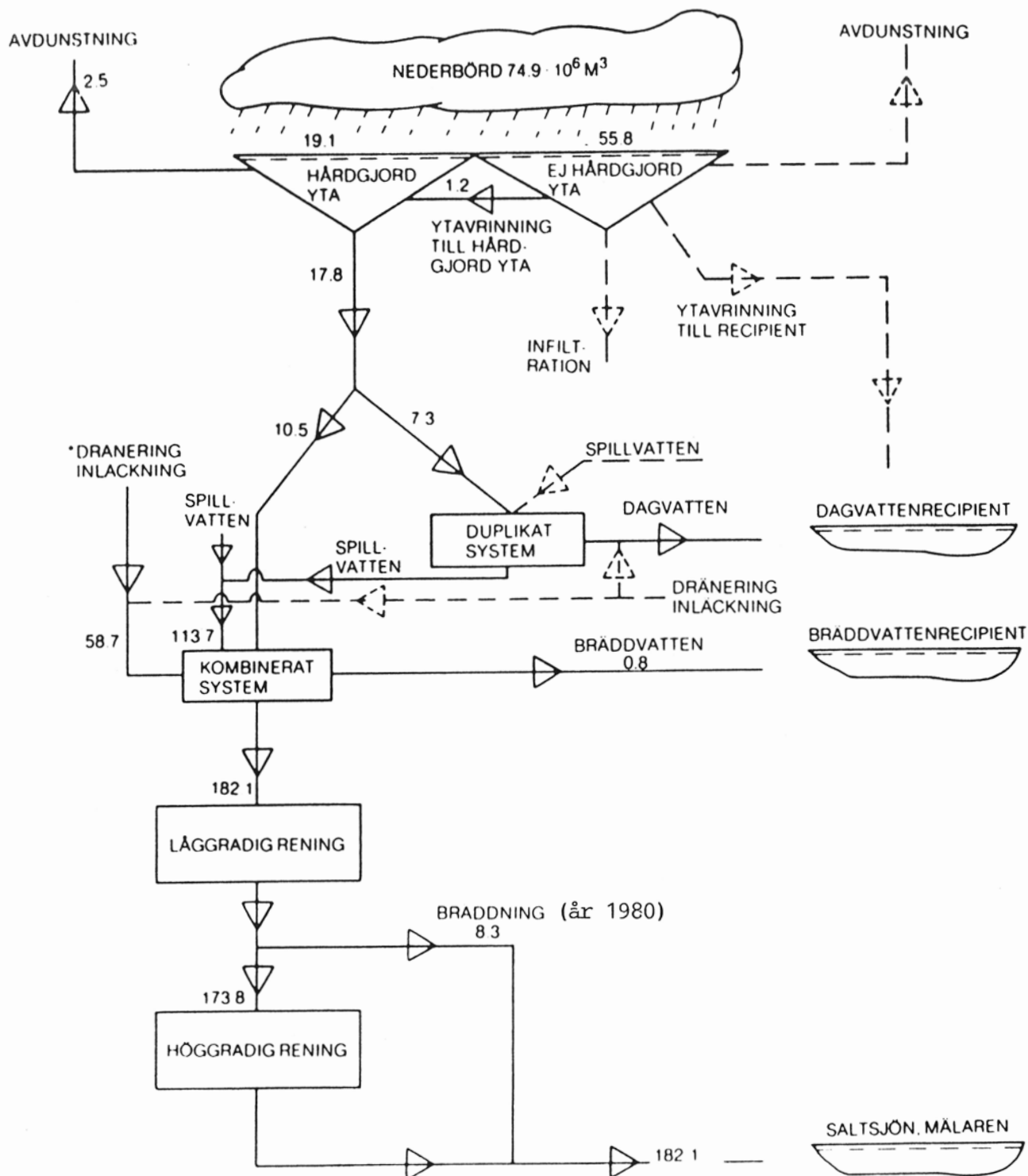
År och Plats	Bräddavlopp som har			Pumpstn Andra punkter	Modell	Rapport
	Registrerats	Besiktigats	Beräknats			
1976-1977 Diverse sjöar	4	5	-	2	-	Ja
1978-1981 Älvsjö- Mälarmagasinet	3	20	30	-	SWMM	Ja
1984-1985 Gamla Stan	2	1	10	2	MOUSE	Ja
1986 Ålsten	4	-	6	1	MOUSE	Nej
1987-1988 Alviksmagasinet	5	2	20	3 (+1)	MOUSE	Nej
1988 Roslagsgatan	-	2	10	(2)	MOUSE	Ja
1989 Kungsholmen	4	-	6	1	MOUSE	Ja
1990 Långsjön	2	-	4	1	MOUSE	Nej
1988 och 1990 Södermalm	2	-	-	-	-	-
Totalt	26	30	82	10 (13)		

Tabell B1-3: Utredningar som har studerat bräddavlopp vid sidan om Plan 83.

FAKTARUTA

Total areal inom avrinningsområdet (exklusive grannkommuner)	13 200 ha
Kombinerad yta	5 000 ha
Deltagande yta	2 000 ha
Beräkningsmetod	SWMM-EXTRAN
Avloppsmängd till reningsverk	184 Mm ³ /år
Bräddvolym på ledningsnät	820 000 m ³ /år
Bräddvolym i % av inkommande volym till reningsverk	0,5 %
Bräddvolym vid reningsverk (innan försedimentering)	---
Antal bräddavlopp som kontrollerats	250 st
Bräddfrequens (max, medel)	> 25, --- ggr/år

HELA VERKSAMHETSOMRÅDET NULÄGE



*DRANERING OCH INLÄCKNING
AVEN FRÅN GRANKOMMUNER

Figur B1-1: Årlig vattenbalans för hela verksamhetsområdet.

Recipient avsnitt	Nuläge			Förslag		
	Bräddad årsvolym (m ³ /år)		Bräddad volym spillvatten (m ³ /år)	Bräddad årsvolym (m ³ /år)		Bräddad volym spillvatten (m ³ /år)
	Inkl snösmältning	Exkl snösmältning		Inkl snösmältning	Exkl snösmältning	
1	100	100	10	0	0	0
2	2 000	300	100	2 000	300	100
3 ¹⁾	20 000	5 400	1 000	20 000	5 400	1 000
3:1 ²⁾	120 000	85 000	8 000	120 000	85 000	8 000
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7:1	19 000	11 500	2 300	10 000	6 000	1 100
7:2	70 000	45 000	8 500	11 000	9 000	650
7:22 ³⁾	239 000	142 000	14 000	194 000	109 000	11 500
Summa 7 ⁴⁾	89 000	56 500	10 800	21 000	15 000	1 750
8:1	100	100	10	0	0	0
8:2	21 000	8 000	1 000	0	0	0
8:3	100	100	10	0	0	0
Summa 8	21 000	8 000	1 000	0	0	0
9	28 000	15 000	3 000	7 000	500	700
10:1	2 000	2 000	100	100	100	10
10:2	61 000	52 000	8 500	5 000	4 000	600
10:3	25 000	20 000	1 200	0	0	0
Summa 10	88 000	74 000	9 700	5 000	4 000	600
11:1	26 000	22 000	1 300	5 000	4 000	200
11:2	12 000	12 000	1 200	2 000	2 000	200
Summa 11	38 000	34 000	2 500	7 000	6 000	400
12:1	2 000	1 500	100	0	0	0
12:2	23 000	12 000	700	23 000	12 000	700
Summa 12	25 000	13 500	800	23 000	12 000	720
13	42 000	22 000	900	32 000	12 000	300
14	138 000	113 000	10 000	122 000	97 000	12 500
15	135 000	96 000	11 000	170 000	125 000	13 600
16	23 000	21 000	2 500	11 000	10 000	1 000
17	22 000	18 000	2 400	0	0	0

¹⁾ Exklusive Brommaplan-Mälarentunneln

²⁾ Brommaplan-Mälarentunneln

³⁾ Älvsjö-Mälarentunneln

⁴⁾ Exklusive Älvsjö-Mälarentunneln

Tabell B1-4a: Bräddad årsvolym totalt och bräddad årsvolym spillvatten vid respektive recipientavsnitt (fortsättning på nästa sida).

Recipient avsnitt	Nuläge			Förslag		
	Bräddad årsvolym (m ³ /år)		Bräddad volym spillvatten (m ³ /år)	Bräddad årsvolym (m ³ /år)		Bräddad volym spillvatten (m ³ /år)
	Inkl snösmältning	Exkl snösmältning		Inkl snösmältning	Exkl snösmältning	
18:1	1 000	1 000	50	0	0	0
18:2	30 000	24 000	2 200	25 000	20 000	1 500
Summa 18	31 000	25 000	2 250	25 000	20 000	1 500
19	1 000	1 000	50	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21:1	0	0	0	0	0	0
21:2	100	100	10	100	100	10
21:3	100	100	10	100	100	10
Summa 21	200	200	10	100	100	10
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	500	500	10	0	0	0
25	200	200	10	200	200	10
26	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0
28	5 000	3 600	100	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
31	5 000	600	200	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0

Tabell B1-4b: Bräddad årsvolym totalt och bräddad årsvolym spillvatten vid respektive recipientavsnitt.

GÖTEBORGS KOMMUN

Kortfattad beskrivning av utnyttjade beräkningsmetoder som underlag för åtgärder på Göteborgs avloppssystem med avseende på bräddavloppsvattnets mängder och kvalitet.

ORIENTERING

I Göteborg omfattar det spillvattenförande ledningsnätet cirka 1300 km ledning, varav 530 km är kombinerat avloppsledningsnät. Den sammanbindande länken mellan de lokala spillvattensystemen och det regionala reningsverket, RYA-verket är ett bergtunnelsystem med en sammanlagd längd av 130 km. Avrinningsareal och spillvattenflöde för de olika systemen inom Göteborg framgår av översiktsplanen i *figur B2-1*. På nätet finns ungefär 100 bräddavlopp. Den vanligaste utformningen är bräddavlopp med sidoöverfall.

ÅTGÄRDSPLAN

I åtgärdsplanen för avloppsnätet från 1983, *Åtgärdsplan Avlopp*, gjordes en detaljerad beskrivning av hela avloppssystemet. Som underlag utnyttjades delar av inventeringar och beskrivningar som genomfördes i BFR-projektet *Dagvattenavrinning från stora urbana områden* med tillämpning på RYA-verkets avrinningsområde.

Åtgärdsplanen redovisade förslag till långsiktig systemutformning för avloppsnätet i Göteborg. Härvid togs hänsyn till nätets utformning och funktion samt återstående livslängd.

För att klarlägga funktionen sammanställdes och analyserades uppgifter om ledningsnätet och omfattande fältundersökningar utfördes.

Resultaten från undersökningarna på ledningsnätet utnyttjades i arbetet med utformningen av planen för avloppsnätet som bland annat anger var kombinerat respektive separerat system bör tillämpas. Samtliga avrinningsområden studerades med avseende på recipientförhållanden, avloppssystemets utformning, driftproblem, reinvesteringsbehov samt planerad bostadssanering och tillkommande nyexploatering.

Av avgörande betydelse för systemvalet har varit:

- * Det regionala tunnelsystemet.
- * Bibehållande av kombinerat system genom komplettering med utjämningsmagasin.
- * Bedömning av recipienterna.

Åtgärdsplanen förutsätter en regelbunden uppföljning och successiva åtgärder av driftstörningarna på ledningsnätet. Planen åjourhålls årligen och revideras i mån av behov för att utgöra underlag för va-verkets investeringsplanering avseende avloppsledningsnätet. Erforderliga åtgärder för att förbättra och förnya ledningsnätet medför ett investeringsbehov på cirka 400 Mkr. Genomförandet av prioriterade projekt har under 1980-1989 krävt investeringar på 220 Mkr, motsvarande i genomsnitt 22 Mkr/år. De enskilda projekten prioriteras med hänsyn till investerings- och driftkostnader samt miljömässiga effekter enligt principer och riktlinjer redovisade i åtgärdsplanen. Översyn av planen påbörjas 1990.

BERÄKNINGSMETODIK

Som beräkningsmetod har den så kallade volymavrinningsmetoden använts. Metoden bygger på bräddintensiteten, vilket är den regnintensitet då bräddning startar. Bräddintensiteten är beroende på bräddavloppets inställning. Till grund för beräkningsmetodiken ligger en 18-årig nederbördsserie från Göteborg. Med hjälp av intensitets/varaktighetskurvan samt intensitets/volymkurvan för denna nederbördsserie har diagram framtagits med bräddad spillvattenmängd och intagen dagvattenmängd som funktion av exploateringsgrad och utspädningsfaktor. (se figur B2-2).

Med kännedom om befolkningstätheten, ansluten hårdgjord yta, bräddavloppens utformning och utspädningsfaktor vid bräddningens början har bräddade spillvattenmängder, intagen dagvattenmängd till reningsverket samt bräddade dagvattenmängder beräknats.

För kontroll av metodiken har beräkning av bräddade spill- och dagvattenvolymer samt bräddfrekvens och varaktighet utförts för den 18 åriga nederbördsserien med enhetshydrografmetoden. Beräkningarna har utförts med programvara som utvecklats av va-verket. Enhetshydrografen har uppskattats med hjälp av simulering med *NIVA-NETT*.

BRÄDDAVLOPPSFÖRHÅLLANDEN

För jämförelse av utsläpp i recipienter mellan duplikatsystem och kombinerat system redovisas, i *tabell B2-1*, nedan beräknade föroreningsmängder per hektar hårdgjord yta och år. I tabellen visas föroreningarna dels från dagvattenutlopp i duplikat system, dels från bräddavlopp i kombinerat system med 3-, 5- och 10-faldigt utspätt spillvatten före bräddning. Beräkningarna avser ett område med blandad bebyggelse, bostäder, trafikytor och industrier, baserat på en befolkningstäthet av ca 200 personer per ha hårdgjord yta.

Förorening	Årliga mängder till recipient (kg/ha, hårdgjord yta)			
	Från dagvatten via duplikatsystem	Från bräddat vatten via kombinerade system med utspädningsfaktor		
		3	5	10
BS7	100	130	80	40
TOT-P	2	3,5	2	1
SUSP	1300	900	650	400
BLY	1,3	0,7	0,5	0,3

Tabell B2-1: Föroreningsmängder från olika ledningssystem.

I *tabell B2-2* på nästa sida visas en sammanställning av recipienter med tillförsel av bräddvatten, dagvatten och behandlat spillvatten. Siffrorna gäller förhållandena 1980.

Recipient	Göta Älv	Säveån	Möln- dalsån	Kville- bäcken	Kvibergs- bäcken	Delsjö- bäcken	Vallgrav Hamnknl
Ansluten till	Kustvatten	Göta Älv	Säveån	Göta Älv	Säveån	Möln- dalsån	Göta Älv
Avrinningsområde (km ²)	50 000	1 500	270	12	3	6	3
Års- medel flöde	(m ³ /s)	150	18	4	0,11	0,025	0,054
	(Mm ³ /år)	4 750	570	125	3,4	0,8	1,7
Dagvattenutsläpp:							
Volym (Mm ³ /år)	7,6	0,85	1,0	0,7	0,19	0,04	0,18
BS7 (ton/år)	114	13	15	11	2,9	0,6	2,7
TOT-P (ton/år)	2,3	0,25	0,3	0,2	0,06	0,012	0,05
Antal utsläpp	80	17	31	19	3	1	10
Bräddat spillvatten							
Volym (Mm ³ /år)	0,4	0,054	0,033	0,0008	0,0006	0,00012	0,015
BS7 (ton/år)	80	11	6,6	0,16	0,12	0,024	3,0
TOT-P (ton/år)	2,8	0,38	0,23	0,006	0,004	0,001	0,11
Bräddat dagvatten							
Volym (Mm ³ /år)	4,0	1,0	0,6	0,02	0,02	0,05	0,1
BS7 (ton/år)	60	15	9	0,3	0,3	0,7	1,6
TOT-P (ton/år)	1,2	0,3	0,2	0,006	0,006	0,02	0,03
Antal utsläpp	11	12	14	1	4	3	15
Max bräddning av spillvatten under ett dygn/år (m ³)	29 000	5 800	3 200	100	70	20	500
Behandl spillvatten							
Volym (Mm ³ /år)	90	---	---	---	---	---	---
BS7 (ton/år)	3 500	---	---	---	---	---	---
TOT-P (ton/år)	300	---	---	---	---	---	---
Direkt utsläpp av spillvatten							
Volym (Mm ³ /år)	0,25	---	---	---	---	---	---
BS7 (ton/år)	50	---	---	---	---	---	---
TOT-P (ton/år)	1	---	---	---	---	---	---

Tabell B2-2: Beräknade föroreningsmängder som tillförs recipienter (1980).

Effekten på årligen bräddade spillvattenmängder efter genomförd åtgärdsplan framgår av tabellen nedan. Dessutom har direktutsläpp av spillvatten upphört. (motsvarande 250 000 m³/år). Dagvattenmängden till RYA-verket minskar med 2,3 Mm³/år.

Recipient	Tillfört dagvatten (m ³ /år) 1980	Bräddat spillvatten med utspädning enligt vattendom (m ³ /år)	
		1980	Efter åtgärder
Göta Älv	11 600 000	400 000	270 000
Säveån	1 900 000	54 000	38 000
Mölnbäck	1 600 000	33 000	25 000
Vallgraven, kanalerna	280 000	15 000	0
Kvibergsbäcken	210 000	600	0
Kvillebäcken	720 000	800	0
Delsjöbäcken	90 000	120	0
Summa	16 400 000	503 000	333 000

Tabell B2-3: Årligen bräddade spillvattenmängder före och efter genomförda åtgärder.

Vid RYA-verket renas förutom avloppsvattnet från Göteborg även avloppsvattnet från 5 grannkommuner. Göteborgs andel utgör 80 % av Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag (*GRYAAB*). RYA-verkets totala avrinningsområde motsvarar ungefär 200 km². Till RYA-verkets tunnelsystem avleds i genomsnitt 113 Mm³ varav 57 Mm³ är spillvatten och 56 Mm³ är drän- och dagvatten. Flöden större än 6 m³/s bräddas efter försedimentering. I genomsnitt bräddas cirka 5 Mm³/år efter försedimenteringen vid RYA-verket.

Preliminära beräkningar med en avrinningsmodell för hela RYA-verkets avrinningsområde har genomförts. (Se utvecklingsprojekt nedan). Beräkningarna visar att den totala bräddningen inom avrinningsområdet uppgår till i medeltal cirka 7 Mm³/år, vilket motsvarar 6 % av den årliga tillrinningen.

UTVECKLINGSPROJEKT

Som underlag till påbörjad översyn av åtgärdsplanen kommer pågående utvecklingsprojekt att utvärderas. Nedan följer en kort beskrivning av delprojekten:

- * Mätningar i bräddavlopp från Kortedala har utförts. Utvärdering pågår. Projektet kan sammanfattas enligt följande:

I ett bräddavlopp har mätning och utvärdering av halterna av COD (Mn), total fosfor, bly samt BOD genomförts. I viss mån har också grumligheten och suspenderat material studerats.

Mätresultaten påvisar förhöjda föroreningskoncentrationer under bräddning jämfört med om hänsyn endast tas till utspädning av spillvattnet. Tillskottet kommer från avlagringar i ledningarna och på avrinningsytor som renspolas vid häftiga regn och höga flödes hastigheter. Turbulenta förhållanden gör att det till bräddbrunnen inkommande vattnet är väl omblandat. Detta styrks även av analyser av såväl det till recipienten bräddade avloppsvattnet som det till spillvattenledningen vidaregående avloppsvattnet. Vanligen inträffar de maximala koncentrationerna i anslutning till bräddstarten (first flush). Under bräddningens inledande fas är föroreningshalten i bräddvattnet lika hög som i outspätt spillvatten.

Vissa förväntade samband och tendenser har kunnat klarläggas. Den mängd föroreningar som bräddar ökar till exempel med både bräddvolymen och avrinningsförloppets maxflöde. Vidare har kurvor konstruerats som beskriver halterna i dagvattnet relaterat till den föregående uppehållstidens längd respektive bräddvolymen. Sambandet visar att höga föroreningskoncentrationer följer efter långa uppehållstider.

De framtagna kurvorna kan användas för beräkning av bräddade föroreningsmängder vid ett godtyckligt tillfälle med hänsyn tagen till bräddad volym, föregående uppehållstid samt tidpunkten på dygnet. Metoden förutsätter att den beräknade bräddade volymen är uppdelad på spill- respektive dagvatten.

Projektets mål är att kontrollera i vad mån den extra föroreningsmängden, som tillförs med dagvattnet, påverkar den under året bräddade mängden samt att eventuellt föreslå åtgärder som begränsar utsläppen från dessa stötbelastningar. Avsikten är därför att följa upp projektet med en studie där bräddvolym och föroreningar beräknas för en längre serie av historiska regn. En sådan beräkning förväntas även leda till att återkomstperioden kan knytas till den föroreningsmängd som belastar recipienten vid varje enskilt bräddtillfälle. Dessutom förväntas också en möjlighet till värdering av reglering av bräddavloppen under bräddtillfällen med hänsyn till avloppsvattnets kvalitet.

De övriga utvecklingsprojekten innefattar:

- * För bräddavlopp med bräddpumpning pågår en utredning om pumpstyrning med hänsyn till möjligheterna att variera utspädningsgrad för varierande kvalitet på bräddvattnet under bräddningsförloppen beroende på föregående uppehållstid.
- * Ett samarbetsprojekt pågår tillsammans med olika förvaltningar inom kommunen om Kvillebäcken. Bland annat studeras alternativa åtgärder att förbättra bäckens vattenkvalitet med hänsyn till bräddning och dagvattenutsläpp. Analys av prover på bottensediment har genomförts. Ytterligare prover och mätningar av vattenkvaliteten planeras.
- * Kontinuerlig mätning av vattenkvaliteten samt provtagning i Mölndalsån planeras för att klarlägga avloppssystemets inverkan som underlag för framtida åtgärder i samarbete med Mölndals kommun.
- * I bräddavlopp från mindre avrinningsområden, med kombinerat system, provas flödesregulatorer för att öka andelen verksamt duplikatsystem samt för att minska risken för källaröversvämningar och stopp i bräddavloppen. Omkring 30 flödesregulatorer har installerats. Utvärdering av projektet pågår.
- * Översyn av tillsynsfrekvensen för drift av spillvattenpumpstationer pågår. Fjärrövervakning kan bli möjlig och därmed minskad risk för avloppsutsläpp i samband med driftstörningar. Ett försöksområde utmed Lärjeån planeras under 1990.
- * Successiv uppföljning av pågående tillsynsprogram för bräddavlopp.
- * Projekteringsanvisningar för bräddavlopp har tagits fram. Detta utfördes i ett projekt med representanter för va-verken i Stockholm, Oslo och Göteborg. Inom detta projekt redovisades bland annat bräddfrequenssamband för den 18-årig långa nederbördsserien för olika regleringar i bräddavlopp.
- * Ett projekt har påbörjats där en modell skall formuleras för hela RYA-verkets avrinningsområde. Denna modell (simulator) skall kunna användas för test av regleringsstrategier, utnyttjande av tunnelsystemet som magasineringensvolym. Dessutom kan varierande anslutningskapacitet i olika situationer testas, vars syfte bland annat är att minska den totala bräddade föroreningsmängden inom regionen. Ett annat exempel på användningsområde är att kunna utföra kontinuerlig prognostisering av tillrinningen till RYA-verket för att kunna optimera processtyrningen vid RYA-verket. Simulatoren kommer sannolikt att vara uppbyggd kring dels en generell hydrologisk modell, *NAM*, för beskrivning av den hydrologiska responsen, dels *MOUSE*-modellen för beskrivning av hydrauliken i tunnelsystemet. Det

första steget i projektet är slutfört. Detta omfattade kalibrering av hydrologin för hela avrinningsområdet i NAM-modellen. Kalibreringen har utförts mot uppmätt flöde vid RYA-verket för åren 1987-1988. I *figur B2-3* sist i denna bilaga visas exempel på kalibreringsresultat.

FAKTARUTA

Total areal inom avrinningsområde	13 900 ha
Kombinerad yta	3 300 ha
Deltagande yta	1 750 ha
Beräkningsmetod	Volymavrinningsmetoden
Avloppsmängd till RV (Varav från Göteborgs Kommun)	113 Mm ³ /år 87 Mm ³ /år
Bräddvolym på ledningsnätet inom Göteborgs kommun	6,2 Mm ³ /år
- varav dagvatten	5,7 Mm ³ /år
- varav spillvatten	0,5 Mm ³ /år
Bräddvolym i % av inkommande till reningsverk	7,1 %
Bräddvolym vid RV (innan försedimentering)	5,0 Mm ³ /år
Antal bräddavlopp som kontrollerats	100
Bräddfrequens (max, medel)	100, ---

REFERENSER

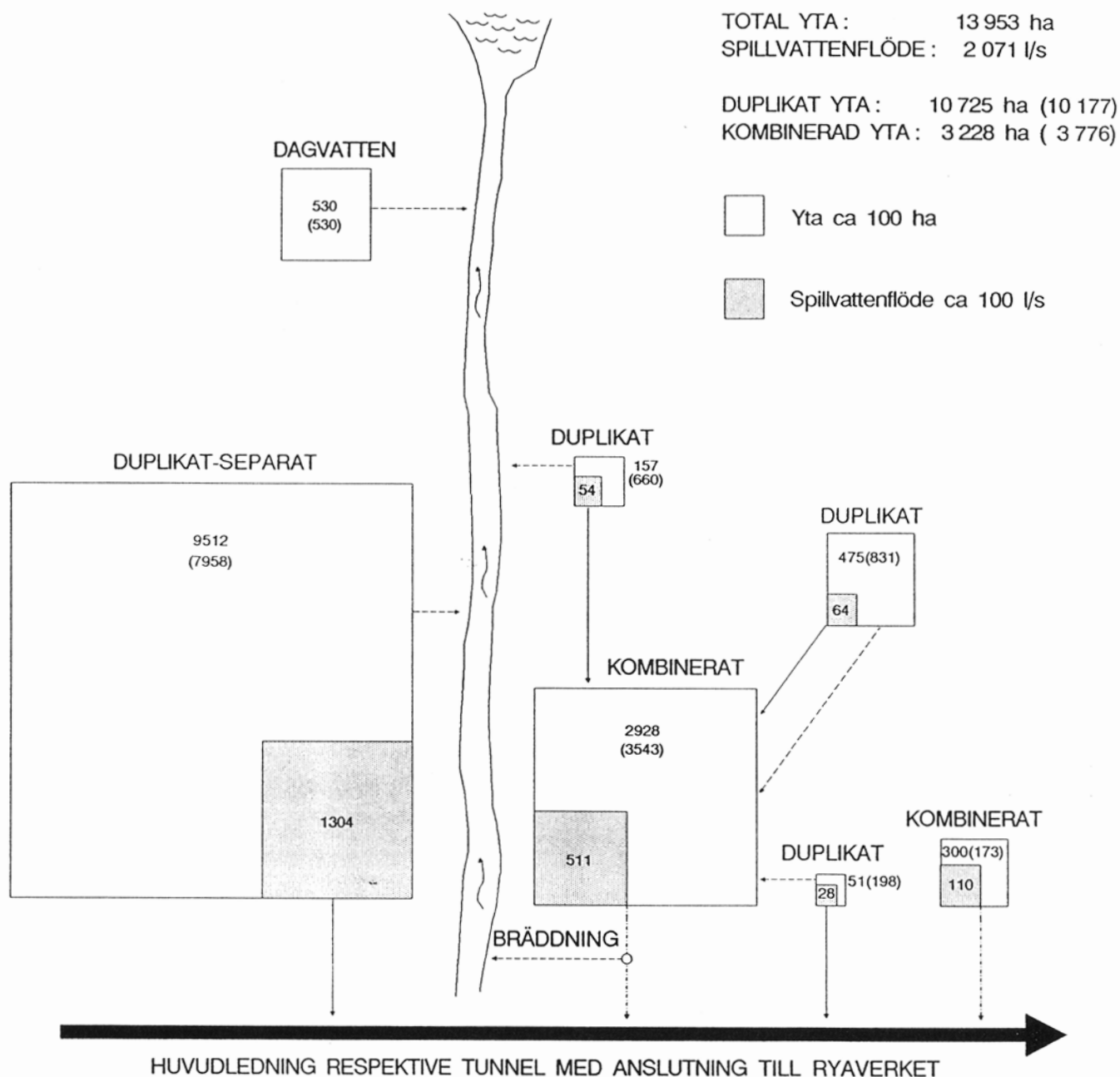
Åtgärdsplan avlopp 1984. Göteborgs VA-verk (1984).

Projekteringsanvisningar bräddavlopp. Göteborgs VA-verk (1985). Utförd av representanter för va-verken i Stockholm, Oslo och Göteborg.

RYA-verkets avrinningsområde, modellberäkningar, resultatsammanställning, NAM-modellen. Utförd av VBB på uppdrag av GRYAAB, 1990. Rapport daterad 1990-09-13.

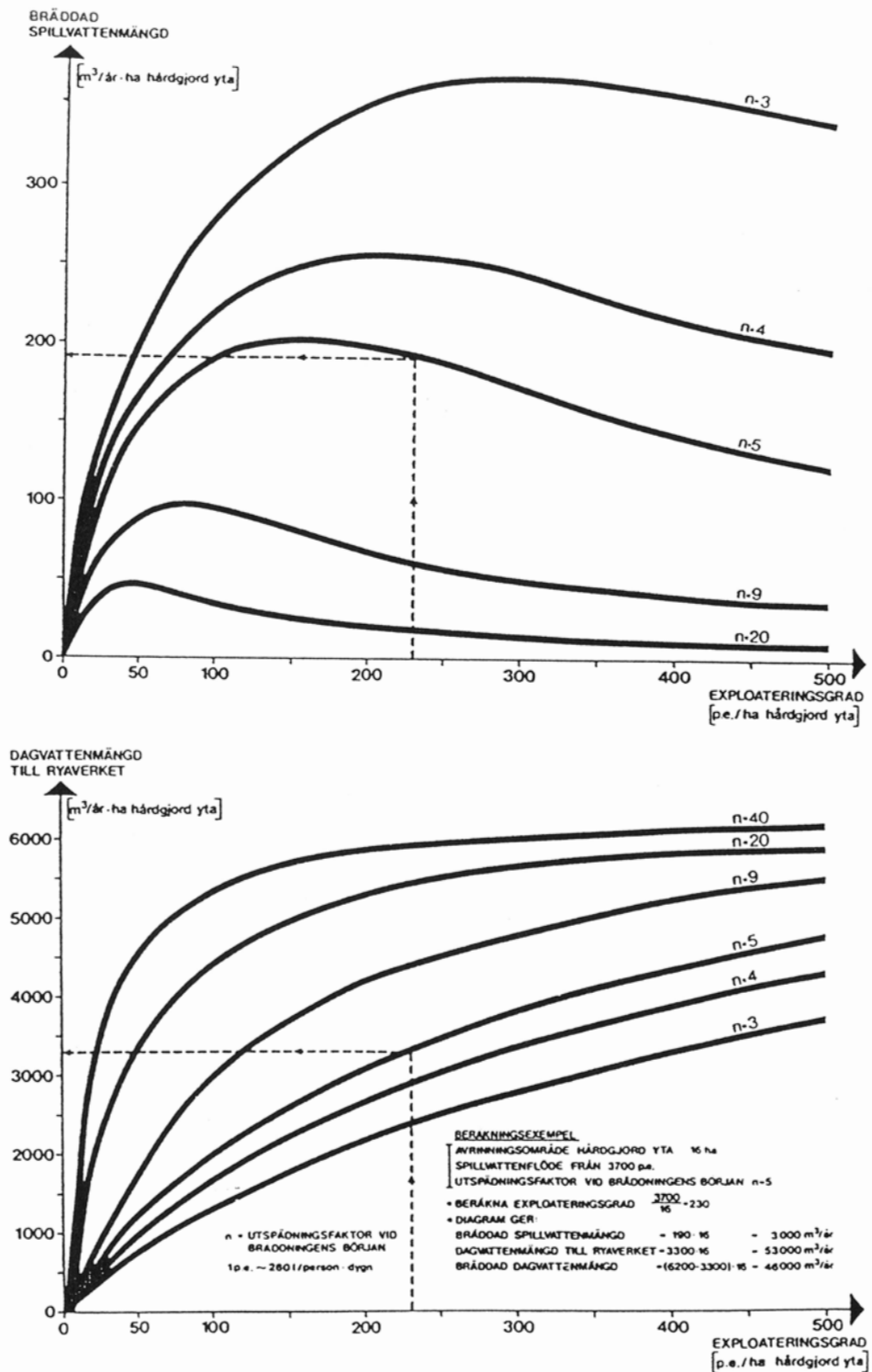
AVLOPPSSYSTEMETS FUNKTION FRAMTIDA SYSTEM ANSLUTNING TILL RYAVERKET

Inom parantes angivna arealer avser läget 1980



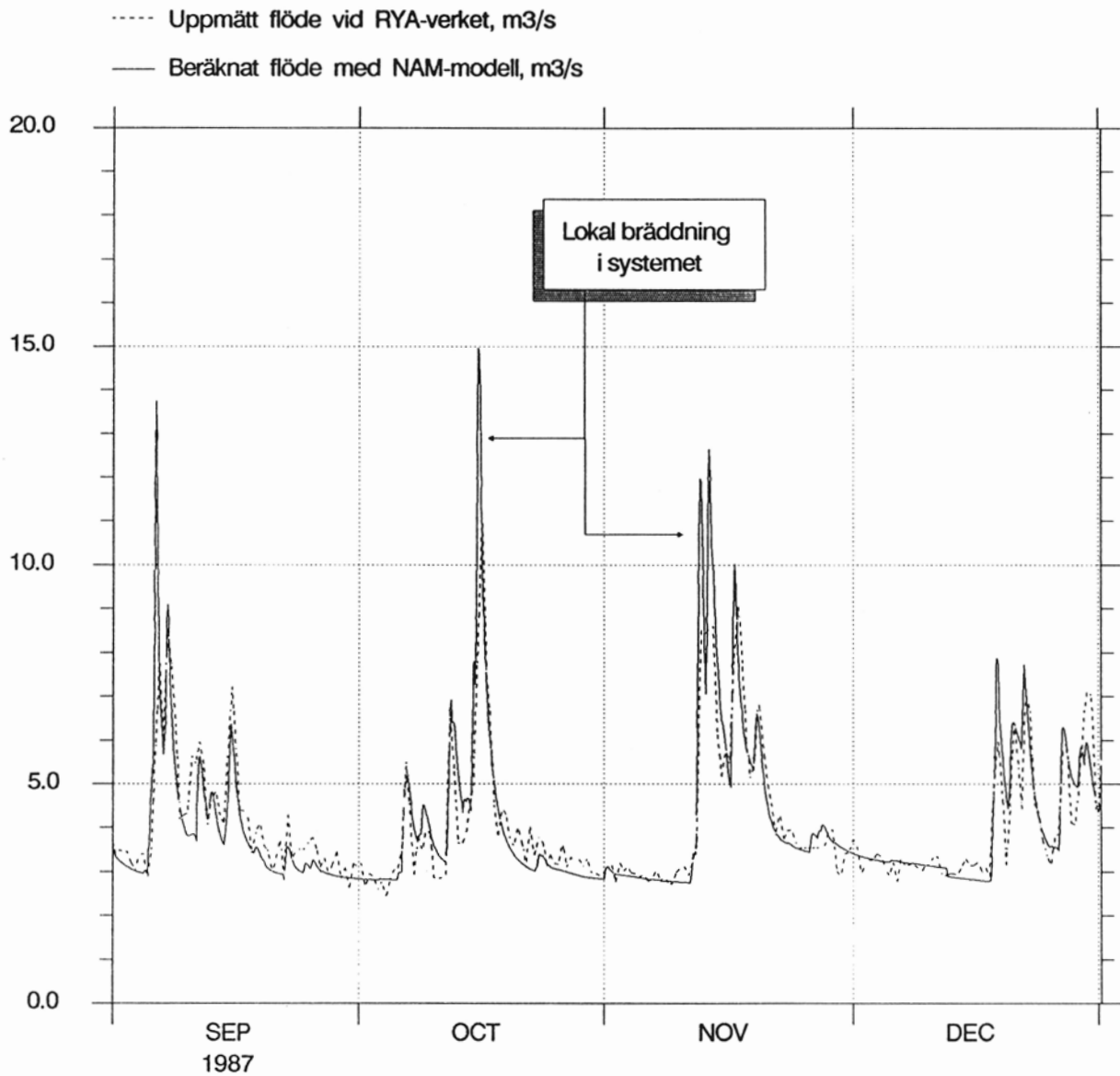
Figur B2-1: Avloppssystemets funktion, Framtida system. Anslutning till RYA-verket

Bräddad spillvattenmängd och dagvattenbelastning på Ryaverket från kombinerat system - beräkningsdiagram



Figur B2-2: Bräddad spillvattenmängd och dagvattenbelastning på RYA-verket från kombinerat system. Beräkningsdiagram.

EXEMPEL PÅ KALIBRERINGSRESULTAT FÖR RYA-VERKETS AVRINNINGSSOMRÅDE



Figur B2-3: Exempel på kalibreringsresultat för RYA-verkets avrinningsområde

MALMÖ KOMMUN

ORIENTERING

Saneringsplanen för Malmö tätort färdigställdes under 1983. En speciell saneringsgrupp tillsattes för utarbetandet av planen, vilket skedde i samarbete med Statens Naturvårdsverk och Länsstyrelsen. Bräddningssituationen inom tätorten studerades också i en särskild utredning (se *Hogland 1983*). Avlopps nätet indelades vid saneringsarbetet i sex olika avloppsområden med hänsyn till vilken huvudpumpstation som belastas. Tre typer av recipienter som mottagare av bräddvattenutsläpp kan särskiljas:

- * Sege å med biflöden.
- * Kanalerna i stadens centrala delar.
- * Hamnen och Öresund.

Till respektive recipient kopplades olika kvalitetskrav beroende på nuvarande och framtida användning, bräddvattnets andel av total föroreningsbelastning, estetiska och miljömässiga hänsyn, med mera. Denna differentiering avspeglar sig i bedömningen av åtgärdsbehovet samt prioriteringen av åtgärder mellan olika recipienter. De vanligaste typerna av bräddavlopp är sidoöverfall med strypt utlopp samt munstycksöverfall. Drygt ett fyrtiotal bräddöverfall finns inom de undersökta avloppsområdena. De flesta bräddavloppen är försedda med högvattenluckor på grund av överfallens låga placering i förhållande till kanal- och havsvattennivåer. I *tabell B3-1* nedan redovisas en sammanställning av karakteristiska uppgifter om de olika avloppsområdena.

I tabellen har medelspillvattenföringen satts ekvivalent med renvattenförbrukningen inom respektive avloppsområde. Total avrinningsbidragande area avser den area som bidrar med avrinning till aktuella bräddavlopp.

Område	Total area (ha)	Avrinnings- koefficient	Andel kombinerat (%)	Medelspill- vattenflöde (l/s)
Limhamn	420	0,25	80	40
Rosendal	750	0,35	60	230
Spillepengen	390	0,20	20	130
Turbinen	2 560	0,30	35	330
Hamnen	170	0,40	50	60

Tabell B3-1: Karakteristiska parametrar för Malmös avloppsområden

BERÄKNINGSMETODIK

Omfattande mätningar i fält genomfördes för att verifiera beräkningsantaganden och för att kalibrera beräkningsmodellen. Fältstudierna genomfördes huvudsakligen under juni 1982 - oktober 1983. Olika typer av observationer och provtagningar genomfördes i ett trettiotal bräddavlopp. 1984 startade uppbyggnaden av ett informationssystem för kontinuerlig insamling av uppgifter om nederbörd och vattenstånd. Detta system omfattar i dag fem registrerande nederbördsrätare, 8 nivåmätare i avloppsnätet samt 1 nivåmätare i recipienten.

För beräkning av årliga bräddvattenvolymer användes simulering med datormodellerna *SWMM* och *MOUSE*. Vid simuleringen med *SWMM* användes en tre års observationsserie av nederbörd. För närvarande tas underlag fram för en beräkning av årliga bräddningsvolymer med hjälp av *MouseSAMBA*.

BRÄDDAVLOPPSFÖRHÅLLANDEN

Bräddning vid enskilda regn

Vid bräddningsberäkningarna har använts typregn enligt B Dahlströms formel (*BFR-rapport R18:1979*) med *Z*-parameter = 12; Varaktigheten = 2 timmar och återkomsttid enligt *tabell B3-2* nedan. Vid beräkning av bräddvolymer som redovisas i *tabell B3-3* på nästa sida har datorprogrammet *MOUSE* använts.

Återkomsttid (månader)	Total regnvolymer (mm)
6	8,9
12	11,5
24	14,8
60	20,5

Tabell B3-2: Typregn använda vid bräddningsberäkningarna

Bräddavlopp		Bräddvattenvolymer vid olika typregn (m ³)			
Nr	Namn / Plats	6 mån	12 mån	24 mån	60 mån
Turbinen					
T1	Varvsbron	950	1 600	1 510	3 340
T2	Reglerluckor (2)	4 160	7 880	14 550	19 860
T3	Kung Oscars väg	1 480	2 490	2 520	4 860
T4	Slottsparken	150	1 550	4 520	9 670
Summa		6 740	13 520	23 100	37 730
Rosendal					
R1	Fersensvägen	910	1 190	1 530	2 130
R2	Davidsgallsgatan	730	1 000	1 320	1 900
R3	Södra Förstadsgatan	430	600	830	1 240
R4	Brandmästaregatan	---	320	1 800	4 200
R5	Löjtnantsgatan	---	---	510	2 390
R6	Exercisgatan	---	450	960	1 750
R7	Celsiusgatan	---	460	1 300	2 830
R8	Malmgatan	---	460	1 270	2 520
R9	Slussgatan	---	100	590	1 600
R10	Sege Kanal	---	470	1 650	3 840
R11	Lundavägen	260	490	790	1 400
Summa		2 070	5 540	12 550	25 800
Spillepengen					
S1	Valdemarsro	20	30	50	80
S2	Bulltofta Vattenverk	1 020	1 200	1 730	2 590
S3	Risebergaparken	970	1 790	2 790	4 550
S4	Dammtorpsvägen	---	---	70	240
S5	Storhällagatan	---	---	10	110
S6	Sallerupsvägen	---	---	---	---
Summa		2 010	3 020	4 650	7 570

Tabell B3-3: Beräknade bräddvolymer vid enskilda typregn.

Årlig bräddning

I Tabellerna B3-4 och B3-5 nedan redovisas årliga bräddvattenvolymer samt föroreningsmängder fördelat på de olika recipienterna. Föroreningsmängderna beräknades med utgångspunkt från medelvärden på observerade föroreningskoncentrationer.

Recipient	Bräddvattenvolym (m ³ /år)
Hamnen och Öresund	200 000
Kanalerna	180 000
Sege Å	20 000

Tabell B3-4: Årliga bräddvolymer

Recipient	BS ₇	Susp	P _{tot}	COD _{cr}	Cu	Zn	Pb
Hamnen och Öresund	6 800	24 000	270	43 000	25	48	12
Kanalerna	8 500	30 000	300	23 000	31	54	17
Sege å	1 200	4 000	40	3 000	5	8	3

Tabell B3-5: Årliga föroreningsmängder från Malmö tätort fördelat på respektive recipient.

Enligt tabell B3-4 erhålls en total årlig bräddvolym om cirka 400 000 m³. Vid en analys av bräddvattenfördelningen över året, för ett normalår, befanns 70-80 % av volymen utgöra bräddvolym under månaderna juni - september.

UTFÖRDA SANERINGSÅTGÄRDER

De i saneringsplanen föreslagna åtgärderna inom Turbinens avloppsområde är i dagsläget till största delen utförda. De åtgärder som bland annat syftar till att minska bräddningen till recipienten redovisas nedan:

1. Ändrad strypning av dagvattenflöde från vissa brunnar och magasin.
2. Nytt öppet dagvattenmagasin (3 500 m³) vid Annetorpsvägen.
3. Magasin i Söderkullaparken (1 500 m³) med flödesregulatorer i utloppsbrunnen.
4. Till kanalerna bräddas vid kraftiga regntillfällen kombinerat avloppsvatten. För att förbättra vattencirkulationen installerades under 1985 två nya strömbildare i Malmös kanalsystem. De startar automatiskt strax innan bräddning sker och går under 24 timmar för att bortföra förorenat vatten och pumpa in friskt vatten från Öresund.
5. 1990 färdigställdes en ny magasinsledning (2 000 m³) i Erikslustvägen. Inlopps- respektive utloppsbrunnen är försedd med motordriven reglerlucka, som styrs från nivåer i ledningsnätet. Magasin med reglerlucka ingår i det så kallade *MARS*-projektet.
6. Byggnation 1989-1990 av en ny reglerbrunn vid Turbinkanalerna samt ombyggnad av två befintliga bräddavloppsbrunnar. Denna reglerbrunn är försedd med två motordrivna slussluckor som styrs med hjälp av information från nivågivare och nederbördsräknare. Vid måttliga regnintensiteter skall befintlig ledningsvolym kunna nyttjas bättre innan bräddning får ske till recipienten. Ingår i *MARS*-projektet.

Den totala årliga bräddningen av kombinerat avloppsvatten inom Turbinen beräknas genom de hittills utförda åtgärderna minska från 300 000 m³ till 160 000 m³.

Under 1984-1986 utfördes en rad olika åtgärder inom Rosendals avloppsområde. Det huvudsakliga syftet med åtgärderna var att minska bräddningen till olika recipientavsnitt. Här nedan nämns kortfattat de två största åtgärderna. Den totala årliga bräddvolymen beräknas ha minskat från cirka 150 000 m³ till cirka 35 000 m³.

1. En ny magasinsledning med en diameter på 2.2 m byggdes 1984 i Föreningsgatan. Dess totala volym uppgår till cirka 6 700 m³, varav 4 400 m³ i själva magasinsledningen och resten i anslutande ledningar. Bräddavloppens skibordskant är på en sådan hög nivå att i stort sett hela magasinsvolymen nyttjas innan bräddning kan ske till recipienten. Detta magasin minskar den årliga bräddningen från 90 000 m³ till 7 000 m³.
2. Strypningsmunstycke i intagsbrunnen vid Rosendals pumpstation blev 1986 utbytt mot en nivåstyrd reglerlucka. Denna åtgärd beräknas minska årlig bräddvolym till Sege kanal från 50 000 m³ till drygt 15 000 m³.

FAKTARUTA

Total areal inom avrinningsområde	4 250 ha
Kombinerad yta	2 050 ha
Deltagande yta	4 040 ha
Beräkningsmetod	SWMM-EXTRAN, MOUSE
Avloppsmängd till RV (1989)	44,5 Mm ³ /år
Bräddvolym på ledningsnät	400 000 m ³ /år
Bräddvolym i % av inkommande till reningsverk	0,9 %
Bräddvolym vid RV, efter försedimentering innan biologisk rening (1989)	1,19 Mm ³ /år
Antal bräddavlopp som kontrollerats	40 st
Bräddfrequens (max, medel)	---, ---

REFERENSER

Undersökning utförd av Ronny Berndtsson, William Hogland och Magnus Larsson vid Institutionen för Teknisk Vattenresurslära, Lunds Tekniska Högskola. Undersökningen ingick i ett större forskningsprojekt benämnt *Bräddavloppens funktion*.

W. Hogland, R. Berndtsson och M. Larsson, (1983) Bräddning i Malmö, årliga bräddvattenvolymer och Föroreningsmängder samt förslag till bräddningsreducerande åtgärder, Rapport 3079, Inst. för Teknisk Vattenresurslära, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

H-E Carlsson, R.W Herder 1989. Datorberäkning av ledningsnätet inom Turbinens västra avloppsområde. Malmö Gatukontor.

H-E Carlsson 1986. Datorberäkning av ledningsnätet inom Rosendals avloppsområde. Malmö Gatukontor. Saneringsplan för Malmö avloppsnet, 1983. Malmö Gatukontor.

NORRKÖPINGS CENTRALORT

ORIENTERING

Avloppsnätet i centrala Norrköping omfattar både områden med duplikat och kombinerat ledningssystem. Avloppsvattnet avleds med självfall och via ett tiotal större pumpstationer till avloppsreningsverket Slottshagen, se översiktsplanen i *figur B4-1* sist i denna bilaga. Det kombinerade ledningssystemet inom centralorten omfattar totalt 470 hektar, vilket utgör 13 % av den totala ytan inom avrinningsområdet.

Avrinningsområdet avgränsas till den bebyggelse som är ansluten till reningsverket med undantag av områdena Kolmården, Åby, Svärtinge och Eksund. Anslutna, deltagande ytor har efter verifiering bedömts uppgå till totalt 191 ha, vilket motsvarar drygt 5 % av den totala ytan på 3 600 ha.

Kommunen har hittills arbetat efter en långsiktig plan för separering av det kombinerade ledningsnätet. Under senare år har dock planen bedömts vara tekniskt och ekonomiskt svår genomförbar inom en rimlig tidshorisont. I samråd med naturvårdsverket, länsstyrelsen och kommunens miljö- och hälsoskyddskontor har gatukontoret därför upprättat en ny åtgärdsplan för avloppsnätet i centrala Norrköping.

I planen har särskilt fokuserats behovet av åtgärder för att förbättra översvämning- och bräddningsförhållanden med tonvikt på bräddning från de kombinerade områdena.

BERÄKNINGSMETODIK

För beräkning av tryck- och flödesförhållanden i ledningssystemet har programsystemet *MOUSE* använts.

Vid beräkningen av systemfunktionen har en verifierad beräkningsmodell använts med vissa kompletterande antaganden såsom exempelvis konstant basflöde och likartad ledningsråhet ($M = 75$). I övrigt har antagits att alla ledningar är rena och utan väsentliga hinder som påverkar den nominella kapaciteten.

Som definition av belastning med återkomsttiderna 0,2 år; 0,5 år; 1 år; 2 år och 5 år har typregn baserade på nederbördsstatistik enligt SMHI med den regionala koefficienten för Norrköping använts. Som typregn har regn av CDS-typ med en timmes varaktighet, centralt block om 10 minuter och en skev (30/70) tidsfördelning använts.

Fältmättningsprogrammet som legat till grund för verifiering av beräkningsmodellen genomfördes under perioden augusti - oktober 1988. Totalt användes följande kontinuerligt registrerande instrument:

- * 4 st nederbördsräknare
- * 2 st V/H -räknare
- * 6 st nivåräknare
- * 12 st maxnivåräknare

Dessutom registrerades inkommande flöde till avloppsreningsverket.

BRÄDDAVLOPPSFÖRHÅLLANDEN

Den beräknade funktionen med avseende på bräddavloppsförhållanden redovisas översiktligt i *tabell B4-1* nedan som årlig bräddvolym och bräddfrequens för varje bräddavlopp.

Sammanställningen nedan visar att 9 av de 26 bräddavloppen har en återkomsttid för bräddning av 2 år eller mer. (Bräddfrequensen är mindre än 0,5 ggr/år).

Av övriga 17 bräddavlopp finns endast 6, där bräddfrequensen är större än 5 ggr/år samt 5 st med en bräddfrequens om 5 ggr/år.

Volymen bräddvatten som erhållits från beräkningen av bräddavloppsförhållandena är totalt omkring 35 000 m³/år. Volymen renat avloppsvatten som erhållits från tillgänglig flödesstatistik vid reningsverket är totalt cirka 15 Mm³/år. Vid en jämförelse med inkommande avloppsvatten till avloppsreningsverket utgör den totala bräddmängden emellertid endast 0,25 % .

Som komplement till beskrivningen av bräddavloppsförhållandena via bräddade mängder för olika regn har den årliga och momentana föroreningstillförseln från ledningsnät och reningsverk till olika recipientavsnitt beräknats schablonmässigt.

Bräddavlopp	Årlig bräddmängd (m ³)	Bräddfrequens (ggr/år)
Fiskebyvägen	18 400	35
Sektorn	200	2
Riksbron	-	0,5
Hagagatan	300	5
Flodgatan	1 200	13
-- " --	500	5
-- " --	-	< 0,2
Korsgatan	150	2
Gamlebro	1 500	6
Norrtull	6 800	14
-- " --	-	< 0,2
-- " --	-	< 0,2
Lammet	550	5
Butängen	250	2
Linnegatan	1 200	10
Karlsro	250	1
Hamnbron	2 400	5
Badhuset	250	5
Ljuragatan	1 000	7
-- " --	-	0,5
Ö.Promenaden	100	2
-- " --	-	1
-- " --	-	2
Slakthuset	-	< 0,2
Lindövägen	150	1
Reningsverk	-	< 0,2

Tabell B4-1: Årlig bräddvolym och bräddfrequens

Vattenområdena inom centrala Norrköping har prioriterats med hänsyn till deras användning, känslighet och föroreningsstatus. Prioriteringen redovisas i översiktsplanen i *figur B4-1*.

Beräknade föroreningsmängder från bräddat avloppsvatten, dagvattenutlopp och reningsverket har erhållits genom att multiplicera uppskattade volymer med schablonvärden för föroreningshalter, där även halterna i utgående vatten från reningsverket Slottshagen 1988 medtagits som jämförelse.

Volymer dagvatten har erhållits genom att multiplicera anslutna hårdgjorda ytor med den effektiva nederbörden exklusive ytmagasinerings, vilken totalt blir cirka 4 Mm³ /år.

Den beräknade årliga föroreningstillförseln från dag- och bräddvatten samt renat avloppsvatten för hela centrala Norrköping återfinns i *tabell B4-2* nedan.

Parameter	Bräddvatten		Dagvatten		Renat avloppsvatten		Totalt
SUSP (ton/år)	7,7	1%	480	61%	300	38%	787
COD (ton/år)	6,0	1%	400	34%	750	65%	1 155
TOT-P (ton/år)	0,07	1%	2	21%	7,5	78%	9,6
TOT-N (ton/år)	0,28	1%	12	4%	300	95%	312
TCB (10 st/år)	0,18	2%	0,4	5%	7,5	93%	8,1

Tabell B4-2: Årlig föroreningstillförsel till recipient från bräddning, dagvatten samt renat avloppsvatten.

Ur recipientsynpunkt bör betydelsen av utsläpp av näringsämnen (TOT-P och TOT-N) bedömas efter de sammanlagda utsläppen under en längre tidsperiod, till exempel årlig belastning. Enligt beräkningarna svarar bräddavloppsvatten för högst 1 % av totalutsläppen. Betydelsen av dessa utsläpp är således ringa jämfört med utsläppen av dagvatten och renat avloppsvatten. Utsläpp av syreförbrukande material och bakteriellt förorenat vatten (COD, TCB) bör emellertid bedömas efter de utsläppta mängderna under kortare tid, exempelvis under ett dygn. Utsläppen kan även ha en större lokal effekt, varför olika vattenområden därför bör bedömas var för sig.

På motsvarande sätt har därför föroreningstillförseln från dag- och bräddvatten samt renat avloppsvatten beräknats under ett dygn (1-årsregn). Enligt beräkningarna svarar bräddavloppsvattnet för hela 45 % av de momentana totalutsläppen (TCB) vid detta tillfälle. Betydelsen av dessa utsläpp är således påtaglig jämfört med utsläppen av dagvatten och renat avloppsvatten.

Resultaten som framkommit vid bräddavloppsberäkningen har legat till grund för den åtgärdsplan som Gatukontoret upprättat för avloppsnätet i centrala Norrköping. Som kortsiktig målsättning för åtgärdsplanen (att uppnås inom 5 år) har bland annat föreslagits att bräddfrequensen skall vara högst 5 gånger per år.

Som ytterligare höjning av ambitionsnivån på längre sikt (att uppnås inom 10 år) skärps kraven ytterligare, bland annat föreslås att bräddfrequensen uppströms Hamnbron skall vara högst 1 - 2 gånger per år.

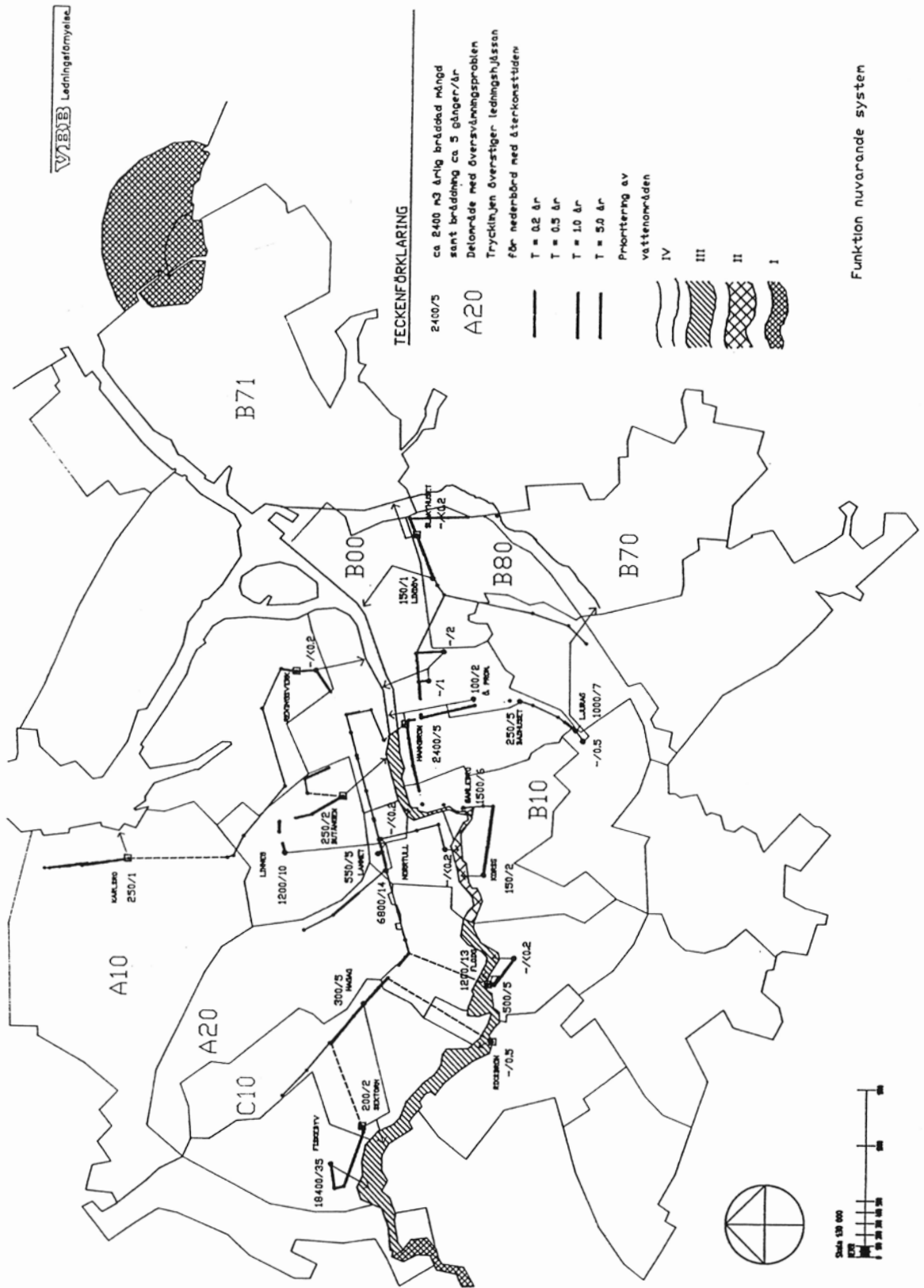
Totalkostnaden för den preliminära åtgärdsplanen har beräknats till 38 Mkr, vilket med en genomförandetid av 10 år motsvarar 3 till 4 Mkr i årlig kostnad.

FAKTARUTA

Total areal inom avrinningsområdet	3 600 ha
Kombinerad yta	470 ha
Deltagande yta	191 ha
Beräkningsmetod	MouseRÖR
Avloppsmängd till RV	15 Mm ³ /år
Bräddvolym på ledningsnät	35 000 m ³ /år
Bräddvolym i % av inkommande till reningsverk	0,25 %
Bräddvolym vid RV (innan försedimentering)	---
Antal bräddavlopp som kontrollerats	26 st
Bräddfrequens (max, medel)	35, 5 ggr/år

REFERENSER

Utredningen utförd av VBB på uppdrag av Norrköpings gatukontor, 1988/89.
Rapporten är daterad 1989-08-08.



Figur B4-1: Översiktsplan - Nuvarande systems funktion.

JÖNKÖPINGS CENTRALORT

ORIENTERING

Av historiska skäl är VA-nätet inom Jönköpings centralort utbyggt som ett kombinerat nät. Vättern, Munksjön och Rocksjön var tidigt recipienter för utsläpp av orenat avloppsvatten. Efterhand utbyggdes emellertid avskärande ledningar tillsammans med enklare reningsverk. Samtidigt anlades bräddavlopp för att minska överbelastningen på reningsanläggningarna. Dessa reningsverk byggdes senare om till pumpstationer när Simsholmsverket byggdes ut vid Munksjön. Bräddavloppen fanns fortfarande kvar men ambitionen var att på sikt ersätta de kombinerade ledningarna med ett modernt duplikatsystem.

En stor dagvattenutbyggnad genomfördes, men på grund av stora kostnader i samband med utbyggnaden blev de centrala delarna av Jönköping ej separerade.

Det kombinerade systemet som kontrollerats inom centralorten omfattar cirka 540 hektar. Teoretiskt beräknad deltagande yta uppgår till 66 ha. I översiktsplanen i *figur B5-2* sist i denna bilaga redovisas det berörda området.

På senare tid har i regel en datorbaserad beräkningsmodell, *MOUSE*, upprättats för respektive bräddområde som beräknats.

BERÄKNINGSMETODIK

Under 1985 genomfördes en översiktlig bräddavloppsutredning för att kartlägga bräddavloppens del i föroreningsbelastningen till Vättern. I första hand studerades 13 stycken bräddavlopp i centrala Jönköping och 7 i centrala Huskvarna. I samband med detta genomfördes kontinuerliga bräddmätningar.

Vid bräddavloppsstudierna användes 6 sekvensfilmkameror tillsammans med en kontinuerligt registrerande nederbördsräknare. Dessa flyttades runt mellan bräddavloppen under mätperioden. Studier av filmen kunde senare ge en bild av bräddtider och bräddnivåer för vidare beräkning av bräddvolymer.

Analys av bräddvattnets sammansättning genomfördes med automatiska provtagare för att undersöka föroreningskoncentrationens variation under bräddningen. Mätresultatet har gett underlag för beräkning av totalt transporterade föroreningsmängder till recipienten.

I dagsläget genomförs som tidigare omnämnts en mera detaljerad beräkningsmodell inom respektive bräddavloppsområde efterhand som åtgärder planeras för att begränsa bräddningarna.

För närvarande är sex delområden beräknade och inom fem av områdena har olika åtgärder vidtagits för att begränsa bräddavloppens föroreningsutsläpp i Vättern.

Den mätutrustning som för närvarande används är:

- * 3 st V/H-mätare (nivå/hastighetsregistrerande instrument).
- * 10 st kontinuerligt registrerande nivåmätare.

BRÄDDAVLOPPSFÖRHÅLLANDEN

De mätningar som utförts visar att de flesta bräddavloppen som kontrollerats träder i funktion vid lågintensiva regn (< 10 l/s, ha). Med stöd av den nederbördsstatistik som finns för Jönköping och de brädd- och nederbördsmätningar som genomförts under 1985 har bräddvolym och föroreningsmängd för varje bräddavlopp kunnat beräknas. (Se *tabell B5-1* nedan).

Den totala bräddavloppsmängden som erhållits vid beräkningen uppgår till 199 700 m³ (orsakad av direkt nederbördspåverkan). Denna bräddmängd kan jämföras med volymen tillförd avloppsvatten till reningsverket som i medel uppgår till 12,7 miljoner m³/år.

Som jämförelse utgör beräknad bräddmängd för de kända bräddavloppen 1,6% av den totala årliga tillrinningen till avloppsreningsverket. Det bör emellertid påpekas att samtliga förekommande bräddavlopp ej medtagits vid beräkningen.

I *tabell B5-1* nedan redovisas de beräknade bräddvolymerna och till recipienten tillförd föroreningsbelastning. I tabellen har antagits att nederbörden faller som regn under perioden första april till femtonde december. Nederbörd under övrig tid faller som snö.

Ett medelvärde på nederbörden under ovanstående tidsperiod har framräknats till 537 mm. Detta medelvärde bygger på nederbördsstatistik från Jönköping för åren 1961-1984.

Av den totala fosforbelastningen till södra Vättern svarar de kända bräddavloppen på ledningssystemet för cirka 3 %. I *tabell B5-2* nedan görs en jämförelse mellan olika föroreningskällor till södra Vättern.

Brädd-avlopp	Regninten-sitet när bräddning startar (l/s,ha)	Ansluten hårdgjord yta (ha)	Andel bräddning (%)	Årlig bräddning (m ³)	Föroreningsmängd medelvärde (mg/l)				Total föroreningsmängd (kg)		
					Fosfor P		BS ₇		Fosfor P	BS ₇	
					Mätt	Antaget	Mätt	Antaget			
1			0	0					-	-	
2	< 10	3,1	20	3300	2,6		68		8,5	224	
3	< 5	5,1	85	23 000	-	2		60	46	1 380	
4	~ 10	15	50	40 000		2		60	80	2 400	
5	~ 5	5,2	80	23 000		2		60	46	1 380	
6	~ 15	12,5	15	10 000		2		60	20	600	
7	< 10	17,5	85	80 000	3,5		91		280	7 280	
12	> 10	4,6	30	7 400		2		60	15	444	
13	< 5	2,7	95	13 000		2		60	26	780	
B1:2	> 10	1,9	10	1 000		2		60	2	60	
B1	> 10	3,5	10	1 800		2		60	3	108	
B2			0	0					-	-	
B3 ¹⁾	> 15			1 200		2		60	2,5	72	
B4 ¹⁾	> 15			1 200		2		60	2,5	72	
B5			0	0					-	-	
B6 ¹⁾	~ 10			2 500		2		60	5	150	
Total årsbräddning orsakad av nederbörd:				207 400							
Total årlig föroreningsmängd:									540	14 950	
Totalt inklusive snösmältning ²⁾ :				216 400					560	15 500	

¹⁾ Årsbräddning på basis av 1983 och 1985 års mätningar.

²⁾ Bräddning vid snösmältning varierar kraftigt år från år.

Tabell B5-1: Beräknad bräddvolym och föroreningsmängd.

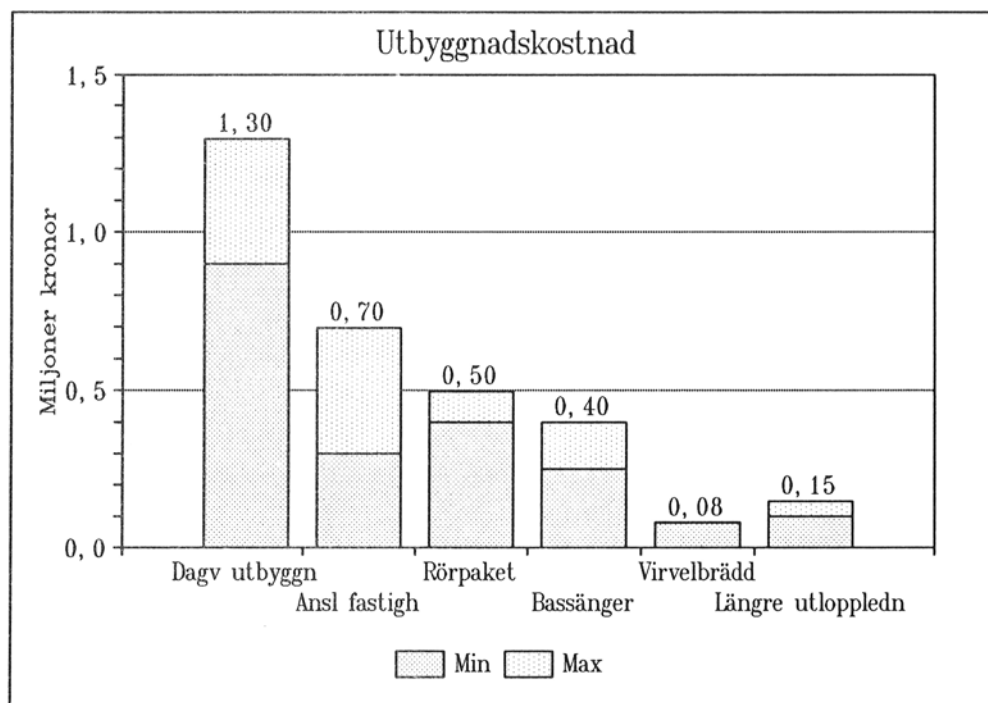
Föroreningskälla (transportör)	Utsläpp av fosfor (ton/år)
Huskvarna Avloppsreningsverk	1,9
Huskvarnaån	8,6
Simsholmens Avloppsreningsverk	5,1
Munksjön	5,2
Bankeryds Avloppsreningsverk	0,2
Domneån	1,5
Kontrollerade bräddavlopp	0,6
Summa	23,1

Tabell B5-2: Utsläpp av fosfor i södra Vättern från olika föroreningskällor.

För att komma tillrätta med bräddningarna inom centralorten har följande alternativa åtgärdsteknik jämförts:

- * Utbyggnad av dagvattenledningar.
- * Anslutning av "felkopplade" fastigheter till befintliga dagvattenledningar.
- * Anläggning av utjämningsbassänger, rörpaket etcetera.
- * Flödesreglering i avloppspumpstationer för att uppnå jämnare flöden nedströms i systemet (i anslutning till bräddavloppen).
- * Installering av virvelbräddavlopp eller liknande, där fasta partiklar i viss mån avskiljs från bräddvattnet.
- * Förlängning av utloppsledningar i recipienten.
- * Ökning av flödesbelastningen genom reningsverket.
- * Höjning av skibordskanterna vid respektive bräddavlopp.

I figur B5-1 nedan visas en kostnadsjämförelse för att omhänderta 1 hektar hårdgjord yta. Åtgärdseffekten för de olika alternativen redovisas dock inte.



Figur B5-1: Kostnad för att omhänderta en hektar hårdgjord yta.

En stor del av bräddavloppen har under 1989-1990 åtgärdats på olika sätt. Nedan omnämns några.

- * Bräddavlopp 12 och 13, som tidigare hade sina bräddutlopp i anslutning till en badplats vid Vätterns strandkant, har åtgärdats med hjälp av extra utjämningsvolym. Funktionskraven som ställts på dessa bräddpunkter är att bräddflödena skall begränsas till att inträffa högst 2 gånger per år.

Ett gemensamt utjämningsmagasin (typ rörpaket) har därför anlagts till en kostnad av 1,7 miljoner kronor. Utjämningsvolymen uppgår till 400 m³. Kontinuerlig nivåmätning pågår för närvarande för att registrera bräddningarna och därmed kontrollera åtgärdseffekten.

- * Vid bräddpunkterna 1, 2 och 3 har så kallade virvelbräddavlopp installerats. Åtgärdsmetodiken valdes dels för det begränsande utrymme som förelåg vid respektive bräddavlopp men även på grund av lägre ställda funktionskrav. Funktionskraven för dessa bräddavlopp bestämdes bland annat av Vätterstrandens mera otillgänglighet, och att inte bad förekommer i någon större utsträckning. Kravet blev därför att endast rening av bräddvattnet skall ske. Totalkostnaden för Virvelbräddavloppen uppgick till 2,0 miljoner kronor varav ledningskostnader i samband med installationen svarade för hälften. Från Naturvårdsverket har erhållits statsbidrag för i första hand utvärdering av funktionen för dessa bräddavlopp.

Under en tid av ett år skall en uppföljning av anläggningarna genomföras. Resterande bräddavloppsområden i centrala Jönköping kommer på motsvarande sätt som tidigare beskrivits att beräknas och åtgärdas. Dessa återstående delområden, som svarar för de volymmässigt klart största bräddningarna kräver emellertid stora ekonomiska insatser.

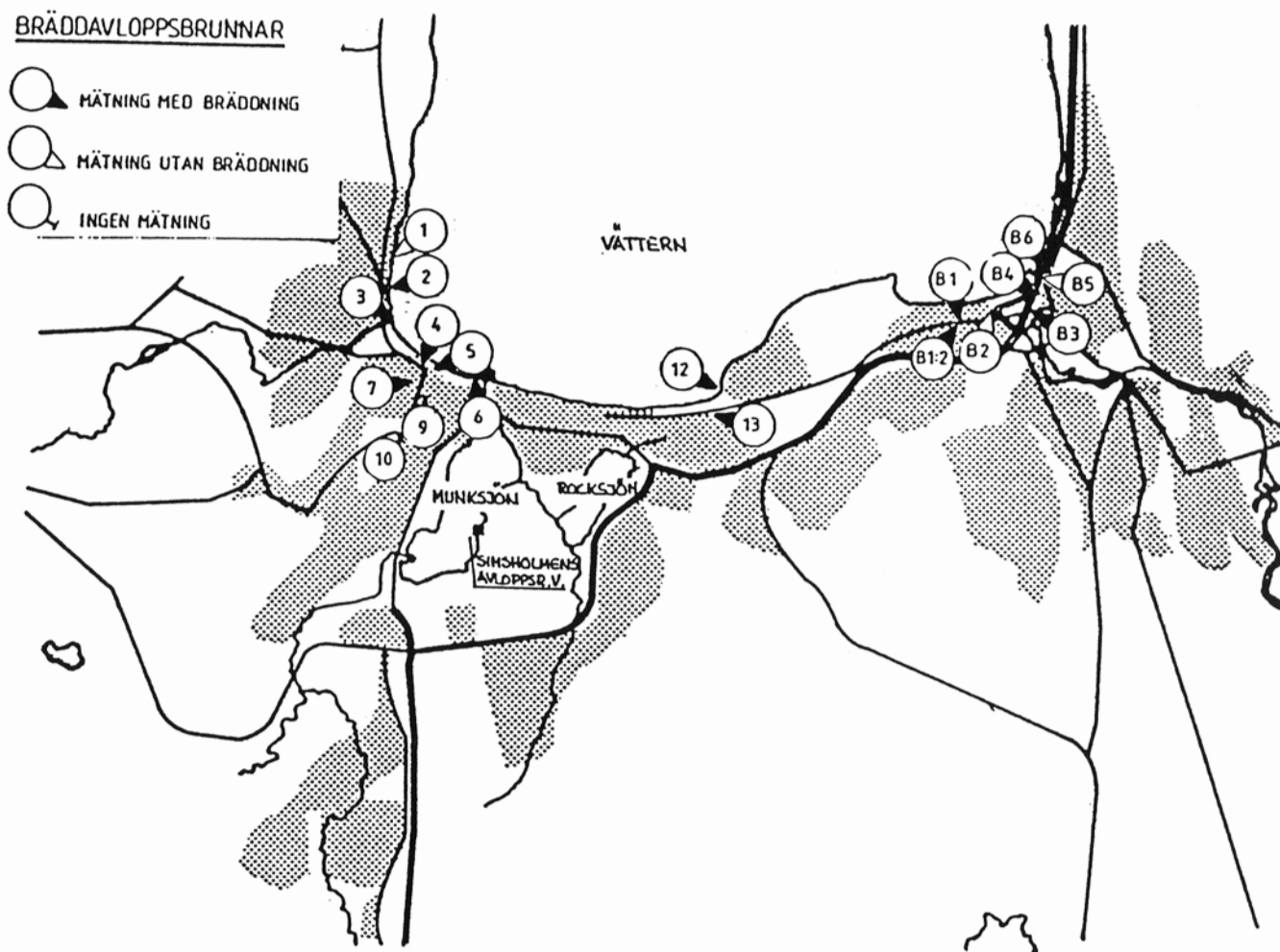
På liknande sätt som centrala Jönköping genomarbetats kommer sedan avloppssystemet för centrala Huskvarna att behandlas.

FAKTARUTA

Total areal inom avrinningsområde	---
Kombinerad yta	540 ha
Deltagande yta	66 ha
Beräkningsmetod	Mätning/beräkning
Avloppsmängd till RV	12,7 Mm ³ /år
Bräddvolym på ledningsnät	199 700 m ³ /år
Bräddvolym i % av inkommande till reningsverk	1,6 %
Bräddvolym vid RV (innan för-sedimentering)	---
Antal bräddavlopp som kontrollerats	9 st
Bräddfrequens (max, medel)	---, ---

REFERENSER

Utredningen utförd av Jönköpings gatukontor med början 1985.



Figur B5-2: Översiktsplan, Bräddavloppsbrunnar i Jönköping och Huskvarna tätorter.

