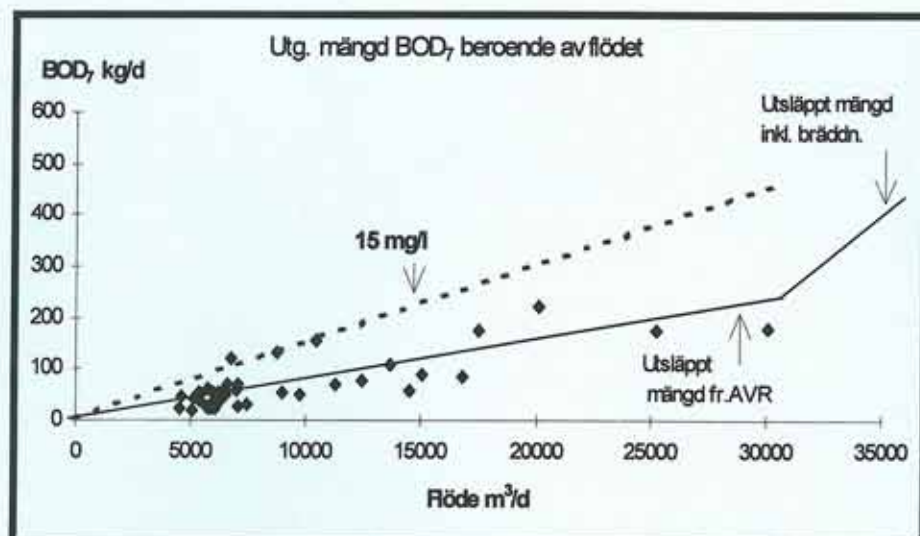


Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem

Hans Bäckman
Bengt Göran Hellström
Anders Jaryd
Åke Jonsson

VA-FORSK
RAPPORT
1997 • 15



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 1993-1995 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Driftchef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Enhetschef Bengt Göran Hellström	Stockholm Vatten AB
Kommun råd Nina Jarlbäck	Eskilstuna
Tekn chef Peeter Maripuu	Lysekil
Ledamot i KS o KF Håkan Mattsson	Ystad
Ledamot i KS Åsa Möller	Sundsvall
VA-chef Bengt L Persson	VA-verket Malmö
Sektionschef Jan Söderström	Sv kommunförbundet
VD Håkan Westerlund	VAV
Forskningschef Jan Falk, sekreterare	VAV

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande VAVs ståndpunkt.

VA-FORSK
VAV AB
101 53 STOCKHOLM
Tel: 08-677 25 70
Fax: 08-677 25 75

Servicebolag till Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen

Läck- och dränerings- vatten i spillvatten- system

***Hans Bäckman
Bengt Göran Hellström
Anders Jaryd
Åke Jonsson***

**VA-FORSK
RAPPORT
1997 • 15**

**VA-FORSK**

VAV

VA-FORSKs rapportserie

Rapportens titel:	Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem
Title of the report:	Measures to minimize the influence of infiltration and drainage in sewerage systems.
Rapportens beteckning Nr i VA-FORSK-serien:	1997-15
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-88392-41-4
Författare:	Hans Bäckman, VBB Viak AB, Bengt Göran Hellström, Stockholm Vatten AB, Anders Jaryd, Karlskrona kommun, Åke Jonsson, Stockholm Vatten AB
Utgivare:	VAV AB
VA-FORSK projekt nr:	94-123
Projektets namn:	Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem - Åtgärds ledningsnät respektive reningsverk
Projektets finansiering:	VA-FORSK
Rapporten beställs från:	AB Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 113 87, Stockholm, tel 08-457 11 00
Rapportens omfattning	
Sidantal:	160
Format:	A4
Upplaga:	1100
Sökord:	Avloppsledningsnät, avloppsreningsverk, tillskottsvatten, ovidkommande vatten, miljökrav, åtgärder, utvärdering, utsläpp, effekt, ekonomi
Keywords:	Sewer systems, wastewater treatment plants, infiltration, drainage, environmental standards, effluent standards, measures, evaluation, discharge, effects, economy
Sammandrag:	Rapporten beskriver hur miljökrav bör formuleras för avloppssystem. Undersökningsmetoder redovisas med praktiska exempel. Ett 40-tal åtgärder i ledningsnät och reningsverk har utvärderats och jämförs enligt nyckeltalet "kr per kg reducerad syretäring".
Abstract:	The report describes how to formulate environmental and effluent standards for sewerage systems. Investigation methods are illustrated through practical examples. About 40 measures in sewer systems and at treatment plants are evaluated and compared by a key indicator: "SEK per kilogram reduced oxygen demand".
Målgrupper:	Konsulter Miljövårdsmyndigheter Studering VA-organisationer
Utgivningsår:	1997
Pris 1997:	150 kr, exkl moms

SAMMANFATTNING

Projektet behandlar den mycket viktiga frågan om hur miljökrav bör formuleras för avloppssystemen. I projektet har miljöeffekten utvärderats för åtgärder i kommunala avloppsnät som syftar till att reducera stora årsvolymer tillskottsvatten. Dessa jämförs med andra alternativa åtgärder i reningsverk för att uppnå samma effekt avseende minskad utsläppt föroreningsmängd.

Projektet har drivits i en anda där det har varit viktigt att jämka samman synsätt och överbrygga gränsen mellan ledningsnät och reningsverk. Ett arbetssätt har tagits fram för utvärdering av reningsverkens utspädningskänslighet. Med utspädningskänslighet avses hur utsläppta föroreningsmängder påverkas av inkommande flödesmängd. Det finns ett samband mellan inkommande flöde och utsläppt föroreningsmängd. Sambandet beror till stor del på att villkoren är givna som halter. För många reningsverk är emellertid sambandet svagt. Detta beror på att andra faktorer, utöver utspädningsgraden, kraftigt påverkar mängden utgående föroreningar. Utspädningskänsligheten kan till exempel förändras radikalt genom ändrade driftsstrategier eller om-/ utbyggnad av reningsprocessen.

Ett stort antal åtgärder redovisas i denna rapport. För att möjliggöra jämförelser har ett enkelt nyckeltal använts: "kostnad i kr per kilo reducerad syretäring". Detta nyckeltal bör användas med försiktighet eftersom det endast beskriver den potentiella miljöeffekten i recipienten. Nyckeltalet kan dock vara gångbart som ett intressant jämförelsetal mellan olika åtgärder.

Resultaten från åtgärdsexemplen i projektet kan grovt sammanfattas enligt följande. För reningsverken har enklare åtgärder, såsom att undanröja begränsande sektioner, förändringar i doseringsförfarandena, visats sig ligga väl samlat mellan 0,20 och 1,70 kr/kg syretäring. Mer omfattande om- och utbyggnader i reningsverken uppvisar större spridningar i resultaten, från ca 2 - 20 kr/kg syretäring.

I ledningsnät har stort arbete lagts ned för att identifiera de delar av ledningsnäten som varit mest belastade med tillskottsvatten. Först därefter har mer detaljerade undersökningar kunnat göras. Resultaten från ledningsnät uppvisar en mycket stor spridning. De lokala förhållandena visade sig vara helt avgörande för effektiviteten i åtgärderna. Vid lagning av stora punktinläckage har en vinst erhållits då den årliga driftkostnadsbesparingen har överstigit årskostnaden för investeringen. Vid mer komplexa åtgärdspaket, innehållande t ex grundvattenpumpning, avskärande dräneringar, ledningsreoveringar etc, var spridningen mycket stor från en kalkylerad vinst till en kostnad på upp mot 100 kr/kg syretäring. Samtidigt redovisas exempel där en åtgärd ej resulterat i någon mätbar effekt på läck- och dränvattenflödet. Detta medför att kostnaden, uttryckt i nyckeltalet kr/kg reducerad syretäring, blir oändlig.

Med åtgärdsexemplen har vi visat på det orimliga i att formulera miljökrav på ledningsnät med enkla indirekta nyckeltal, såsom maximalt tillåten årsmedelandel av tillskottsvatten. Varken de ekonomiska följderna eller åtgärdseffektiviteten kan vara överblickbara vid tillståndsprövningen. Det är bättre om miljömål och miljökrav för ledningsnät formuleras i rullande förnyelseplaner och vävs samman med övriga mål och krav som gäller för förvaltningen av avloppssystemen. Förnyelseplanerna bör revideras vid återkommande samrådskontakter. Utgångspunkten för miljödiskussioner måste vara en helhetssyn rörande recipientens status där alla större föroreningsbelastningar, såväl inom som utanför den kommunala va-verksamheten, beaktas.

SUMMARY

The project addresses the important issue of how environmental standards should be formulated for wastewater collection and treatment systems. Environmental effects have been evaluated in the project for measures taken to reduce the large annual volumes of infiltration and drainage water in municipal sewer systems. These have been compared with alternative measures taken at wastewater treatment plants to achieve the same effects with respect to the reduced discharge of pollutants.

The project has been operated in a spirit where it has been important to adopt a common approach and bridge the boundaries between collection systems and treatment systems. A methodology for evaluating a treatment plant's dilution sensitivity has been developed. The dilution sensitivity is an indicator of how the discharge of pollutants in the effluent is affected by the influent flow. There is a relationship between the influent flow and the effluent pollutant load. The relationship is highly dependent on the fact that the standards are expressed as concentrations. For many treatment plants, the relationship is, however, quite weak. Other factors besides dilution sensitivity can in some cases greatly influence the effluent pollutant load. Dilution sensitivity can, for example, be radically altered by changing operating strategies or by modifying the treatment process.

A large number of measures are described in this report. To facilitate comparisons, a simple key indicator has been used: "cost in SEK per kilogram reduced oxygen demand". This key indicator should be used carefully since it only describes the potential environmental effects in the recipient. The key indicator should be a useful factor for comparing different measures.

The results from measures examples can be summarized as follows: simpler measures at treatment plants, such as removing bottlenecks, changing dosing rates etc, typically yield results between 0.2 and 1.7 SEK/kg reduced oxygen demand. More extensive process modifications showed greater deviations, from 2 to 20 SEK/kg reduced oxygen demand.

A great amount of effort has been put into identifying the sections of collection systems that are heaviest loaded by infiltration and drainage water. Thereafter can more detailed investigations be made. The results from collection systems show a large amount of deviation. Local conditions greatly influence the effectiveness of adopted measures. Repairing large point leaks is profitable when the annual operating savings is greater than the annual cost for the investment. For more complex measures, such as ground water pumping, intercepting drainage schemes or pipeline renovations, the deviation from the calculated profit was up to 100 SEK/kg reduced oxygen demand. At the same time, some examples showed that measures had not resulted in any measurable effect on infiltration and drainage water. This implies that the cost, expressed as a key indicator in SEK/kg reduced oxygen demand, is infinite.

From the examples it has been shown that it is unreasonable to formulate environmental standards for collection systems based on simple indirect key indicators, such as maximum allowable average annual infiltration and drainage. Neither the economic consequences nor the measure effectivity can be foreseen at an environmental permit hearing. It is better that environmental goals and standards for collection systems be formulated in terms of continuous renewal plans and bound together with the other goals and standards that are applicable to the management of sewerage systems. Renewal planning must take a holistic approach with respect to the status of the recipient where all larger pollutant loads, both inside and outside the sphere of municipal sanitary activities, are taken into account.

FÖRORD

Denna rapport utgör en redovisning av VA-FORSK-projektet "Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem - åtgärdsalternativ i ledningsnät resp reningsverk". Ansvaret för projektets genomförande samt framställning av denna rapport har vilat på en liten projektgrupp bestående av Anders Jaryd, Karlskrona kommun (projektledare), Åke Jonsson, Stockholm Vatten, Hans Bäckman, VBB Viak (sekreterare och samordnare för ledningsnät) samt Bengt Göran Hellström, Stockholm Vatten, tidigare VAI VA-projekt (samordnare för reningsverk).

Projektet har baserats på ett omfattande och aktivt deltagande från många kommunala va-organisationer. Stort arbete har genomförts i dessa kommuner vilket utgjort grunden för denna rapport. Erfarenheter, idéer och synsätt har diskuterats vid tre arbetsgruppsmöten med ett 20-tal deltagare. I arbetsgruppen har, utöver projektgruppen, följande personer deltagit: Claes Wångsell, Bernt Persson, Göteborgs va-verk, Peter Balmér, Douglas Lumley, GRYAAB, Kenneth Johansson, Mats Strand, Karlskrona kommun, Yngve Backlund, Susanne Wiberg, Moravatten, Christer Wigren, Jan Paradis, Simrishamns kommun, Lars-Gunnar Reinius, Knut Bennerstedt, Lennart Berglund, Stockholm Vatten, Ulf Ödberg, Gunilla Edmark, Sundsvall Vatten samt Carl-Johan Sandgren, Leif Gustafsson, Umeå kommun. I diskussionerna inom projektet har även Anders Lind och Elisabeth Öhman, Naturvårdsverket, deltagit.

Jes la Cour Jansen, egen firma, Danmark, har anlåtats både som externt bollplank och utgjort en länk till ett motsvarande projekt i Danmark. Stor hjälp har erhållits av Jan-Erik Haglund, VAI VA-projekt och Jan Wodlin, Naturvårdsverket vid beskrivningen av gällande miljökrav i kapitel 2.

Det är projektgruppens förhoppning att detta arbete skall kunna användas som en inspirationskälla till att vidareutveckla samarbetet mellan ledningsnät och reningsverk samt utgöra ett viktigt bidrag till den fortsatta diskussionen om hur miljökrav bör formuleras för våra va-system.

Vi vill varmt tacka alla som bidragit till genomförandet av detta projekt.

Projektgruppen för läck- och dränprojektet
Karlskrona/Stockholm i nov 1997

LÄSANVISNING

Rapporten spänner över ett mycket brett fält från övergripande diskussioner om miljökrav, utredningsmöjligheter till detaljerade beskrivningar av olika åtgärdsexempel. Rapporten är utformad så att det skall vara möjligt att läsa olika delar separat. Med denna läsanvisning vill vi underlätta för läsaren att söva bland materialet och snabbt hitta det som är mest intressant.

Inledningsvis ges i kapitel 1 en bakgrund till projektet och förklaring till projektets inriktning och avgränsningar.

I Kapitel 2 beskrivs kortfattat de miljökrav som gäller för va-systemen. Inte minst kan det vara nyttigt att få en inblick i den stora flora av internationella konventioner mm som föreligger samt något om den juridiska styrkan i dessa.

I kapitel 3 redovisas resultaten från intensiva diskussioner inom projektet kring begreppet "tillskottvatten" och olika begrepp för att karakterisera läck- och dränvattnet. Olika källor till läck- och dränvattnet beskrivs. Dräneringsfrågan belyses också kortfattat i ett historiskt perspektiv. Q-dim begreppet för reningsverken förklaras. En kortfattad beskrivning ges också om hur reningsprocesserna påverkas av en ökad utspädning i inkommande flöde.

Utredningsmetodiken för att karakterisera och identifiera problemen med läck- och dränvattnet beskrivs i kapitel 4. Stort utrymme ägnas åt att redovisa resultatet från utvärderingarna av reningsverkens utspädningskänslighet. I Bilaga 1 ges en mycket detaljerad metodbeskrivning av hur utspädningskänsligheten kan utvärderas. För ledningsnät ägnas stort utrymme åt att beskriva olika utredningsmetoder från ett, ur reningsverkets perspektiv, uppskatta omfattningen på läck- och dränvattnet till att identifiera problemområden och lokalisera källorna.

I kapitel 5 ges en kort resumé av alla åtgärder som utvärderats inom ramen för detta projekt. I bilaga 3 ges kommunvis en mer omfattande beskrivning av åtgärderna i ledningsnät och av vissa åtgärder i reningsverk. För beskrivning av övriga åtgärder i reningsverk hänvisas till resp va-organisations internrapporter, se referenslistan.

I kapitel 6 redovisas resultatet från den jämförande studien av åtgärder i ledningsnät och reningsverk ur perspektivet "kr per reducerat kg syretäring". Där beskrivs också de svårigheter som föreligger vid denna typ av enkla jämförelser. I bilaga 2 ges en sammanställning över beräkningsunderlaget för respektive åtgärd.

Som slutord ges i kapitel 7 några bidrag till de fortsatta diskussionerna om hur miljökrav bör formuleras. Där framhålls också vikten av att man jobbar med att skapa en SAMOVAR-anda i va-organisationerna.

INNEHÅLL	Sid
SAMMANFATTNING	I
FÖRORD	III
LÄSANVISNING	V
INNEHÅLL	VII
1 Bakgrund och syfte	1
1.1 Bakgrunden till projektet	1
1.2 Projektets syfte och uppläggnig	3
2 Miljökrav	4
2.1 Inledning	4
2.2 Recipientpåverkan	4
2.3 Utsläppskrav	5
2.3.1 Internationella konventioner	5
Helsingforskonventionen	5
Pariskonventionen	7
Nordsjökonferensen	7
EG-direktiv	7
2.3.2 Nationella beslut enligt miljöskyddslagen	8
2.3.3 Lokala ambitioner	8
2.3.4 Recipientbaserade krav	8
2.3.5 Myndighetskrav på ledningsnät	8
3 Läck- och dränvatten - Begrepp och problematik	11
3.1 Inledning	11
3.2 Tillskottsvatten = ovidkommande vatten	11
3.3 Vad är läck- och dräneringsvatten?	12
3.4 Dräneringsvattenhistorik	15
3.5 Reningsverkens känslighet för läck- och dräneringsvatten	15
3.5.1 Begreppet Q-dim	15
3.5.2 Utspädning av spillvattnet	16
3.5.3 Vattentemperaturen	16
4 Utredningsmetodik för identifiering av problem med läck- och dränvatten	17
4.1 Inledning	17
4.2 Övergripande beskrivningar och analyser	17
4.2.1 Beskrivning av "projektets avloppssystem"	18
Ledningsnätets storlek och uppbyggnad	18
Reningsverkens storlek, uppbyggnad och krav	19
4.2.2 Analys av driftstatistik vid reningsverk	21
Spillvattnets utspädning	21
Utspädningskänslighet i projektets reningsverk	22
Utspädningskurvor från projektets reningsverk	24

4.3	Identifiering av problem och dess orsaker i ledningsnät	38
4.3.1	Översiktlig beskrivning av ledningsnät och geohydrologi	38
4.3.2	Mäta och analysera läck- och dräneringsflöden	40
	Basflödesmätning av läck- och dräneringsflöden	40
	Nyckeltalsbearbetning av flödeskurvor	42
	Jämförelse mellan översiktliga årsmedelnyckeltal och geografiskt utspridda nyckeltal vid höga grundvattennivåer	43
	Spåra källorna till problemen i ledningsnät	44
4.4	Identifiering av problem och dess orsaker i reningsverk	45
4.4.1	Analys av insamlade mätvärden	45
4.4.2	Intensivprovtagningar/kontinuerliga mätgivare	46
4.4.3	Processimuleringar	46
5	Åtgärdsalternativ och uppföljning	47
5.1	Inledning	
5.2	Åtgärdsalternativ i ledningsnät	47
5.2.1	Ändra befintlig dräneringsfunktion	47
5.2.2	Stoppa inläckning av grundvatten / havsvatten mm	49
5.2.3	Stoppa överläckning av dricksvatten eller dagvatten till spill	50
5.2.4	Åtgärda fel på anordningar, ex högvattenluckor, proppningar	50
5.2.5	Stoppa inströmning till spill vid högvattenperioder	51
5.3	Åtgärdsalternativ i reningsverk	51
5.3.1	Driftoptimeringar och driftsstrategier	51
5.3.2	Åtgärder mot begränsande sektioner	52
5.3.3	Ombyggnationer, ändringar av processutformning	53
5.3.4	Utbyggnad, komplettering av reningsverken	54
6	Prioriteringsdiskussion	55
6.1	Inledning	55
6.2	Recipienten bestämmer parametrarna	55
6.3	Utvärdering av åtgärder i ledningsnät och reningsverk	56
7	Slutord	60
8	Referenslista	61
Bilaga 1: Mallar och beräkningsrutiner		
Bilaga 2: Tabeller över åtgärdsexempel från ledningsnät och reningsverk		
Bilaga 3: Åtgärdsexempel		

1 BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrunden till projektet

Fram till 1980-talet omfattade miljökraven för avloppssystem enbart reningsverk och inte ledningsnät. Tillståndskraven formulerades normalt som en procentuell reduktion av fosfor och BOD och en högsta tillåten halt (mg/l) av dessa parametrar i utgående vatten från reningsverken. I mitten av 80-talet kom de första kraven på kväverening.

Under 80-talet tilltog diskussionerna om vikten av att se ledningsnät och reningsverk som en helhet. Dessa tankar publicerades 1991 i VAVs "SAMOVAR"-skrift (VAVM75). SAMOVAR står för SAMOrdning och samVerkan Avloppsnet och Reningsverk. I rapportens sammanfattning framhölls bl a:

- * Miljöskyddet erfordrar effektiv avloppsrening
- * Miljömål för varje recipient fastställs
- * Inventering av ledningsnätets och reningsverkets funktion erfordras
- * Samordning av organisationerna för ledningsnät och reningsverk bör eftersträvas
- * Samordnad drift av ledningsnät och reningsverk reducerar utsläpp och investeringsbehov

1990 föreskrev Naturvårdsverket att större avloppssystem (> 500 pe) skall redovisa bräddad volym från ledningsnäten. Föreskrifterna innehåller inga krav på maximalt accepterad bräddning utan syftar i första hand till att klarlägga omfattningen av bräddningen från ledningsnät.

En konsekvens av att tillstånd ofta formuleras som maximal föroreningshalt i utgående vatten blir då att man teoretiskt och juridiskt tillåter en högre utsläppt föroreningsmängd till recipienten ju mer utspätt avloppsvattnet är med tillskottsvatten (sk ovidkommande vatten). Under de senare årens miljöprövningar har det förekommit att tillståndsmyndigheter även fört fram preciserade krav alternativt bör-värden vad gäller nyckeltal för acceptabel andel tillskottsvatten till reningsverken. Därmed motverkas att större mängder föroreningsutsläpp accepteras vid högre utspädningsgrader.

Nyckeltalet "maximalt accepterad utspädning" har formulerats med viss variation, vilket visas av följande exempel:

- * "I detta arbete bör en målsättning vara att mängden ovidkommande vatten, som leds till verket, från och med år 2001, som årsmedelvärde och riktvärde, uppgår till högst 35% av mängden spillvatten, som leds dit." Västra Stranden, Halmstad 1996. (1995 uppgick skillnaden mellan inkommande avloppsvattenmängd och debiterad dricksvatten-

mängd för 1995 till högst 45 % av den totala inkommande mängden vatten till reningsverket)

- * “Mängden ovidkommande vatten, dvs vatten utöver egentligt spillvatten, t.ex. dag- och dräneringsvatten, som leds till verket får från och med år 2000 som årsmedelvärde och riktvärde uppgå till högst 40% av mängden spill som leds dit.” Falkenberg 1994.
- * “Målsättningen i kommunens arbete att minska mängden ovidkommande vatten bör vara att mängden ovidkommande vatten, dvs vatten utöver egentligt spillvatten t.ex. dag- och dräneringsvatten, som leds till verket får år 2005 som årsmedelvärde och riktvärde uppgå till högst 30% av mängden spillvatten som leds dit” Ellinge, Eslöv 1996.

Andelen tillskottsvatten varierar i exemplen ovan mellan 30 och 40%. Procentangivelserna avser högsta årsmedelandel tillskottsvatten av totalt inkommande flöde till reningsverken. Riktvärdena förefaller vara satta som en viss reduktion av den årsmedelbelastning av tillskottsvatten som gällt vid provningstillfället.

Då man vid ett provningstillfälle ej känner till vad som är orsakerna till tillskottsvattnet går det ej heller att bedöma rimligheten i kraven avseende åtgärders kostnad och effektivitet. Det finns ej heller utrymme för en diskussion om åtgärdernas effekt på recipientstatusen. Ett tillståndsvillkor som formuleras som en högsta tillåten utgående föroreningshalt samt en högsta tillåten andel tillskottsvatten innebär att man indirekt också har satt ett mått på maximalt accepterad utsläppt föroreningsmängd från reningsverken.

Med en okritisk tillämpning av enkla nyckeltal, som baseras på diffusa problem-orsakssamband i en komplicerad va-teknisk värld, riskerar man att tekniskt / ekonomiskt orimliga lösningar kan drivas fram.

I andra tillståndsformuleringar kan texten vara enligt följande:

- * “Avloppsledningsnätet skall fortlöpande ses över och underhållas i syfte att så långt som möjligt begränsa tillflödet till reningsverket av dag- och dräneringsvatten. Till ledning för detta arbete skall finnas en saneringsplan som skall hållas aktuell. Utförda och planerade saneringsåtgärder och åtgärdernas effekter avseende bräddning och inflöde av ovidkommande vatten skall redovisas i den årliga miljörapporten.” Uppsala 1996

Denna formulering lämnar utrymme för löpande dialog kring tänkbara åtgärder. Man har ej heller låst fast sig i något visst nyckeltal innan underlag finns för att bedöma rimligheten i kraven. Däremot kan den inledande skrivningen ”...så långt som möjligt begränsa tillflödet...” väcka diskussion när den ej relaterats till exempelvis vad som är tekniskt/ekonomiskt rimligt.

1.2 Projektets syfte och uppläggning

Det ursprungliga syftet med projektet var att i ett SAMOVAR-perspektiv beskriva och jämföra olika åtgärder i ledningsnät resp reningsverk avseende kostnad och reduktion av utsläppta föroreningar. Diskussionen skulle föras mot bakgrund av de på senare år framförda tillståndskraven formulerade som maximalt accepterad årsmedelandel tillskottsvatten i inkommande flöde till reningsverken.

I rapporten har åtgärdsdiskussionerna för ledningsnät därmed inriktats mot källor som orsakar de största årsvolymer av tillskottsvatten, dvs sk läck- och dräneringsvatten. I reningsverken har arbetet inriktats mot att, genom analys av driftdata, undersöka reningsverkens utspädningskänslighet samt visa på åtgärder i reningsverken där man med olika medel kan reducera mängden utsläppta föroreningar.

Projektet har redan på ett tidigt stadium avgränsats till att ej beröra problemställningar som är förknippade med toppflödesproblem i samband med nederbörd, sk nederbördspåverkan. Detta beror på att nederbördspåverkan normalt svarar för en mindre del av årsvolymer tillskottsvatten eftersom flödestopparna är relativt kortvariga. En annan orsak till avgränsningen är att toppflödesproblemen har uppmärksammats i många projekt under senare år. Som framgår av denna rapportens åtgärdsexempel så är det ibland svårt dra en gräns mellan läck- och dräneringsvatten och toppflöden.

Under projektets gång har behovet vuxit sig starkt för att inte bara visa på konsekvenser av olyckliga tillståndsförmuleringar utan även diskutera hur miljökrav lämpligen bör formuleras.

Projektorganisationen har byggts upp så att de deltagande kommunerna representerats med kompetens för såväl ledningsnät som reningsverk. I projektet har följande kommuner deltagit: Göteborg/GRYAAB, Karlskrona, Mora, Simrishamn, Stockholm, Sundsvall och Umeå.

2 MILJÖKRAV

2.1 Inledning

Vid diskussioner om miljökrav för va-systemen har det varit en allmän uppfattning i arbetsgruppen för projektet att man bör utgå från respektive recipients föroreningsstatus. Det framkom snart att det var svårt att överblicka alla olika typer av krav, tillståndsformuleringar, internationella konventioner mm som gäller idag. Likaså var kunskapen otillräcklig om den juridiska styrkan i exempelvis olika internationella konventioner och direktiv. Därför görs i detta kapitel ett försök att sammanfatta vad som gäller inom detta fält för svenskt vidkommande. Observera att det är en ständigt pågående utveckling inom detta område varför denna sammanställning snart kan behöva revideras eller kompletteras.

2.2 Recipientpåverkan

Avledning av avloppsvatten i ledningar infördes från början av hygieniska skäl. Redan på 1920-30-talet uppstod på många håll problem i recipienten i form av syrebrist, lukt- och hygienproblem på grund av ökade spillvattenutsläpp direkt till vattendragen. Många sjukdomar är vattenburna och spreds med ett förorenat vatten. Lösningen blev att införa enklare rening som tex slamavskiljning eventuellt i kombination med biologisk rening.

Senare blev man mer medveten om att näringsämnen i avloppsvattnet orsakade övergödning av sjöarna och ökad tillväxt av alger och syrefria bottenar. Detta medförde att fosforreningen infördes i slutet av 60- och början av 70-talet. Nu är utbyggnaden av avloppsverken för kvävereduktion i full gång.

Trots att det hela tiden varit recipientförhållandena som initierat nya krav på ökad rening, har det ofta rått olika uppfattningar om vad recipienten tål för att dess självreningsförmåga ej ska överskridas. Det har därför utarbetats en policy från myndigheterna där en teknisk/ekonomisk rimlig nivå (BAT-begreppet, "Best Available Technology", dvs "bästa möjliga teknik") har styrt kraven. Det innebär idag högt ställda reningskrav på organiskt material och fosfor samt i många fall även kväve.

Under senare år har diskussionen om hur reningskraven ska formuleras, utvidgats till att förutom avloppsverken även gälla ledningsnäten. Detta känns rimligt eftersom det totala utsläppet till recipienten är det som är intressant. Det går inte att bara ställa krav på en del i systemet och tro att man därmed får den optimala lösningen och minsta miljöpåverkan.

Detta projekt har inriktats mot hur vissa typer av åtgärder i systemet "spillvattenledningsnät - avloppsverk" påverkar föroreningsbelastningen på recipienten. Åtgärder mot exempelvis dagvattenföroreningar har därmed ej ingått i projektets uppläggning. Det bör här framhållas att dagvattnets relativa föroreningsbelastning har ökat i takt med att reningsresultaten för

spillvattnet har förbättrats samt insatser genomförts för att reducera bräddning av spillvatten. Idag svarar ofta dagvattnet för de största föroreningsutsläppen från ledningsnät.

En balanserad diskussion om olika föroreningskällors betydelse för miljön måste innefatta alla relevanta källor.

2.3 Utsläppskrav

Många av våra utsläppskrav styrs av internationella konventioner som antagits utav Sverige. Dessa konventioner kan, om miljökraven är strängare, ta över lokala tillstånd.

2.3.1 Internationella konventioner

Till varje konvention ges fortlöpande detaljerade rekommendationer för tex avledning och rening av avloppsvatten. Konventionerna och rekommendationerna är inte juridiskt bindande för Sverige eller övriga parter men väl politiskt och moraliskt förpliktande. Det förutsätts dock att varje land implementerar dessa i sin lagstiftning. Exempel på sådana avtal är:

Helsingforskonventionen

Syftet med Helsingforskonventionen är att minska föroreningen av Östersjön och återställa dess marina miljö utan att öka föroreningen i andra områden. Arbetet med att genomföra Helsingforskonventionen bedrivs i Helsingforskommissionen (HELCOM).

Inom HELCOM har sju rekommendationer antagits som rör kommunal avloppsvattenhantering. Tre rör dagvatten, tre behandlar reningsteknik och reningskrav och en behandlar industrianslutningar till kommunala avloppsreningsverk. Nedan redovisas en sammanfattning av några av dessa rekommendationer. Det finns ingen officiell svensk översättning av rekommendationerna varför en reservation här görs mot eventuella feltolkningar.

Dagvatten och ledningsnätsfrågor:

Ang begränsning av olja i dagvattensystem (Rek 5/1, antagen 84.03.14):

- * Rekommenderar användning av oljeavskiljare vid tex industrialanläggningar, bensinstationer och vid andra områden där olja hanteras.

Ang åtgärder för att reducera utsläpp från tätorter genom att utveckla avloppssystem (Rek: 7/3, antagen 86.02.12):

- * Avloppsledningsnät bör underhållas och förnyas på ett sådant sätt att in- och utläckage minimeras
- * Netto-inläckaget bör i större uppsamlingsområden som årsmedelvärde inte överstiga 100% av torrväderstillrinningen.

- * Vid nyexploatering bör separata eller semi-separata avloppssystem anläggas

Ang reduktion av utsläpp från tätorter genom lämpligt omhändertagande av dagvatten (Rek: 11/2, antagen 90.02.14):

- * Åtgärder bör vidtagas vid källan för att undvika förorening av dagvatten. Som exempel på åtgärder nämns torrsopning av gator och användning av blyfri bensin.
- * Vid uppsamling av dagvatten i separata system i områden med intensiv trafik bör; a) flödesutjämning av den första flödestoppen ske, när så är möjligt, b) detta första flöde skall ledas till en reningsanläggning
- * Förorenat dagvatten från kraftigt förorenade industriområden etc bör behandlas som förorenat avloppsvatten
- * Alla upptänkliga åtgärder bör vidtas för att minimera volymen av dagvatten som leds till ett kombinerat avloppssystem, tex genom lokal infiltration
- * I områden med kombinerade avloppssystem bör bräddningar ej ske oftare än i genomsnitt 10 ggr per år, alternativt får maximalt 10 % av de föroreningar som leds i avloppssystemet under ett år bräddas (flera bräddningar under samma dygn räknas som ett bräddningstillfälle). Målet kan uppnås genom lämplig utformning av avloppssystem och genom utjämning. Målsättningen bör vidare vara att samla upp det mest förorenade dagvattnet och överleda detta till reningsverket, och minska den bräddade föroreningsmängden genom att använda någon form av reningsutrustning (tex virvelseparator) vid bräddpunkter från kombinerade ledningssystem.

HELCOM Rek 17/7 ersätter den 1 jan 1998 Rek 11/2.

Reningsteknik och reningskrav:

Ang åtgärder för att begränsa utsläpp från tätorter genom att tillämpa effektiva avloppsreningsmetoder (Rek 9/2, antagen 88.02.15):

- * Kommunalt avloppsvatten bör uppsamlas och behandlas innan utsläpp sker, bräddningar får endast användas i nödsituationer.
- * Avloppsvatten från tätorter med mer än 10 000 pe bör senast 1998 behandlas med biologisk rening, eller annan rening som ger reningresultat (beräknade som årsmedelvärden) motsvarande:
 - minst 90 % reduktion av BOD₅
 - maximalt 15 mg BOD₅/l i utgående renat avloppsvatten
 - maximalt 1,5 mg tot-P/l i utgående renat avloppsvatten
- * Varje land bör starta försök och utveckling av kvävereningsteknik

Ang kväverening vid kommunala avloppsreningsverk (Rek 16/9, antagen - 95.03.15):

- * Kommunala reningsverk, belägna vid kvävekänsliga recipienter, bör vara utrustade för kväverening enligt nedanstående:

Storlek pe	Utsläppshalt mg tot-N/l	Min %-red %	År	Östländer
10 001-50 000	15	70-80	1998	2020
50 001-100 000	15	70-80	1998	2020 ⁽¹⁾
> 100 000	10	70-80	1998	2010

⁽¹⁾ I vissa fall år 2000.

Pariskonventionen

Genom Pariskonventionen (PARCOM) har Sverige anslutit sig till två rekommendationer (Rek 88/2 och Rek 89/4) som behandlar reningen i vissa kommunala avloppsreningsverk. Enligt rekommendationerna skall nykonstruerade reningsverk och befintliga reningsverk som byggs ut, med en anslutning >20 000 pe, ha en reningsgrad på lägst 70 % avseende fosfor och kväve.

Nordsjökonferensen

Vid den tredje Nordsjökonferensen 1990 anslöt sig de deltagande staterna att utsläppshalterna från reningsverk, med en anslutning >20 000 pe, skall understiga 1-2 mg tot-Fosfor/l och 10-15 mg Kväve/l.

EG-direktiv

Inom EU finns direktiv gällande såväl avledning och rening av avloppsvatten. Direktivet för avloppsvattenrening har gjorts juridiskt bindande i Sverige genom en föreskrift från SNV. Denna heter "Kungörelse med föreskrifter om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse", SNFS 1994:7. Till denna skrift har Naturvårdsverket även gett ut en information med kommentarer till föreskrifterna. Föreskriften gäller rening, utsläpp och kontroll av avloppsvatten från tätbebyggelse. Denna föreskrift anger den miniminivå som under alla omständigheter måste uppfyllas. Det har ingen betydelse om en anläggning har tillståndsvillkor eller förelägganden som är mildare än föreskrifternas krav, föreskriften gäller ändå. Däremot är det så att enligt ML kan krav ställas som är strängare än föreskrifterna.

2.3.2 Nationella beslut enligt miljöskyddslagen

Utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse med fler än 2 000 innevånare måste enligt miljöskyddslagen tillståndsprövas av en länsstyrelse eller av Koncessionsnämnden för miljöskydd. Vid denna prövning fastställs bl a de utsläppskrav som skall gälla för avloppsverket. I tillståndsbeslut från senare år finns ofta krav på minskning eller utredning om hur man ska minska mängden tillskottsvatten till reningsverket.

För utsläpp av avloppsvatten från mindre bebyggelsegrupper och tätorter med färre än 2 000 innevånare krävs enligt miljöskyddslagen i stället ett anmälningsförfarande. En anmälan skall göras till den kommunala nämnd som sköter tillsynen enligt miljöskyddslagen (normalt Miljö- och hälsoskyddsnämnden). Miljönämnden kan därefter antingen lämna råd om vad som bör gälla för avloppsvattenutsläppet eller förelägga (juridiskt bindande) om vilka försiktighetsmått som skall vidtas.

2.3.3 Lokala ambitioner

I många fall kan det vara önskan på hur ett vattenområde ska brukas som styr ambitionsnivån på avloppsvattenreningen. Det kan vara önskan att använda vattnet till exempelvis: vattentäkt, bad, fiske, friluftsliv eller fågellokal.

En ambition kan även vara att det avskilda slammet ska användas på åkermark. Denna användning styrs av slamöverenskommelsen mellan VAV, SNV och LRF.

2.3.4 Recipientbaserade krav

I flera länder har försök gjorts att pröva recipientbaserade krav i större recipienter. Efter att först fastställa vad vattenområdet ska användas till och vad detta medför för högsta belastning av närsalter och andra föroreningar har man sedan sett på möjligheterna att genom olika åtgärder inom recipientens tillrinningsområde kunnat finna totalekonomiskt bra lösningar. Ett kommande EG-direktiv liknar detta förfarande.

Naturvårdsverket har utgivit "Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag", Allmänna råd 90:4. I denna skrift finns underlag för hur olika vattenområden kan klassas efter tillstånd och påverkansgrad, t ex i form av halter av näringsämnen och syrgas. Denna klassning bör alltid finnas med vid tillståndsprövningar av svenska reningsverk. I vissa fall kan denna bedömning innebära att en skärpning sker av kraven till vad som anses vara miljömässigt motiverat och tekniskt / ekonomiskt rimligt.

2.3.5 Myndighetskrav på ledningsnät

Myndigheterna har alltid betraktat ledningsnätet som en viktig del av de kommunala avloppsanläggningarna. Under senare år har myndigheternas intresse för brister i ledningsnätens funktion ökat och helhetssynen på

avloppsanläggningarna har blivit mer uttalad. Detta hänger samman med att bräddningar från ledningsnätet relativt sett fått en större betydelse för det totala föroreningsutsläppen, då reningseffekten i reningsverken i många fall drivits så långt som det för närvarande bedöms vara tekniskt och ekonomiskt rimligt.

Även myndigheternas arbetssätt för att åstadkomma förbättringar i ledningsnätens i ledningsnätens funktion har gradvis förändrats. Främst under 1960 - 1970-talen förekom krav i tillståndsbeslut på att t ex alla kombinerade ledningar skulle separeras och att alla bräddavlopp skulle förses med någon typ av galler. Detta genomfördes dock sällan. Det visade sig så småningom att kraven var för stränga. Kostnaderna för åtgärderna skulle inte stå i proportion till nyttan. År 1978 skrev naturvårdsverket att sanering av avloppsledningsnät inte nödvändigtvis måste innebära att alla kombinerade ledningar måste separeras.

Från början av 1970-talet blev det i stället vanligt att krav ställdes på kommunerna i tillståndsbeslut att inom viss tid redovisa en saneringsplan för avloppsledningsnäten. Saneringsplaner har tagits fram för många svenska tätorter. Ambitionen har ofta varit hög, ledningsnätens funktion har undersökts och tidsbestämda åtgärdsplaner har lagts fast. I vissa fall har dock arbetet med saneringsplaner fått karaktären av en engångsinsats. Uppföljningen av saneringsplanerna har ofta fått formen av överenskommelser om att kommunen skall vidta åtgärder efter en bestämd tidsplan. Resultatet har i många fall blivit att saneringsplanen hamnat i en bokhylla både på länsstyrelsen och på kommunen och sakta men säkert glömts bort.

För att komma till rätta med den bristande uppföljningen av saneringsplanerna rekommenderar naturvårdsverket i sitt senaste aktionsprogram "Ett miljöanpassat samhälle" (1993) ett nytt sätt för att integrera ledningsnätfrågorna vid tillståndsprövningen av kommunala avloppsanläggningar. Enligt myndigheternas synsätt skall funktionen både på reningsverk och ledningsnät prövas i ett sammanhang. Detta har hittills sällan varit möjligt då tillräcklig kunskap om ledningsnätet ej funnits vid prövningstillfället.

Naturvårdsverket föreslår i stället att frågan om vilka slutliga villkor som skall gälla för ledningsnätet skjuts upp under en prövotid (enligt § 21 miljöskyddslagen). Under prövotiden skall kommunen arbeta fram en utredning, saneringsplan, som redovisar bla bräddningens omfattning och mängden tillskottsvatten liksom funktionen hos befintligt ledningsnät. I kommunens förslag till åtgärder med tidsplaner och kostnader. Tillståndsmyndigheten fastställer sedan, på normalt sätt vid tillståndsprövning enligt miljöskyddslagen, slutliga villkor om åtgärder och nödvändiga funktionskrav för ledningsnätet. Med detta arbetssätt kommer saneringsplanen och uppföljningen av arbetet att ges en ökad juridisk tyngd jämfört med tidigare.

Som grund för kommunernas arbete med saneringsplanen bör det enligt naturvårdsverket anges i tillståndsbeslutet vilken ambition som skall gälla för saneringsplanen. Ambitionen kan t ex uttryckas i form av att

utredningen skall ha som målsättning att redovisa vilka åtgärder som krävs för att minska tillförseln av tillskottsvatten till t ex 50 % av distribuerad dricksvattenmängd (beräknat på kvartals- eller årsmedelvärden) och att bräddningar orsakade av hydraulisk överbelastning ej skall förekomma. Vilka funktionskrav som faktiskt skall gälla för ett visst ledningsnät avgörs sedan vid prövningen av den uppskjutna frågan.

Ett annat uttryck för naturvårdsverkets ökade betoning på ledningsnätsfrågor och det ökade behovet av kunskap om avloppsledningsnäten är att kontrollen av bräddningar på ledningsnät, från 1993, regleras genom föreskrifter (SNFS 1990:14 med ändringar i SNFS 1991:9 MS:39). Naturvårdsverket meddelade också 1993 Allmänna Råd för kontroll av bräddningar från avloppsledning (AR 93:6).

3 LÄCK- OCH DRÄNVATTEN - BEGREPP OCH PROBLEMATIK

3.1 Inledning

I detta kapitel ges ingående beskrivningar och förklaringar av begrepp och definitioner som är av betydelse för förståelsen av de följande kapitlen. Inledningsvis diskuteras begreppet "tillskottsvatten" och hur detta kan delas upp i undergrupper. Därefter ges en kort historik över dräneringsvattenfrågan. Avslutningsvis beskrivs reningsverkens känslighet för utspädning.

3.2 Tillskottsvatten = Ovidkommande vatten

Begreppet "ovidkommande" vatten har under lång tid använts som ett samlingsbegrepp för allt vatten som späder ut spillvattnet. Detta samlingsbegrepp uppskattas normalt som skillnaden mellan totalt avloppsvattenflöde och distribuerad dricksvattenmängd. Samlingsbegreppet motsvarar det amerikanska begreppet Infiltration/Inflow (I/I).

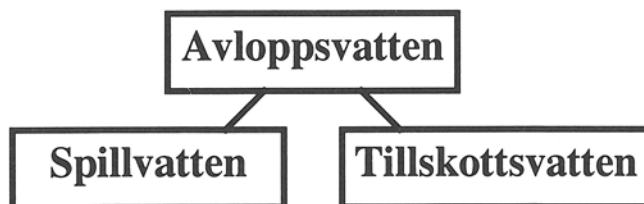
Begreppet "ovidkommande" vatten har emellertid varit föremål för kraftiga diskussioner inom detta projekt. Argumenten mot begreppet är att det kan misstolkas. "Ovidkommande" kan då tolkas som att allt beror på fel och brister i ledningsnäten. Med den tolkningen så har det framförts att medvetet påkopplade hårdgjorda ytor eller dräneringsledningar borde betecknas som "vidkommande". Denna innebörd i begreppet "ovidkommande" står emellertid i konflikt med hur begreppet "ovidkommande vatten" har använts.

I denna rapport har det valts att som samlingsbegrepp istället använda begreppet "tillskottsvatten" synonymt med begreppet "ovidkommande" vatten. Därmed markeras att det inte ligger någon juridisk eller ekonomisk värdering i själva ordet. *Tillskottsvatten* definierades i VAV P33, "Kontroll på avloppsnät" såsom:

"Allt vatten exkl spillvatten, som avleds i spillvattenförande avloppsledning. Tillskottsvatten kan således utgöras av dagvatten, dränvatten, inläckande sjövatten etc."

Spillvatten definieras som: "Förorenat vatten från hushåll, industrier, serviceanläggningar o d."

Relationen mellan dessa begrepp åskådliggörs i följande skiss:

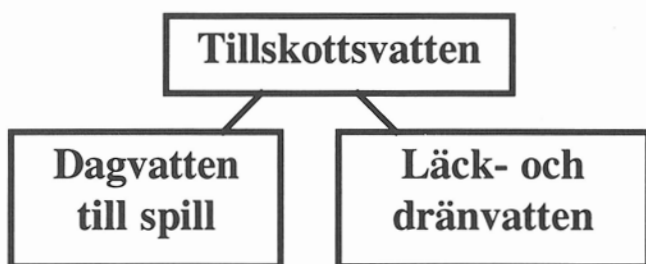


Vid övergripande beskrivningar av omfattningen på tillskottsvattnet används ofta begreppet utspädningsgrad. Utspädningsgraden, USG, beräknas enligt:

$$\text{Utspädningsgrad, USG} = (\text{Tillskottsvatten} + \text{Spillvatten})/\text{Spillvatten}$$

Detta innebär att utspädningsgraden=1,0 om spillvattnet ej är utspätt med tillskottsvatten.

I översiktliga beskrivningar i denna rapport används följande indelning av tillskottsvatten till det spillvattenförande ledningssystemet:



Denna uppdelning är också mycket användbar vid diskussioner om möjliga utredningsstrategier och åtgärdsalternativ. "Dagvatten till spill" kan relativt enkelt lokaliseras med anslutningskontroller och åtgärdsalternativen kan vara en ändrad dagvattenhantering. "Läck- och dränvattnet" är normalt väsentligt svårare att lokalisera. Åtgärdsalternativen är flera och effekten av en åtgärd kan vara svårare att förutsäga.

3.3 Vad är läck- och dräneringsvatten?

Begreppet "Läck- och dräneringsvatten" används som ett samlingsbegrepp för att beskriva det vatten som antingen:

- * via fel och brister **läcker** in i spillvattensystemet
- * via dräneringsledning **dräneras** till spillvattensystemet

I vardagstal används ibland begreppet "inläckage" synonymt för "läck - och dränvatten". En sådan begreppsanvändning bör helst undvikas. Begreppet "Inläckage" kan föra tankarna till att alla problem försvinner bara man tätar de "otäta spillvattenledningarna".

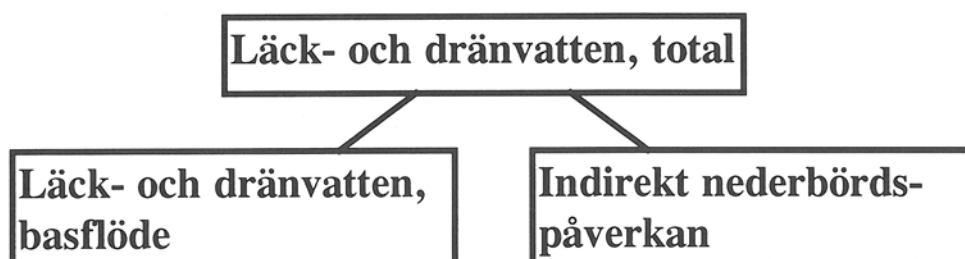
Flödesundersökningar av läck- och dränvatten kan genomföras på flera olika sätt, såsom:

- momentanflöden i många mätpunkter
eller
- kontinuerligt registrerande flödesmätare under långa perioder

Den geografiska spridningen och omfattningen av läck - och dränvattnet kan uppskattas med mätningar av momentanflödet i många mätpunkter. Mätningarna genomförs vanligen som uppfyllnadsmätning i pumpstationer eller med mätskibord i brunnar. Dessa mätningar utförs under torrvädersperioder och vanligen i samband med höga grundvattennivåer. Läck- och dränvattenflödet erhålls genom att dra ifrån en uppskattning av spillvattenflödet eller att genomföra mätningarna nattetid, när spillvattnet bedöms ha avrunnit. Läck- och dränvatten uppmätta med denna metod föreslås benämnas *läck- och dränvatten, basflöde*.

Vid flödesmätningar med kontinuerligt registrerande instrument registreras även ökningen av läck- och dränvattenflödet i samband med nederbördstillfällena. Denna nederbördsrelaterade flödesökning benämns enligt VA-FORSK 93:08 som *indirekt nederbördspåverkan*. Storleksordningen på den indirekta nederbördspåverkan varierar kraftigt mellan olika avloppsnät. Ju långsammare flödesavklingningen är efter ett nederbördstillfälle desto större mängder indirekt nederbördspåverkan erhålls.

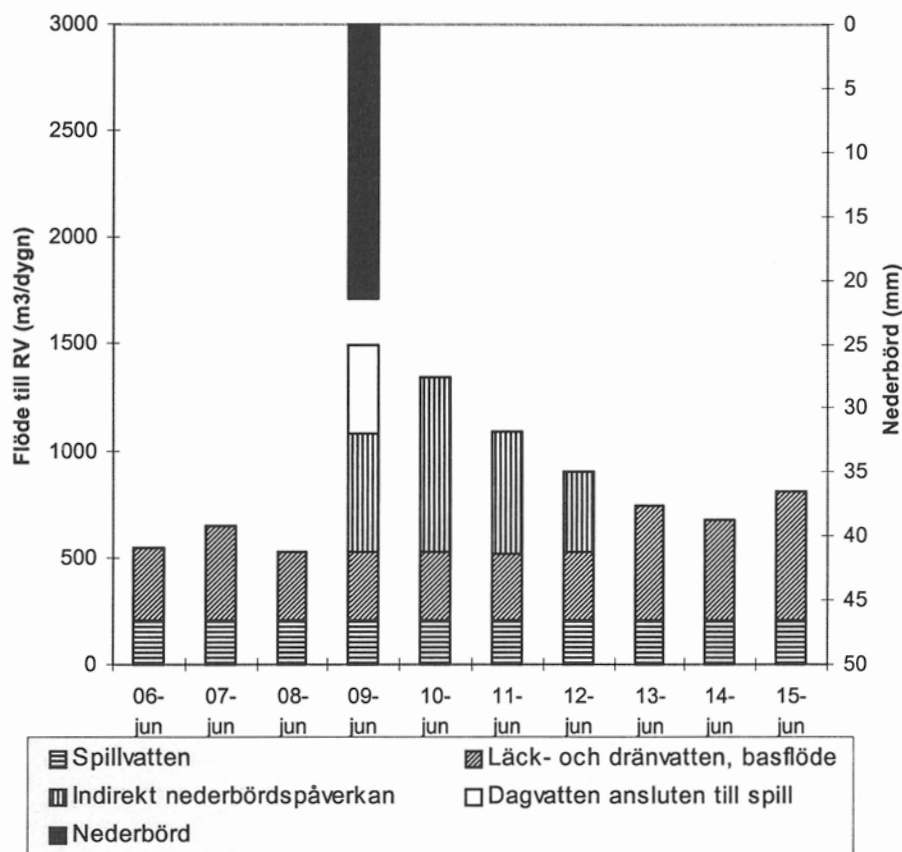
Dagvattenflödet som avleds direkt till spillvattensystemet benämns på motsvarande sätt, enligt VA-FORSK 93:08, *direkt nederbördspåverkan*. Det totala läck- och dränvattenflödet erhålls genom att minska det totala flödet med en uppskattning av spillvattenflöde och den direkta nederbördspåverkan. Relationen mellan olika begrepp för läck- och dränvatten kan åskådliggöras i följande skiss:



Till VA-FORSK-rapport nr 96:06 bifogas ett datorprogram, "NYCKEL". Detta program kan separera "läck- och dränvatten, basflöde" från "total nederbördspåverkan" (direkt + indirekt). Bearbetningen görs baserat på flödes- och nederbördsstatistik med dygnsupplösning.

I ett av projektets avloppsnät, Hasslö i Karlskrona, har programmet NYCKEL tillämpats för flera års dygnstatistik. I fig 3.1 visas hur NYCKEL har automatiskt separerat en flödeskurva vid ett regntillfälle. I detta diagram har den direkta nederbördspåverkan lagts in manuellt under det första regndygnet. Den direkta nederbördspåverkan har uppskattats genom att multiplicera netto-nederbörden vid regntillfället med storleken på de hårdgjorda ytor som är direkt anslutet till spillvattensystemet.

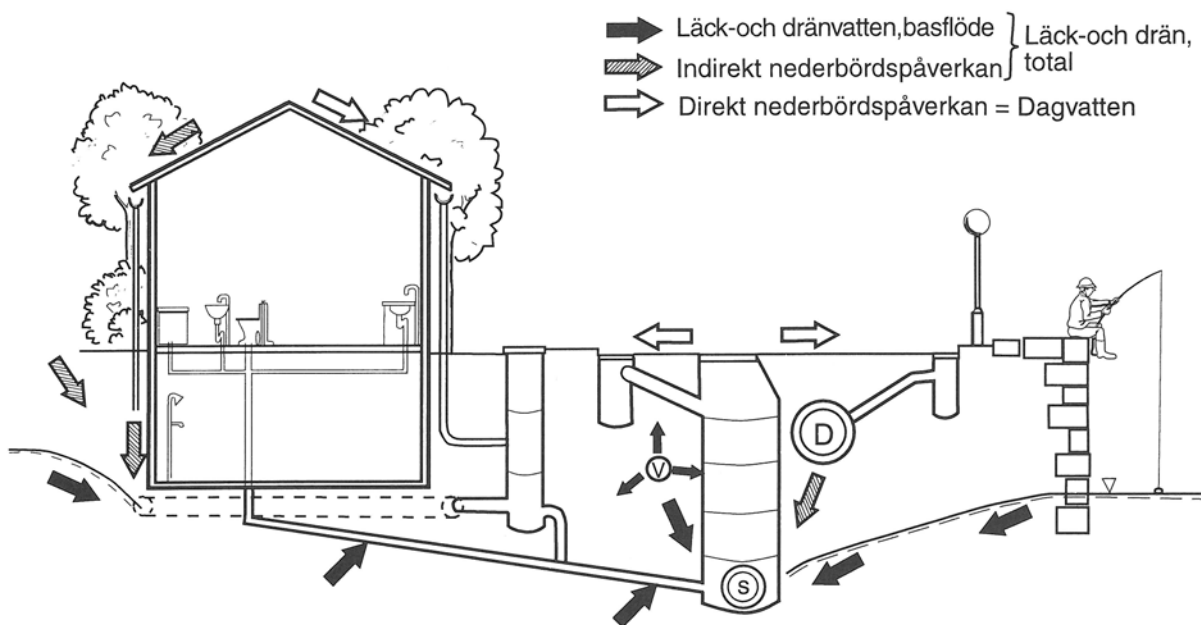
En jämförelse har genomförts i Hasslö mellan storleken på "läck- och dränvatten, total" respektive "läck- och dränvatten, basflöde". Det totala läck- och dränvattnet uppgår till 64 % av årsmedeltillrinningen. Motsvarande basflöde av läck- och dränvattnet uppskattats till 47% av årsmedeltillrinningen. Det är således viktigt att tydligt ange vilken metodik som använts för uppskattningen av läck- och dräneringsvattenflödena och om resultatet avser Läck- och dränvatten, totalt eller basflöde



Figur 3:1 Dygnstillrinningen till Hasslö reningsverk, Karlskrona kommun, analyserad med hjälp av programmet NYCKEL.

Det finns många källor till läck- och dräneringsvatten, vilket framgår av figur 3.2. Flödespåverkan från grundvatten, hav och vattendrag kan variera stort under året. Därför är det viktigt att man noga planerar in flödesmätningarna till de mest intressanta perioderna.

En källa till läck- och dränvatten är utläckande dricksvatten. I genomsnitt bedöms att ca 20% av producerat dricksvatten läcker ut. En stor del av detta utläckage torde leta sig in i rörgravens lägst belägna ledning, spillvattenledningen.



Figur 3:2 Olika källor av tillskottsvatten (efter VA-FORSK 93:08)

3.4 Dräneringsvattenhistorik

Fram till 1950-talet utbyggdes normalt avloppssystemen enligt det kombinerade systemet varvid dräneringsledningarna naturligtvis anslöts till den enda tillgängliga ledningen. Vid dimensionering av kombinerade avloppsledningar spelade vanligtvis dräneringsvattenflödena ingen större roll. Vid dimensionering av avloppsledningar för enbart spill- och dränvatten borde spillvattenflödet ökas med 50-200% enligt SKTF1947. Det påtalades dock att det var med en stor tvekan som man angav några siffror eftersom det verkliga dräneringsflödet berodde på många olika faktorer.

Även i duplikata ledningssystem har dräneringsledningarna många gånger av höjdshål anslutits till den lägst belägna spillvattenledningen. Dräneringsvattenledningar har i duplikata ledningssystem annars anslutits till dagvattensystemet. Detta kan innebära en risk för uppdamning runt fastigheter som har grundkonstruktionen liggande under den högsta dämmningsnivån. På senare år har man därför i vissa kommuner föreskrivit, vid ny- och ombyggnationer, pumpning av dränvatten till dagvattensystemet. Dräneringsvattenfrågan är mycket komplex och belyses ingående i VAV P75, Servisledningar.

Dräneringsvattenfrågan har organisatoriskt hamnat i ett gränsland mellan byggnadsnämnd och va-verk. Den verkliga utformningen av dränvattenanslutningen är ofta dåligt dokumenterad. Policyn för anslutningen av dräneringsledningar har också varierat mellan olika utbyggnadsperioder.

3.5 Reningsverkens känslighet för läck- och dräneringsvatten

3.5.1 Begreppet Q-dim

Vid dimensionering av reningsverk används begreppet Q-dim. Biosteget dimensioneras för att klara 2 Q-dim och grovreningen 3- 4 ggr Q-dim. SNV definierar de för processdimensioneringen avgörande flödena enligt följande:

- Q-dim är dimensionerande torrväderstillrinning
- Q-maxdim är den maximala tillrinning, som skall kunna behandlas i alla reningssteg
- Q-max är maximal tillrinning till reningsanläggningen. Denna vattenmängd skall alltid kunna förbehandlas före utsläpp av bräddat vatten. Försedimentering eller silning kan även vara påkallat vid vissa recipientförhållanden.

I begreppet Q-dim ingår medeldygnflödet av hushållspillvatten, industrivatten och läck- och dräneringsvatten. Om mätningar eller beräkningar ej visar annat antas $Q\text{-maxdim} = 2 * Q\text{-dim}$.

3.5.2 Utspädning av spillvattnet

Ett reningsverks utspädningskänslighet beror av många parametrar såsom belastnings-/kapacitetsförhållanden, processutformningar och drift-strategier. Vid diskussioner om miljöpåverkan är det naturligtvis viktigt att ha som underlag det enskilda reningsverkets utspädningskänslighet.

Utsläppta mängder av föroreningar ökar i de flesta reningsverk när flödet ökar. Detta beror i många fall på att styrningen av processen sker flödesproportionellt och inte efter föroreningsinnehåll. Skulle en mer sofistikerad styrning införas där kontinuerliga mätningar av föroreningshalten styr kemikaliedoseringen skulle troligen resultaten kunna förbättras. Så länge inte reningsverkens kapacitet överskrids är ökningen av utsläppt förorening måttlig. Överskrids däremot kapaciteten och orenat eller delbehandlat vatten måste bräddas ökar utsläppen kraftigt.

3.5.3 Vattentemperaturen

I avloppsverk med kväverening är vattentemperaturen en viktig faktor. Reaktionshastigheten samt bakteriernas växthastighet är relaterad till temperaturen. Vid vissa verk skulle en ökning av den lägsta temperaturen med en eller två grader kunna vara viktig. De lägsta temperaturerna förekommer i samband med snösmältningen om stora mängder nollgradigt smältvatten direkt avleds till reningsverken. Under vintern är vattentemperaturen inkommande flöde ofta inte speciellt låga trots att lufttemperaturen kan vara låg. Läck- och dräneringsvattenflödena är då också låga.

4 UTREDNINGSMETODIK FÖR IDENTIFIERING AV PROBLEM MED LÄCK- OCH DRÄNVATTEN

4.1 Inledning

En effektiv förvaltningen av våra va-system förutsätter att man har en god kunskap om såväl systemets uppbyggnad och funktion. Här är det stora skillnader i förutsättningarna för kunskapsinsamling och problemlösning mellan reningsverk och ledningsnät. I reningsverken finns tydliga fysiska avgränsningar där man kan ha kontroll över både inkommande och utgående flöden. Ombyggnader eller utbyggnader kan i ett slag förändra reningsresultaten.

I ledningsnät är det mesta fördolt i de markförlagda systemen. Den geografiska utbredningen är stor. Det kommer alltid att finnas mer eller mindre stora kunskapsluckor för ledningssystemen vad gäller exempelvis dess uppbyggnad, servisanslutningar, konditions- och hydrauliska funktionsproblem. Ledningssystemen tjänar också flera syften. Utöver de hälso- och miljömässiga kraven finns även de grundläggande kraven på transport av dricksvatten till konsument och avledning av spillvatten fram till reningsverken. I spillvattenledningarnas funktion ingår dessutom att, i kombinerade system, avleda dagvatten samt att i områden där dräneringsledningen är ansluten till spillvattenledningen säkerställa fastigheternas dräneringsfunktion. Ledningssystemens livscykel är mycket lång och eventuella systemskiften måste därför göras i samklang med den långsiktiga strategin för ledningssystemens utveckling.

Kunskapskraven för va-systemen är mycket komplexa och samma problemställning kan belysas ur olika synvinklar. I det följande inriktas rapporten mot att i första hand beskriva utredningsmetodik och åtgärdsalternativ i ledningsnät respektive reningsverk för att motverka problem med läck- och dräneringsvatten, dvs stora årsvolymer men med relativt måttliga flödesvariationer. Det finns mycket litteratur inom detta ämnesområde. För att undvika upprepningar av metodbeskrivningar görs, där så befinner lämpligt, hänvisningar till andra rapporter. Rapporterna kommer företrädesvis från VA-FORSK och SNV.

I denna rapport redovisas många praktiska exempel från de i projektet deltagande kommunerna. Som en gemensam benämning på de avloppssystem som valts ut till detta projekt används "projektets avloppssystem".

4.2 Övergripande beskrivningar och analyser

Hela avloppssystemet kan i övergripande redovisningar beskrivas på många sätt. Dessa övergripande beskrivningar och analyser utgör också en viktig startpunkt vid diskussioner om den fortsatta utredningsstrategin. De nedan redovisade exemplen syftar också till att presentera "projektets avloppssystem".

4.2.1 Beskrivning av ”projektets avloppssystem”

Ledningsnätens storlek och uppbyggnad

I nedanstående sammanställningar redovisas enbart uppgifter om det spillvattenförande ledningsnätet i projektets avloppssystem. Dagvattenledningsnätet är således ej medräknat.

Det är en mycket stor spridning i projektets avloppsnät vad gäller storlek och typ av avloppssystem.

Tabell 4:1 En sammanställning av storlek och uppbyggnad av projektets avloppssystem (Uppgifter från Bromma och Göteborg är exkl anslutna grannkommuner)

Avloppssystem	Totalt km ledn	Procentuell fördelning			Procent av drän till spill	Anslutna pe exkl industri	Exploateringsgrad	
		Duplikat	Separat	Komb			pe/ha	m spill/pe
Hasslö	16	80	5	15	75	1400	5,3	11,3
Våmhus	44	0	100	0	100	1700	1,2	26
Fillan	183	36	54	10	85	18300	12,3	10
Simrishamn	169	70	25	5	98	13000	5	13
Bromma	720	73	0	27	50	177000	26	4,1
Göteborg	1520	56	11	33	50	430000	28	3,5

Förklaringar till tabell 4.1:

”spill” = Spillvattenförande ledningar, dvs inkl kombinerade

”pe” = Anslutna pe, exkl industri

Storleksmässigt varierar de spillvattenförande systemen, inkl tryckavlopp, från 16 km i Hasslö till 1520 km i Göteborg. Avloppssystemens uppbyggnad varierar också kraftigt. Den största andelen duplikatsystem finns i Hasslö, Bromma och Simrishamn. I Våmhus och Fillan är hela resp drygt halva avloppssystemet utbyggt som separatsystem. I separatsystem förekommer det ingen avledning av dagvatten i rörsystem utan dagvattnet infiltreras lokalt eller avleds i öppna diken.

I kombinerade system och i separatsystem är fastigheternas dräneringsledningar av naturliga skäl anslutna till den enda avloppsledningen i rörgraven. Även i duplikata avloppssystem kan andelen dräneringsledningar till spillvattensystemet vara betydande. Stor variation föreligger här både mellan olika kommuner och mellan olika områden inom en kommun. I tabell 4:1 visas för projektets avloppssystem att mellan 50% och 100% av dräneringsledningarna är anslutna till det spillvattenförande ledningsnätet.

Dessa värden kan jämföras med motsvarande uppskattningar som utförts i SNVs nyckeltalsprojekt, (SNV4480) omfattande 32 avloppssystem. Där varierar andelen dräneringsledningar anslutna till det spillvattenförande ledningsnätet mellan 0% och 100%, med ett medianvärde på 50%.

Det är också mycket stora skillnader mellan projektets avloppssystem avseende exploateringsgraden. I tabell 4:1 är exploateringsgraden uttryckt som:

- * anslutna pe per ha inom avrinningsområdet
- * meter spillvattenförande ledningar /pe.

Låga värden för pe/ha och höga värden för meter spillvattenledning/pe visar på glesast befolkade områden där riskerna kan vara stora för höga läck- och dräneringsvattenflöden i förhållande till spillvattenflödet. Befolkningsstätheten varierar stort i projektets avloppsnät, mellan 1.2 och 28 pe/ha i Våmhus resp Göteborg. I Våmhus är det 7,5 ggr så mycket spillvattenledningar per person som i Göteborg, 26 resp 3,5 m / person.

En intressant aspekt i förvaltningsperspektivet är att kostnaden per person för utredningar och åtgärder lätt blir mycket höga i de glesare befolkade bebyggelseområdena jämfört med de mera tätt befolkade områdena.

Reningsverkens storlek, uppbyggnad och krav

I nedanstående tabell har en sammanställning gjorts på dimensionerande och aktuella flöden och belastningar på de i projektet deltagande reningsverken. Som framgår av tabell 4:2 varierar reningsverkens storlek kraftigt, från Våmhus och Hasslö till Ryaverket.

Tabell 4:2 Sammanställning av dimensionerande respektive aktuella värden

Kommun	RV	Dimensionerande värden				Aktuella värden			
		Anslutna pe	Vattenflöde m ³ /d	Vattenflöde m ³ /h	Qmax m ³ /h	Anslutna pe	Vattenflöde m ³ /d	Vattenflöde m ³ /h	Qmax m ³ /h
Göteborg	Ryaverket					754 400	324 000	13 500	
Karlskrona	Hasslö	2 500	1 800	75		1 400	1 150	48	210
Karlskrona	Söremåla	8 900	1 450	60		8 200	1 000	42	160
Mora	Våmhus	2 400	720	70		1 700	776		1 000
Simrishamn		87 000	12 395	1 455	2 265	28 385	7 400	278	
Stockholm	Bromma	278 000	159 600	7 600		264 000	142 000	5 400	
Sundsvall	Fillanverket	30 000	30 000/15 000	750	3 000/1 500	18 300	8 800	750	2000/1500
Mek rening / biologisk rening									

De aktuella kraven för projektets reningsverk visas i tabell 4:3. Reningskraven är uppdelade på två nivåer vad gäller utsläppsvillkoren för BOD och fosfor. Två av verken har dessutom krav på kväverening. Ryaverket i Göteborg är under utbyggnad för att klara nya kvävekrav. Trots betydligt varierande storlek och reningskrav varierar reningsverkens uppbyggnad kring vattenreningen förvånansvärt lite. Reningsverkens uppbyggnad framgår av de kortfattade processbeskrivningarna nedan.

Tabell 4:3 Sammanställning av gällande villkor för projektets reningsverk

Ort	Reningsverk	Utsläppsvillkor		
		BOD7	Fosfor	Kväve
Göteborg	Ryaverket	15	0,5	
Karlskrona	Hasslö	15	0,5	
Karlskrona	Söremåla	15	0,5	
Mora	Våmhus	90% reduktion	90% reduktion	
Simrishamn		10	0,3	15
Stockholm	Bromma	10	0,3	15
Sundsvall	Fillanverket	15	0,5	

Kommentar: Värdena för Ryaverket gäller före utbyggnad

Hasslö avloppsreningsverk, Karlskrona

Vattenbehandlingen består av silgaller, aktivslamanläggning med luftning, sedimentering och slamaktiveringsbassäng samt kemisk fosforreduktion med flockning och sedimentering. Slambehandlingen består av aerob slamstabilisering och slamsilo samt avvattning med pressar.

Söremåla avloppsreningsverk, Karlskrona

Karlskrona har även tagit med Söremåla reningsverk i sin redovisning. Detta är ett reningsverk som till 90% är belastat med industrivatten.

Vattenbehandlingen består av fingaller, två utjämningsbassänger varav en har omrörning och en har luftning, biobädd, sedimentering, aktivslamanläggning med simultanfällning, luftning och sedimentering samt kontinuerligt spolande filter och järndosering. Bräddat vatten från inkommande och efter aktivslamanläggningen leds till poleringsdammar.

Våmhus reningsverk, Mora

Vattenbehandlingen består av rens-galler, aktivslamanläggning med luftning och sedimentering samt kemisk fosforreduktion med flockning och sedimentering. Slambehandlingen består av slamförtjockning och avvattning med centrifug.

Simrishamns reningsverk

Vattenbehandlingen består av galler, sand- och fettfång, aktivslamanläggning med kontaktbassänger, luftningsbassänger och sedimenteringar samt klorkontaktbassänger. Slambehandlingen består av slamavvattare, aeroba oxideringsbassänger, slamsilos samt silbandpressar.

Kommunen har ansökt om att få komplettera reningsverket med ett våtmarkssystem för närsaltreduktion.

Fillanverket, Sundsvall

Fillanverket togs i drift 1972 och bestod då av galler, sandfång och aktivslamanläggning med luftning och sedimentering.

1994 togs det utbyggda verket i drift. som då var kompletterat med fällningssteg, flockningskammare och sedimentering. Det biologiska steget hade förstärkts genom en fördubbling av sedimenteringen. En helt ny slambehandlingsanläggning hade byggts med rökammare, förtjockare och centrifuger.

Bromma reningsverk, Stockholm

Reningsprocessen vid Bromma reningsverk består av fingaller, sandfång, förfällning med järnsulfat, försedimentering, aktivslamsteg med anoxiska och luftade zoner och sedimentering. 1994 togs ett nytt filtersteg i drift. Detta är även dimensionerat för en efterfällning av fosfor med en liten dos fällningskemikalie.

Både Sundsvall och Stockholm redovisar resultat från före och efter utbyggnad.

GRYAAB, Göteborg

Avloppsvattenreningen omfattar mekanisk rening med galler och försedimentering, biologisk behandling med aktivt slam samt kemisk rening genom simultanfällning med järnsulfat.

Reningsverket håller nu på att byggas ut för att klara reningskraven för kväve.

4.2.2 Analys av driftstatistik vid reningsverk

Spillvattnets utspädning

En sammanfattande beskrivning kan göras för omfattningen på spillvattnets utspädning. En grov uppdelning av årsmedelbelastningen till reningsverken kan göras på:

- * Spillvatten (Försåld dricksvattenmängd eller levererat dricksvatten minus dricksvattenläckage)
- * Dagvatten (Netto årsmedelnederbörd, dvs exkl avdunstning * ansluten yta till spillvattennätet)
- * Läck- och dränvatten (Totalt flöde - Spillvatten - Dagvatten)

I tabell 4:4 redovisas spillvattnets årsmedelutspädning i projektets avloppssystem. Utspädningsgraden, USG, är beräknat av årsmedelvärden för inkommande flödesmängder delat med spillvattenmängden.

Tabell 4:4 Sammanställning över spillvattnets utspädning i projektets avloppssystem.

Reningsverk	Totalt flöde tusen m ³ /år	Utspädnings- grad, USG	Procentuell fördelning av inkommande		
			Spillvatten	Dagvatten	Läck- o dränv
Hasslö	320	4,2	24	2	74
Våmhus	290	3,2	31	1	68
Fillanverket	5080	3,2	32	2	66
Simrishamn	2225	2,0	50	2	48
Bromma	38500	2,0	49	3	48
GRYAAB, Göteborg	84000	2,0	51	6	43

Kommentar: Med "GRYAAB, Göteborg" avses Göteborgs andel till Ryaverket.

Utspädningsgraden varierar mellan 2 och 4.2 för projektets avloppssystem. Dessa kan jämföras med utspädningsgraden i 35 undersökta avloppssystem (SNV rapport 4480). Där varierar utspädningsgraden från 1.2 till 3.7 med ett medianvärde på ca 2.0.

Tabell 4.5 Avloppsflödet från Göteborg till Ryaverket, medelår, anslutningsförhållandena avser 1991.

Vattenbudget för Göteborg	Mm ³	%
Spillvatten	43	51
Dagvatten till kombinerade system	5	6
Egenförbrukning	2	2
Inläckage dricksvatten	16	19
Dränering till kombinerade eller separata system	13	16
Övrigt läck- och dränvatten	5	6

I tabell 4.5 har avloppsflödet från Göteborg till Ryaverket delats upp ytterligare. Där visas att utläckaget från dricksvattnenätet som belastar det spillvattenförande ledningsnätet bedöms uppgå till 16 Mm³/år. Detta motsvarar 19% av det totala flödet till Ryaverket från Göteborg. I uppdelningen enligt tabell 4.4 räknas detta in under samlingsbegreppet läck- och dränvatten. Observera att av det totala läck- och dränflödet till det spillvattenförande systemet i Göteborg bedöms närmare hälften härröra från läckande dricksvattenledningar.

Utspädningskänslighet i projektets reningsverk

För att beskriva hur reningsverken fungerar vid olika utspädnings-situationer har diagram tagits fram där utsläppt mängd organiskt material och näringsämnen (kg/d) redovisas i förhållande till vattenflödet (m³/d). I dessa diagram framgår också hur stora flöden verket tål utan att tillåtna utsläppshalter överskrids.

Utspädningsdiagrammen måste kombineras med varaktighetskurvor för att man skall få begrepp om under hur lång tid en viss mängd släpps ut. Utan denna information kan man ej heller se om gällande tillstånd innehålls. Genom en bearbetning av diagrammen kan man utläsa vilka mängder som

utsläppen årligen kan minskas med vid minskad utspädning förutsatt att inga driftstörningar förekommer.

Tabell 4:6 Sammanställning av minskade utsläppta föroreningsmängder vid minskad utspädning i projektets reningsverk

Ort	Reningsverk	Anm.	Minskning av utsläppt mängd i kg/d vid minskning av flödet med 100 m ³ /d					
			BOD7		Fosfor		Syretäring	
			normaldygn	brädddygn	normaldygn	brädddygn	normaldygn	brädddygn
Göteborg	Ryaverket	Före utb.	0,7	3	0,03	0,06	3,7	9
Karlskrona	Hasslö		0,3	11	0,03	0,73	3,3	84
Karlskrona	Söremala		0,5	70	< 0,01	0,60	1,5	130
Mora	Vamhus		0,3	3,3	< 0,01	0,14	1,3	17
Simrishamn			0,6		0,02		2,6	
Stockholm	Bromma	Före utb.	1,4	2,5	0,04	0,14	5,4	17
Stockholm	Bromma	Efter utb.	0,3	1,7	0,01	0,07	1,3	9
Sundsvall	Fillanverket	Före utb.	1,5	2,8	0,15	0,18	16,5	21
Sundsvall	Fillanverket	Efter utb.	0,6	2	0,02	0,06	2,6	8

Brädddygn avser dygn da bräddning skett inom verket.

Det föreligger många osäkerheter i själva framtagningen av utspädningskänsligheten beroende på brister i driftsdata. Trots detta har utspädningskänsligheten beräknats för projektets reningsverk. Metodik beskrivs ingående i bilaga 1. Bearbetningen är gjord för normaldygn, dvs dygn utan bräddning och för brädddygn. Resultaten har sammanställts i tabell 4:6. Som framgår av tabellen varierar utspädningskänsligheten kraftigt mellan reningsverken. Man ser också tydligt hur utsläppet av föroreningsmängder ökar kraftigt under brädddygn. Det framgår också tydligt för Fillanverket och Bromma att utspädningskänsligheten minskat kraftigt efter utbyggnaderna.

Genom att utarbeta driftstrategier, bygga bort begränsande sektioner eller processdelar samt arbeta med en mer kvalitetsrelaterad styrning kan mängden föroreningar minskas och lutningen på utspädningskurvan förändras.

I denna rapport har kostnadsrelaterade nyckeltal använts för att jämföra olika åtgärder och resultat. En beräkning har gjorts av vad det kostar att avlägsna ett kilo av en viss förorening. För att undvika problematiken med att fördela kostnaderna på flera olika typer av reducerade föroreningar har föroreningarna räknats om till nyckeltalet "potentiell syreförbrukning". De utsläppta mängderna av organiskt material och näringsämnen från ledningsnät och reningsverk räknas om till en jämförbar storhet. Därmed finns det möjlighet att jämföra olika ämnen och deras påverkan på recipienten, Ødegaard, H. (1995).

Vid nedbrytning av organiskt material som släpps ut i recipienten förbrukas syre, primär syreförbrukning. Även ammonium ger en primär syreförbrukning när den nitrifieras. Av de näringsämnen som släpps ut i recipienten kan alger bildas som vid nedbrytningen förbrukar syre, en sekundär syreförbrukning. Denna är dock svårare att fastställa eftersom

man måste göra en bedömning av hur mycket av näringsämnen som ger upphov till alger. Det är också svårt att avgöra vilka föroreningsparametrar som är relevanta för den aktuella recipienten och därmed skall räknas med i syretäringen. I denna rapport har samma beräkningssätt använts i samtliga beräkningar vilket gör det möjligt att göra en relativ jämförelse mellan kostnaderna och effekt. De absoluta talen får man vara försiktig med att använda och får ej användas okritiskt.

Under större delen av tiden klarar de flesta av projektets reningsverk de uppställda reningsvillkoren. Inga ytterligare krav på förbättringar av reningsresultaten kan ställas enligt tillståndskraven. Däremot kan det finnas ett utrymme till förbättringar av reningsresultaten genom driftoptimeringar om syftet istället är att minimera utsläppta mängder. Kostnaderna och effekten av att utnyttja detta utrymme är redovisade i några åtgärdsexempel i kapitel 5 och 6.

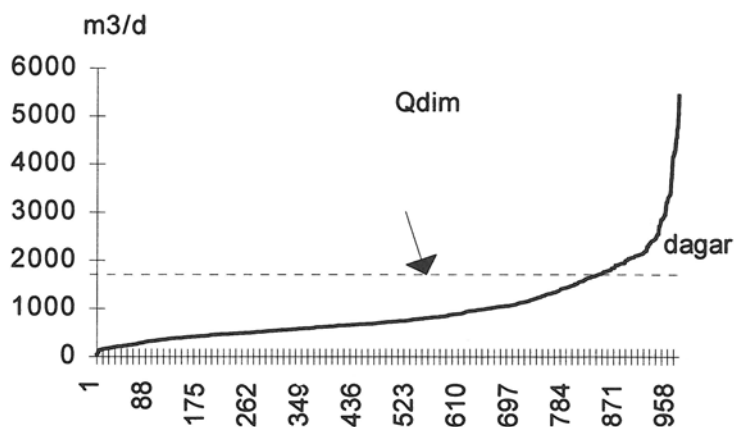
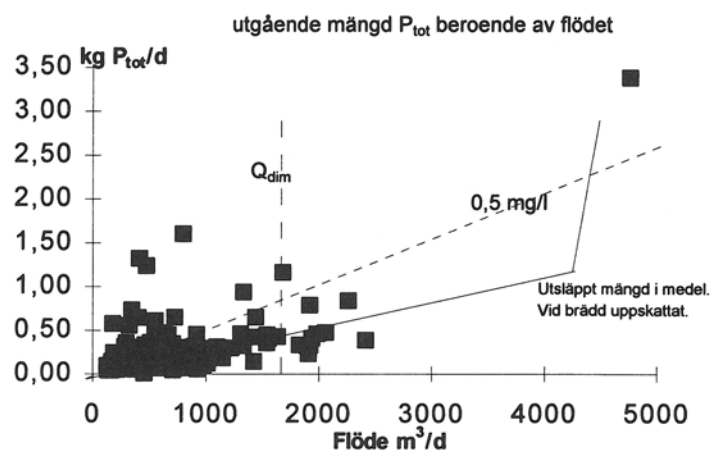
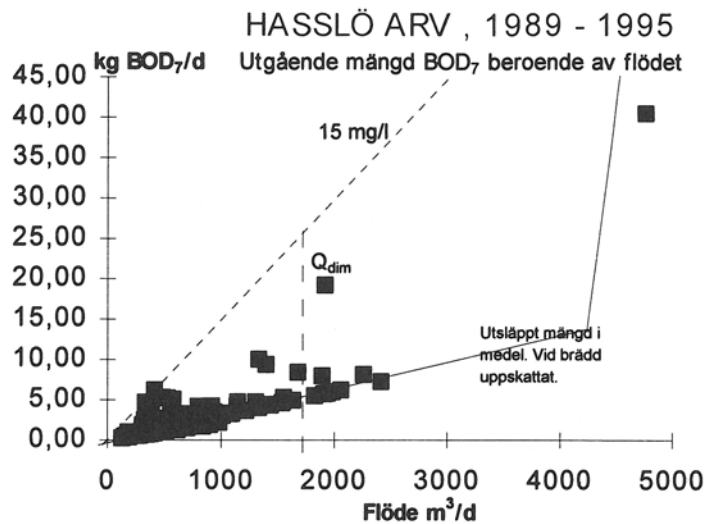
I de följande exempel visas på underlaget till beräkningarna. Ett problem i detta arbete har varit att driftstatistiken på många håll ej funnits lagrad i lättillgängliga driftdatabaser. En vidareutveckling av metodiken bör göras särskilt vad gäller att underlätta bearbetning av driftdata och framställning av diagrammen.

Utspädningskurvor från projektets reningsverk

Hasslö avloppsreningsverk, Karlskrona

På diagrammen från Hasslö avloppsreningsverk som visar utsläppt BOD-mängd i förhållande till flödet syns tydligt hur den utsläppta mängden ökar med ökat flöde. Vid samtliga provtagningar har BOD-halten i utgående vatten varit under 15 mg/l och i större delen av fallen ca 5 mg/l, oberoende av flödet. Även utsläppta mängder av fosfor ökar med ökat flöde, men spridningen är betydligt större än för BOD. Även vid låga flöden kan dock utsläppen vara höga. Detta beror på driftstörningar.

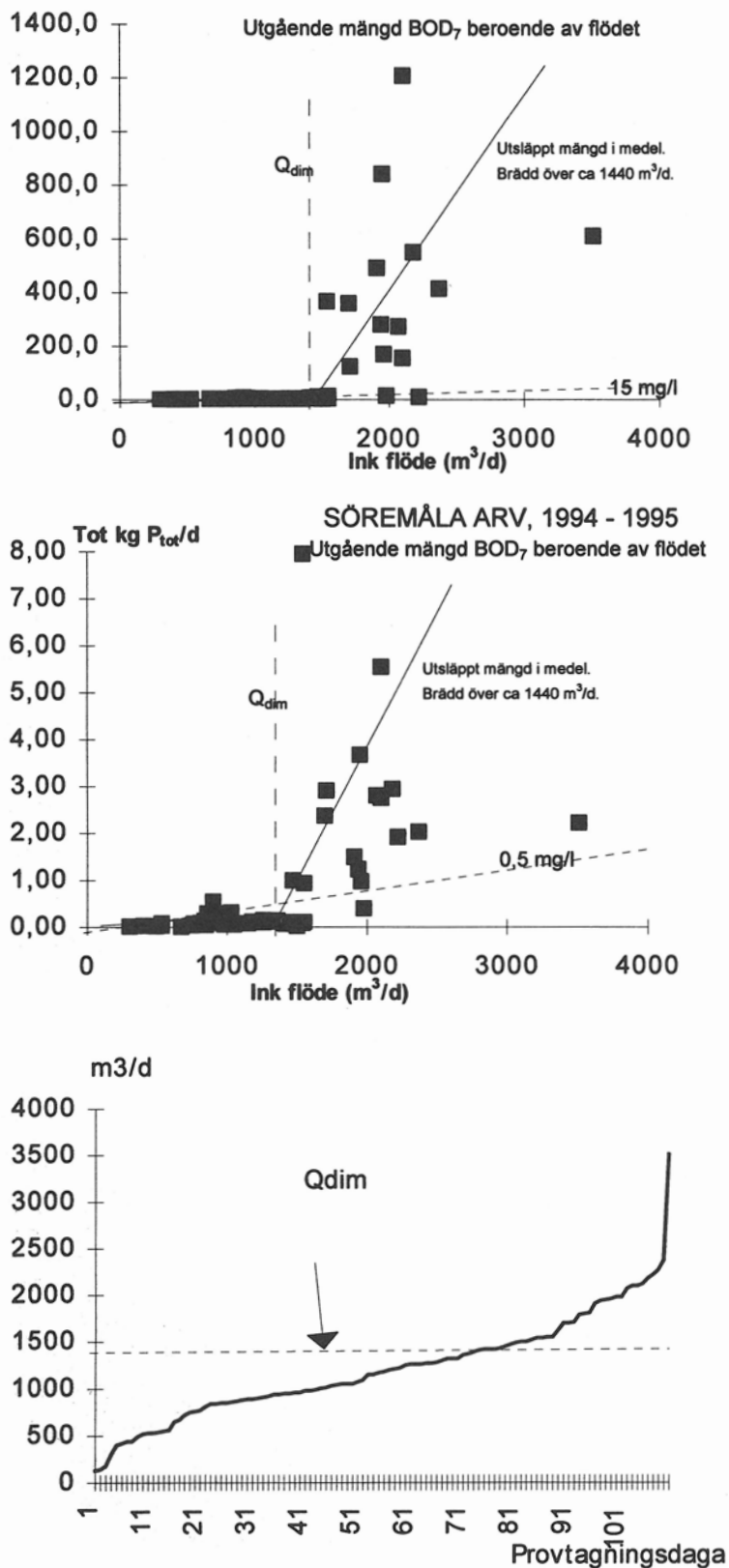
Vid höga vattentemperaturer och långa uppehållstider i verket erhålls nitrifikation som sänker pH-värdet. Vid dessa tillfällen försämras möjligheterna till en fullgod fällning. I detta fall är det alltså under sommarperioden då temperaturen är hög som problem uppstår. Under denna period är flödena till verket ofta låga, vilket visas i diagrammet.



Figur 4:1 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för Hasslö reningsverk 1989-95

Av varaktighetsdiagrammet framgår att Q_{dim} överskrids under ca 10% av tiden. Detta sker vid långa sammanhängande perioder med höga flöden. Vid kraftiga eller långvariga regn erhålls först en snabb nederbördsrelaterad ökning av flödet och därefter långsam avklingning av de förhöjda flödena.

Söremåla avloppsreningsverk, Karlskrona



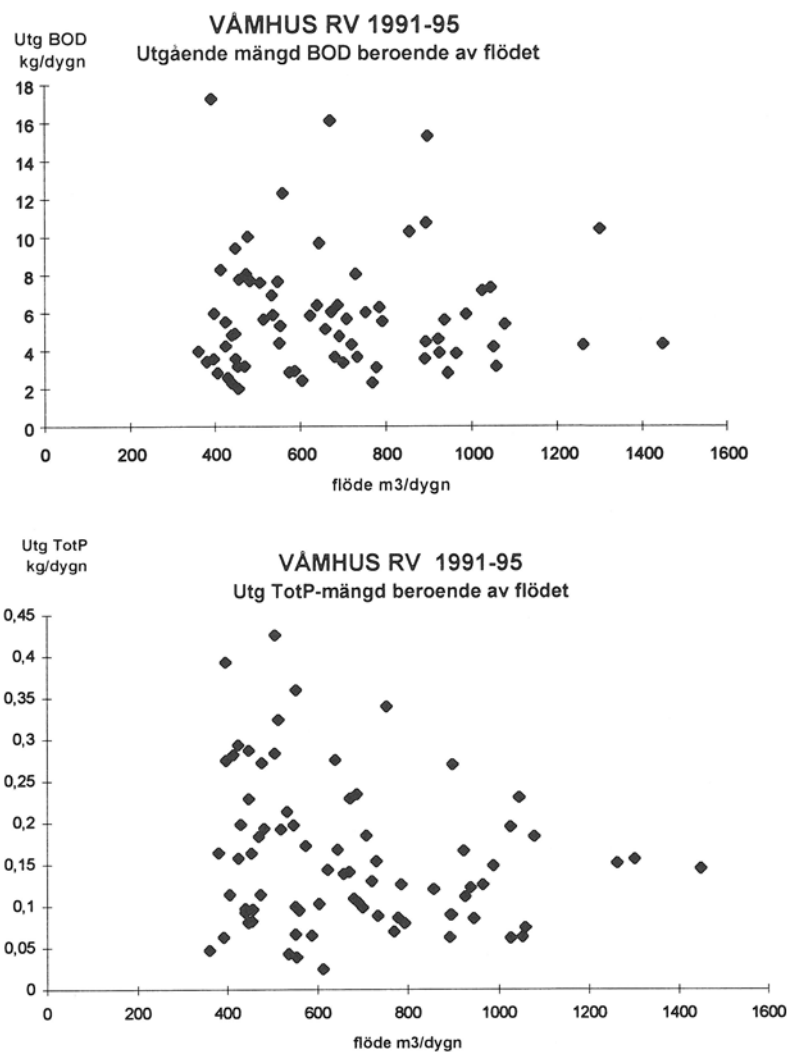
Figur 4:2 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för Söremåla reningsverk

Av ovanstående kurvor från Söremåla avloppsreningsverk framgår klart vid vilket flöde verkets kapacitet överskrids. Vid denna punkt böjer kurvan

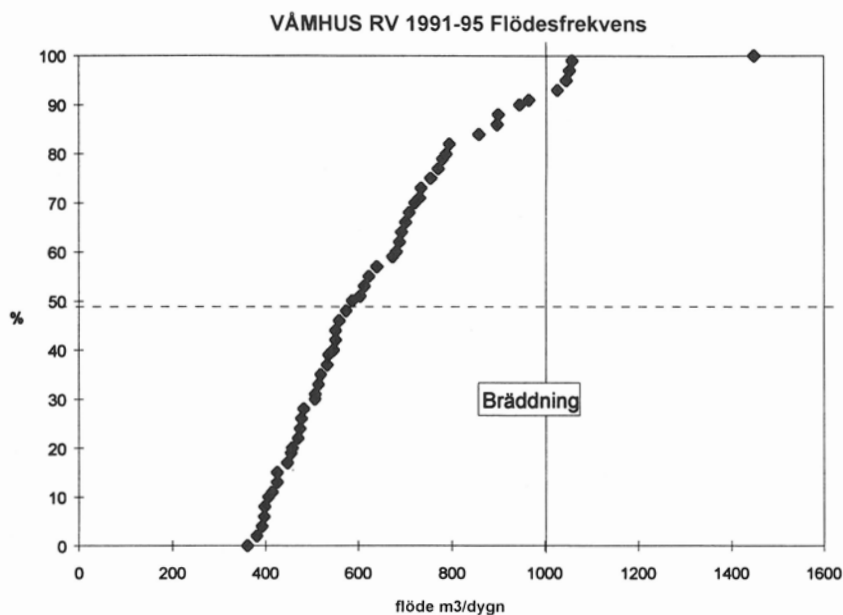
kraftigt av. I detta fall tycks verkets kapacitet överskridas för både rening av organiskt material och fosfor vid 1 500 m³/d. Detta flöde motsvarar det dimensionerande flödet. Högre flöden förekommer dock under mer än 20% av tiden. Möjliga åtgärder beskrivs i kapitel 5.

Våmhus reningsverk, Mora

Diagrammen från Våmhus är i vissa fall inte lika lättolkade som för övriga reningsverk. Kurvorna från Våmhus liknar vid första anblicken hagelsvärmar.



Figur 4:3 Utsläppta föroreningsmängder i förhållande till inkommande flöde för Våmhus reningsverk

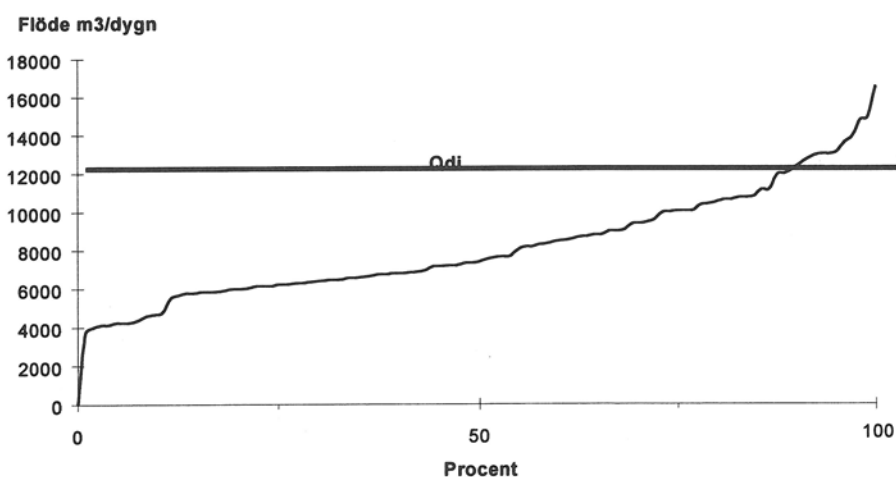
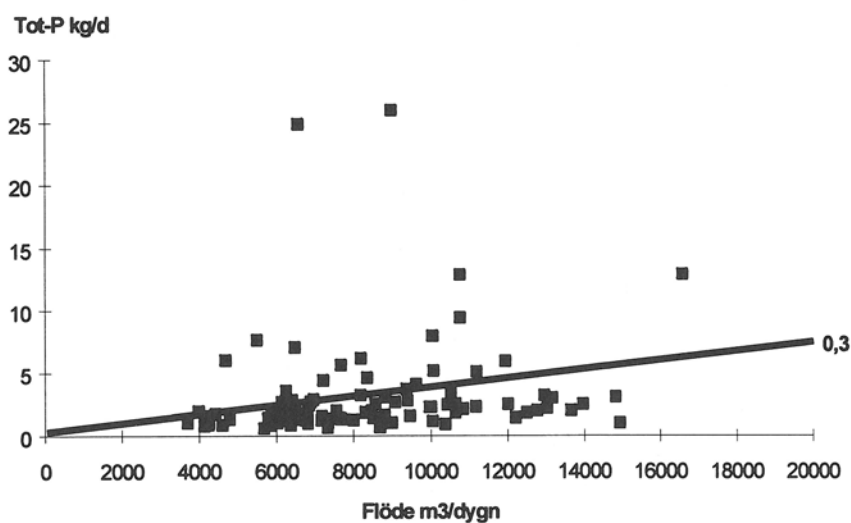
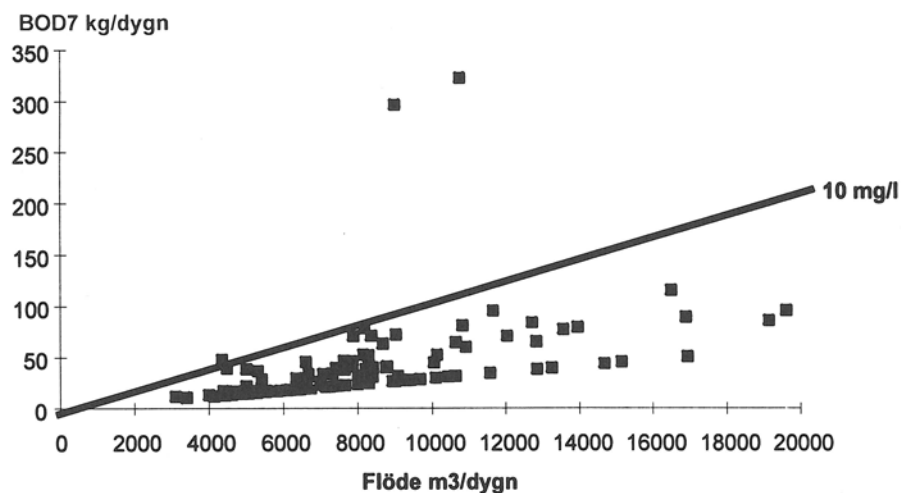


Figur 4:4 Varaktighetskurva över inkommande flöde för Våmhus reningsverk

Av figurerna framgår att vid huvuddelen av provtagningarna har den utsläppta halten varit lägre än utsläppsvillkoren. Att det finns en spridning under denna gräns är fullt naturligt. Spridningen gör det svårt att utläsa verkets maximala kapacitet. Ett antal punkter vid låga flöden tyder på att driftstörningar har förekommit. Med dygnsprover går det inte att avgöra om driftstörningen beror på höga momentana flöden eller andra faktorer.

Vid 1 000 m³/d eller 1,4 Q-dim har vatten bräddats vid verket på grund av att utloppsledningen har haft dålig kapacitet. Detta har nu åtgärdats och en större mängd vatten kan tas genom verket. Som framgår av varaktighetsdiagrammet är flödet i ca 93% av tiden lägre än 1 000 m³/d och de största vinsterna i minskning av utsläppta mängder görs om driftstörningarna åtgärdas.

Simrishamns reningsverk



Figur 4:5 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för Simrishamns reningsverk, 1993-94.

Punkterna ligger rätt samlat med undantag för ett par punkter som avviker. Dessa avvikande punkter tyder på driftstörningar. Vid samtliga provtagningstillfällen var dock halterna under utsläppsvillkoren. När det gäller fosfor har den utsläppta halten som medelvärde varit densamma som

gällande villkor. Ett antal prov har överskridit 0,3 mg/l, vilket framgår av figur 4:5.

Faktorer som orsakat störningar på reningen är i huvudsak tre stycken:

- * höga flöden
- * stora mängder fett från fiskindustrin
- * försöksverksamhet med denitrifikation

Fillanverket, Sundsvall

Resultaten från Fillanverket är intressanta av den anledningen att de visar situationen både före och efter en utbyggnad av verket. 1994 togs det utbyggda verket i drift, som då var kompletterat med fällningssteg, flockningskammare och sedimentering. Det biologiska steget hade förstärkts genom en fördubbling av sedimenteringen. En helt ny slambehandlingsanläggning hade byggts med rötkammare, förtjockare och centrifuger.

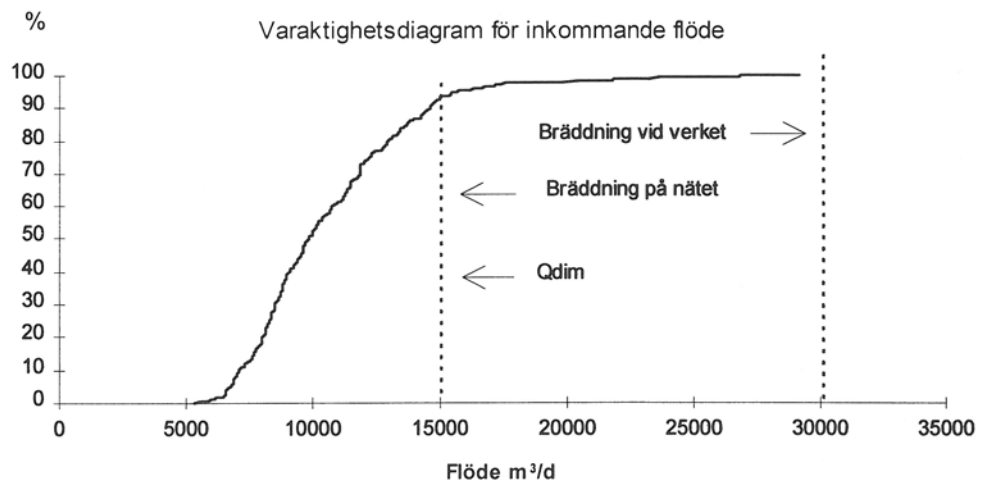
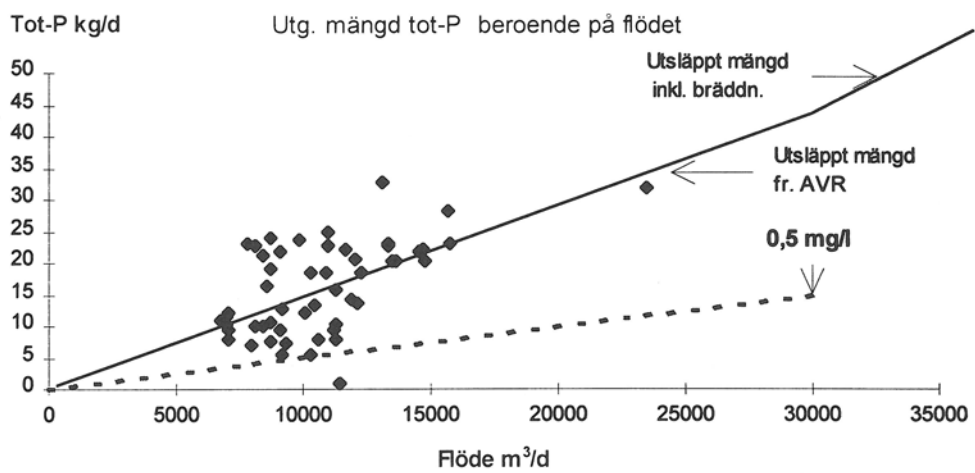
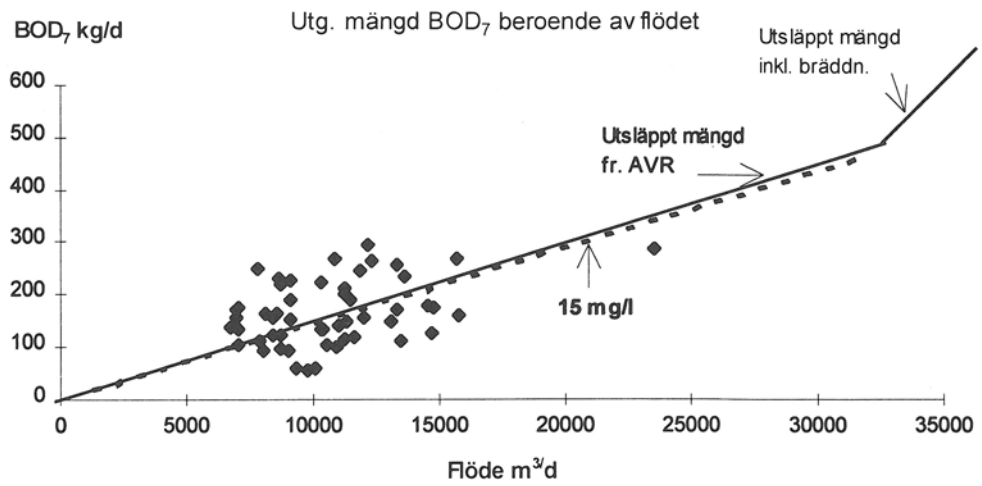
Denna utbyggnad genomfördes då reningskraven skärptes och verket ej klarade de nya kraven vilket framgår av figur 4:6. Verket var före utbyggnad ej utrustat för fosforfällning, utan verket drevs med simultanfällning.

Som framgår av fig 4:6 och 4:7 har en väsentlig förbättring av reningen åstadkommit genom den utförda utbyggnaden. Det är i detta fall lätt att jämföra effekt och kostnad av utbyggnaden vilket redovisas i kapitel 6.

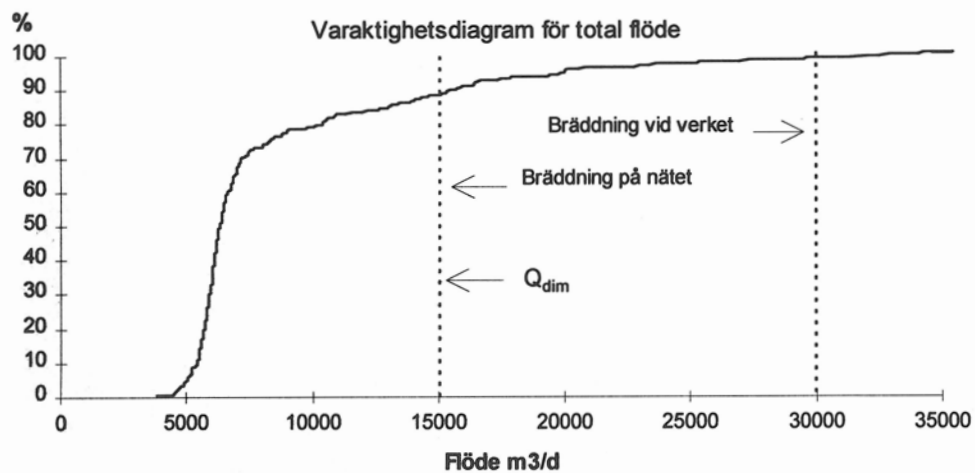
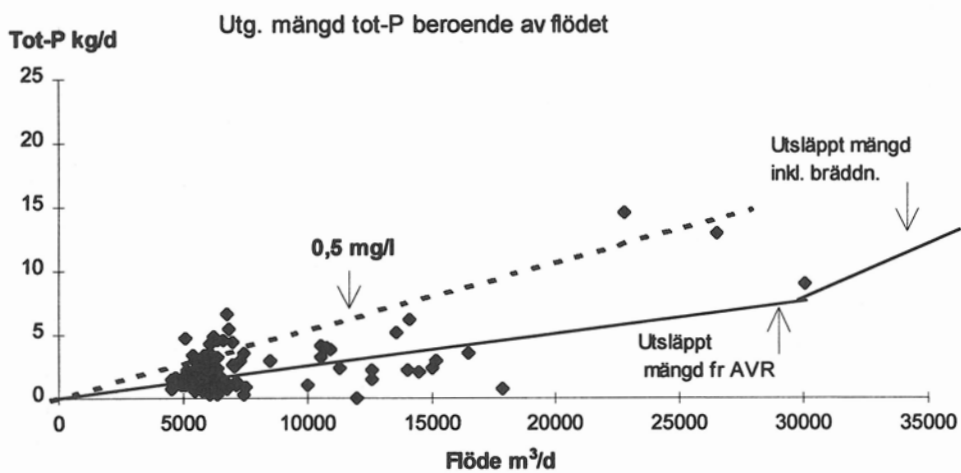
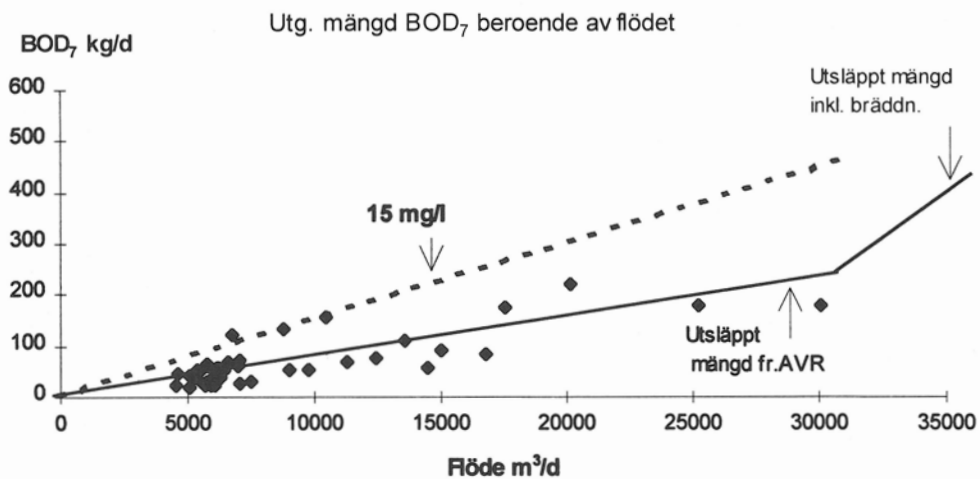
Även efter utbyggnaden finns några prover som uppvisar halter av fosfor som överskrider villkoren. Dessa representerar dock inkörningstiden då driftstörningar alltid förekommer innan verkets drift har optimerats.

Av varaktighetsdiagrammet framgår att bräddning på nätet sker under ca 10% av tiden. Bräddningen börjar vid ca 15 000 m³/d vilket kan jämföras med kapaciteten på det mekaniska steget i reningsverket som är 30 000 m³/d.

Beräkningar har gjorts på de mängder av fosfor och BOD som bräddas vid reningsverket. Dessa beräkningar visar att belastningen på recipienten är hög vid bräddningstillfällena. BOD-mängderna kan vara 160 - 180 kg/d och fosformängderna 5 kg/d.



Figur 4:6 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för Fillanverket 1993 före utbyggnad

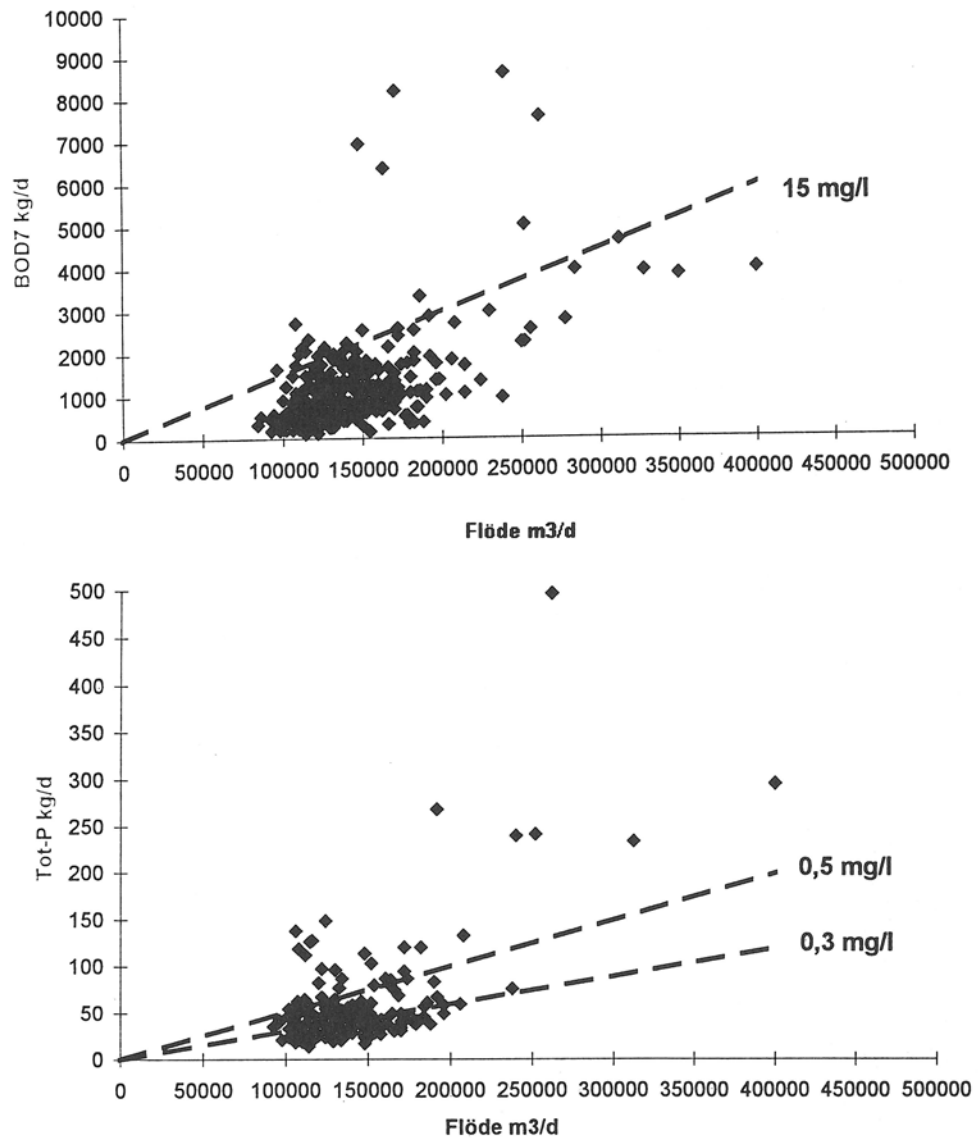


Figur 4:7 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för Fillanverket 1995 efter utbyggnad

Bromma reningsverk, Stockholm

Även vid Bromma reningsverk har en utbyggnad skett. Resultat från fosforeringen före och efter utbyggnaden redovisas.

Under 1994 togs filteranläggningen i drift. Redovisningarna har därför uppdelats i två perioder, 1985 - 1992 och efter filtrens idrifttagning, 1994 - 1995.



Figur 4:8 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för Bromma reningsverk före filterutbyggnad, 1985 - 1992.

Som framgår av figuren är spridningen av värden stor men en tendens finns till höga utsläppta mängder för höga flöden. Före filterinstallationen var resultaten ut från Bromma starkt beroende av biostegets funktion. Verket drevs under sommarperioder med fullständig nitrifikation. Biosteget belastades under dessa perioder hårt. Mycket slam hölls i systemet. När slammets sedimenteringsegenskaper blev dåliga eller sedimenteringen

överbelastades erhöles slamflykt med höga utgående fosforvärden som resultat.

Orsaker till stor spridning är många och helt naturliga. Exempel på orsaker till spridningen i figuren är bland annat:

vid höga utsläppsvärden under låga dygnsflöden:

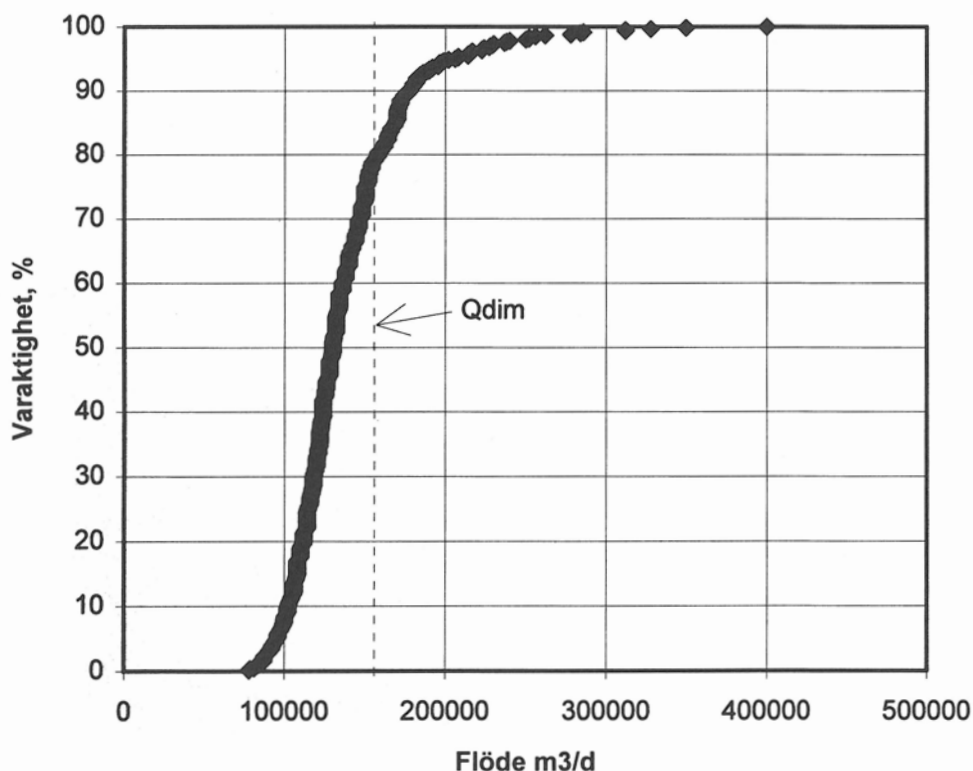
- * dåligt slam med låga sjunkhastigheter eller findisperst slam
- * höga slamhalter, hög slamytbelastning ger hög slamnivå
- * avställda bassänger

vid låga utsläppsvärden vid höga flöden:

- * driftåtgärder, driften strävar hela tiden att ligga under 0,5 mg/l
- * förbigång av biosteget för att förhindra kraftig slamflykt
- * urspolning, efter ett första högt värde med slamflykt där dåligt slam spolas ut ändras förhållandena så att lägre mängder släpps ut.

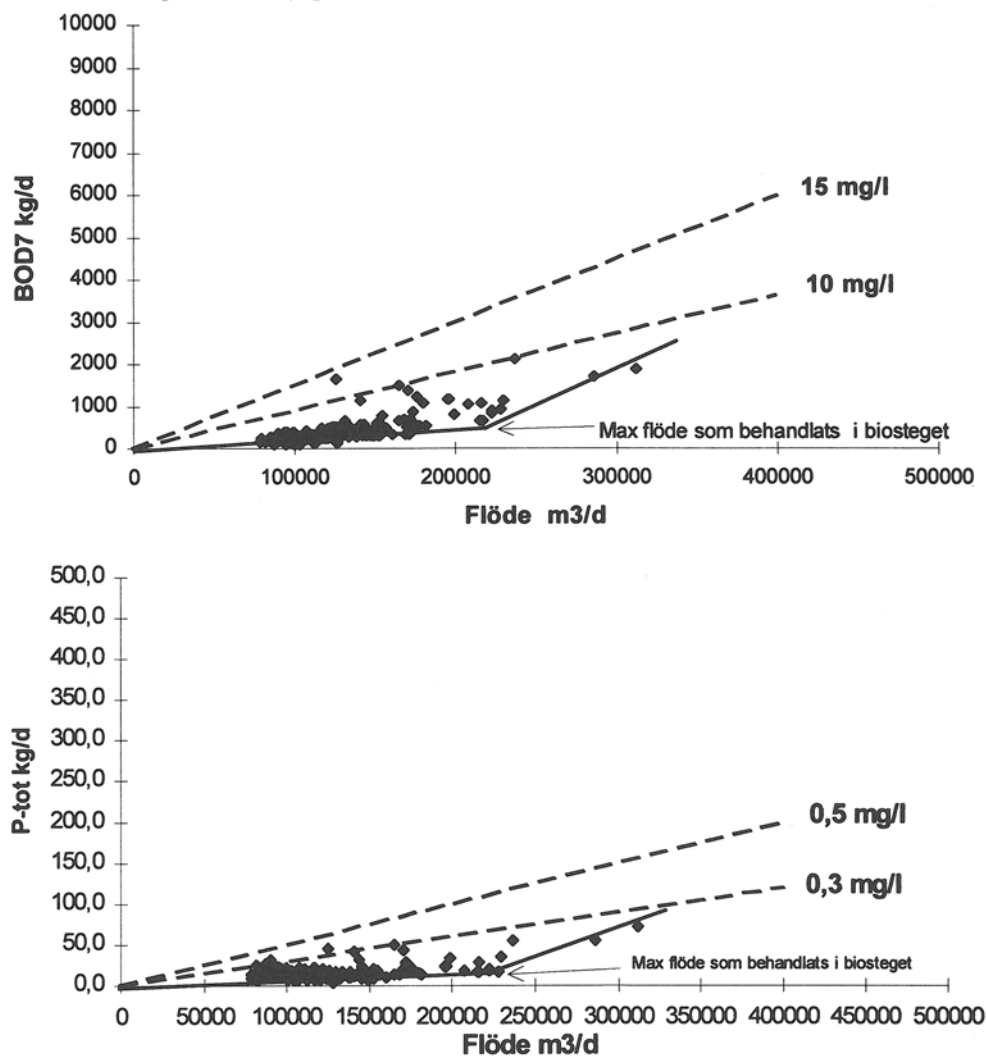
Även om variationerna är stora kan man uppskatta att en sänkning av basflödet med 10 000 m³/d ger en minskning av utgående fosfor med 4 kg /d. Halten ligger i snitt på 0,4 mg/l.

Det finns en brytpunkt på kurvan vid 200 000 m³/d. Vid detta flöde startar förbigången av flöde förbi biosteget. Flöden överstigande 200 000 m³/d förekommer i ungefär 5% av dygnet, se fig 4:9.



Figur 4:9 Varaktighetsdiagram Bromma RV 1985-1996

Efter att filtren tagits i drift ligger punkterna betydligt jämnare. Anläggningen är inte längre lika känslig för variationer i flöde, slamegenskaper eller andra faktor. Den lösta halten utgör nu en större andel av det totala. En sänkning av flödet med 10 000 m³/d ger en minskning av den utsläppta fosformängden med 1 kg/d. Detta motsvarar en halt av 0,1 mg/l. En brytpunkt kan ses vid 230 000 m³/d.



Figur 4:10 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till dygnsflödet för Bromma reningsverk efter filterutbyggnad, 1993.09-1996.09.

Konsekvenserna av en flödesminskning till reningsverkets kvävereningen kan härledas till framförallt ändrade koncentrationer, uppehållstider och temperatur. Om man antar att mängden inkommande kväve inte påverkas av ett minskad utspädning kommer detta att ge en motsvarande ökning av koncentrationen. En minskning av flödet innebär att uppehållstiden i anläggningen ökar. En förlängd uppehållstid ger en ökad kapacitet under förutsättning att inget annat begränsar processen.

I den luftade delen av bioreaktorn nitrifieras ammonium med en relativt jämn hastighet tills halterna blivit låga. Detta innebär att om nitrifikationen ej varit fullständig på grund av begränsad volym ger en ökning av uppehållstiden även en ökad nitrifikation. I Brommas fall har en ökning av

uppehållstiden med 10% beräknats kunna ge en ökad nitrifikation under vissa perioder med upp till 10 %.

Denitrifikationsprocesserna styrs ofta av tillgången på organiskt kol. Ökar uppehållstiden i den anoxiska delen av bioreaktorn innebär detta ofta att kolet i det inkommande vattnet kan utnyttjas bättre. I första hand förbrukas lättillgängligt kol och sedan andra kolfraktioner. Med ökad uppehållstid kan flera kolfraktioner utnyttjas.

En minskad andel av kallt läck- och dräneringsvatten innebär att inkommande vatten får en högre temperatur. En högre temperatur innebär att processerna går snabbare. Nitrifikationen går 10 - 11% snabbare per grad varmare vatten. Denitrifikationen går 7 - 10% snabbare per grad varmare vatten. En 10% minskning av flödet till Bromma kan ge en ökning av temperaturen i inkommande flöde med ca 1 C, beräknat på en årsmedeltemperatur för läck- och dränflödet på 7 C. Den förhöjda temperaturen innebär i Brommas fall en förhöjd kapacitet med ca 11% för nitrifikation och 7% för denitrifikation.

Sammanfattningsvis gäller att en minskning av flödet med 10 000 m³/d ger en minskning av utsläppt kvävemängd med ca 150 kg/d. Detta motsvarar vid medelflöde en koncentrationsminskning av 1 mg N/l. Kapaciteten på biosteget ökar också på grund av temperatureffekten, kanske med upp till 7 %.

Ryaverket i Göteborg

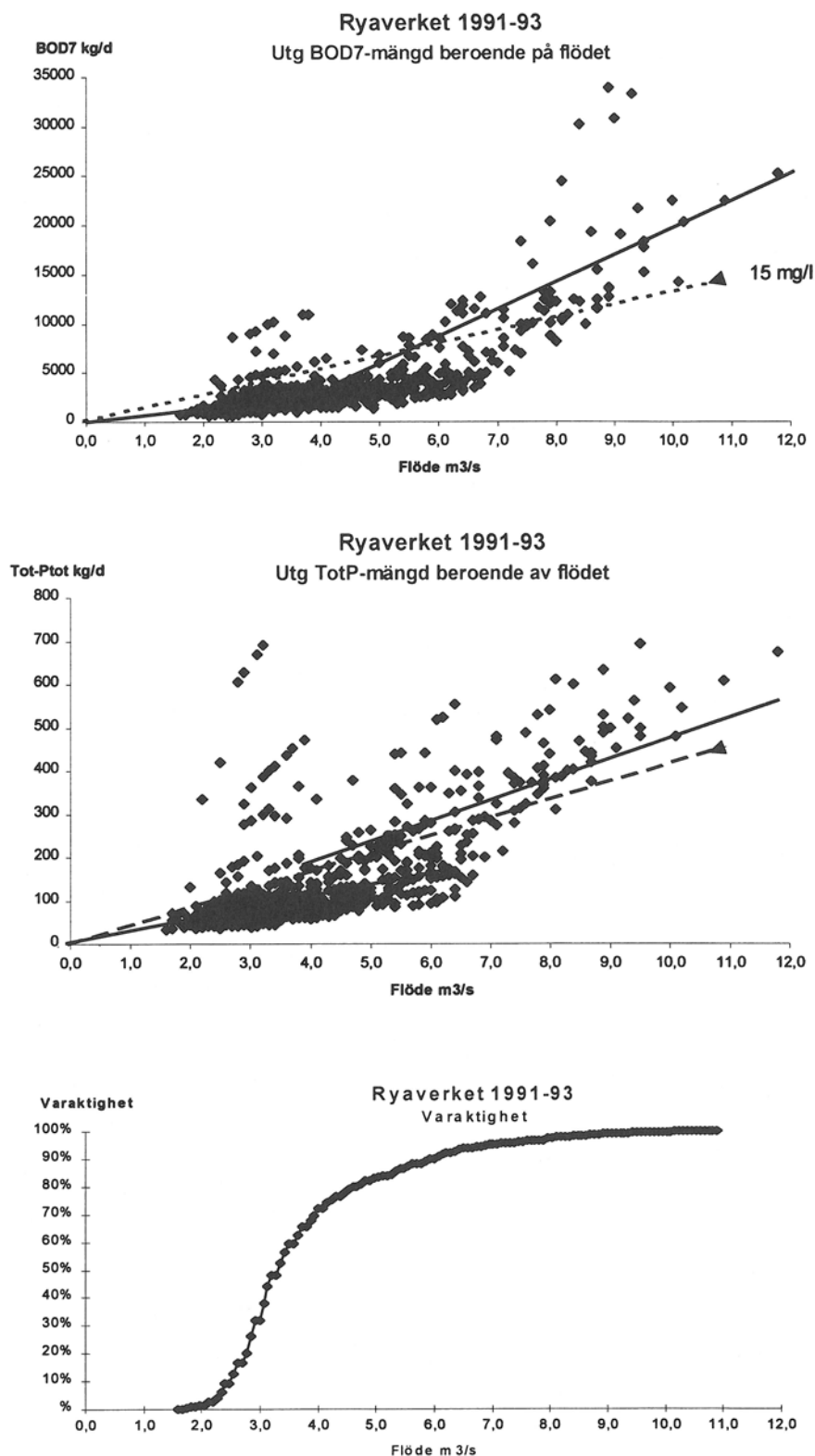
De resultat som redovisas i nedanstående figurer gäller tiden före Ryaverkets utbyggnad. Under denna tid hade Ryaverkets biologiska steg normalt en kapacitet av 6 m³/s. Denna kapacitet kan dock variera mellan 4 och 6,5 m³/s vid olika driftförhållanden. Detta framgår av de dubbla regressionslinjerna i diagrammen. Den undre regressionslinjen representerar resultat vid flöden då bräddning ej skett, medan den övre regressionslinjen motsvarar resultat då bräddning skett.

Den del av tillrinnande avloppsvatten som överstiger det biologiska stegets kapacitet bräddas efter mekanisk rening. Tunnelsystemet utnyttjas i långt gående utsträckning för fördröjning, varigenom bräddning av mekaniskt renat vatten kan begränsas. Bräddningen av mekaniskt renat vatten under 1993 var 5,6% av tillrinningen.

I diagrammen redovisas ett mycket stort antal prover. När man ligger under bräddpunkten ligger huvuddelen av resultaten naturligtvis under reningskravet. Det finns dock ett antal punkter inom detta intervall som visar att driftstörningar förekommer, vilket på dygnsbasis gett höga utsläpp av föroreningar.

Vid flöden högre än bräddpunkten, då bräddning av endast mekaniskt renat vatten sker, är det svårt att uppnå reningskraven. Trots att bräddningen av mekaniskt renat vatten under 1993 endast var 5,6% av tillrinningen,

utgjorde utsläppen med bräddat vatten för BOD7 och totalfosfor 22% respektive 20% av det totala utsläppen.



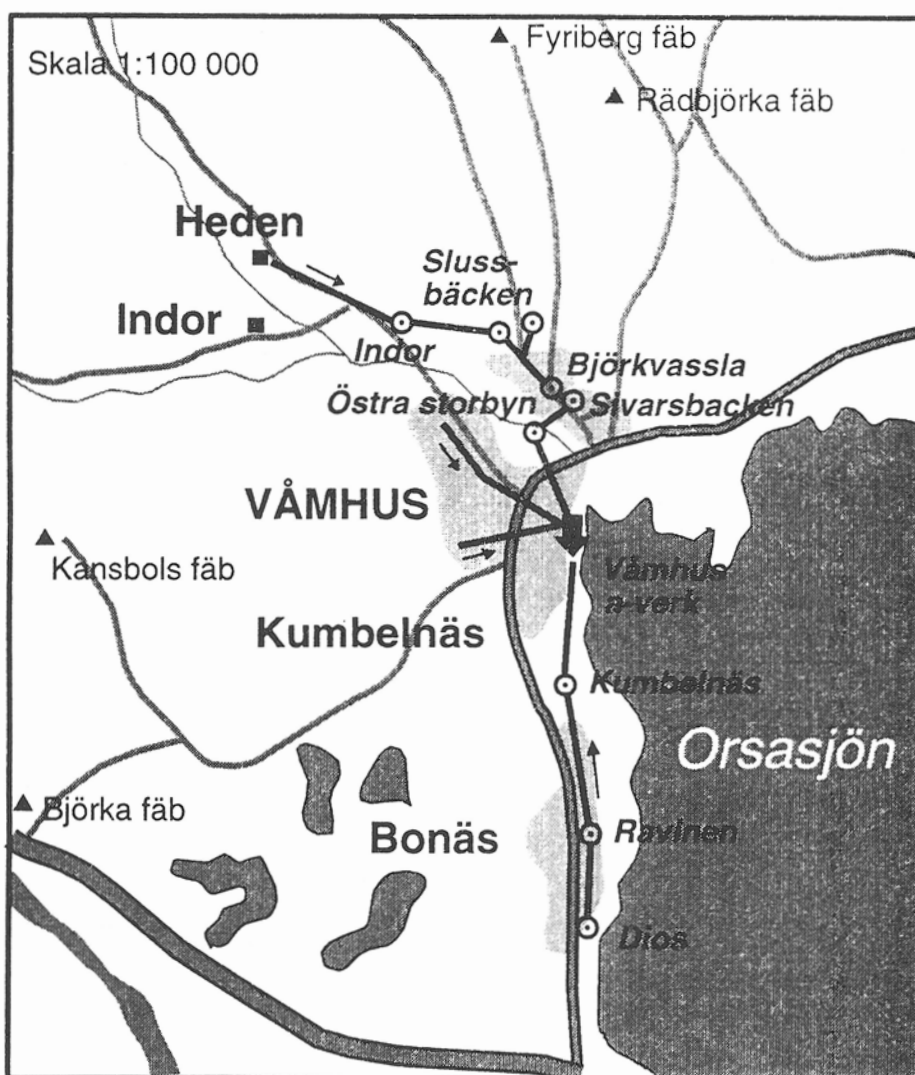
Figur 4:11 Utsläppta föroreningsmängder och varaktighet i förhållande till inkommande flöde för GRYAABs reningsverk, 1991-93.

4.3 Identifiering av problem och dess orsaker i ledningsnät

Ett lyckosamt detektivarbete för att i ledningsnät spåra upp källor till läck- och dräneringsvattenflöden bygger på att man arbetar efter en genomtänkt strategi. Arbetsgången måste vara stegvis där man efter varje steg har möjlighet att korrigera kursen beroende på de framkomna resultaten.

Det finns ett antal olika undersökningsmetoder och analysverktyg att tillgå vid utredningar om tillskottsvatten. I det följande ges exempel på tillämpningen av olika metoder och analysverktyg med inriktning mot i första hand läck- och dräneringsvattenflöden.

4.3.1 Översiktlig beskrivning av ledningsnät och geohydrologi



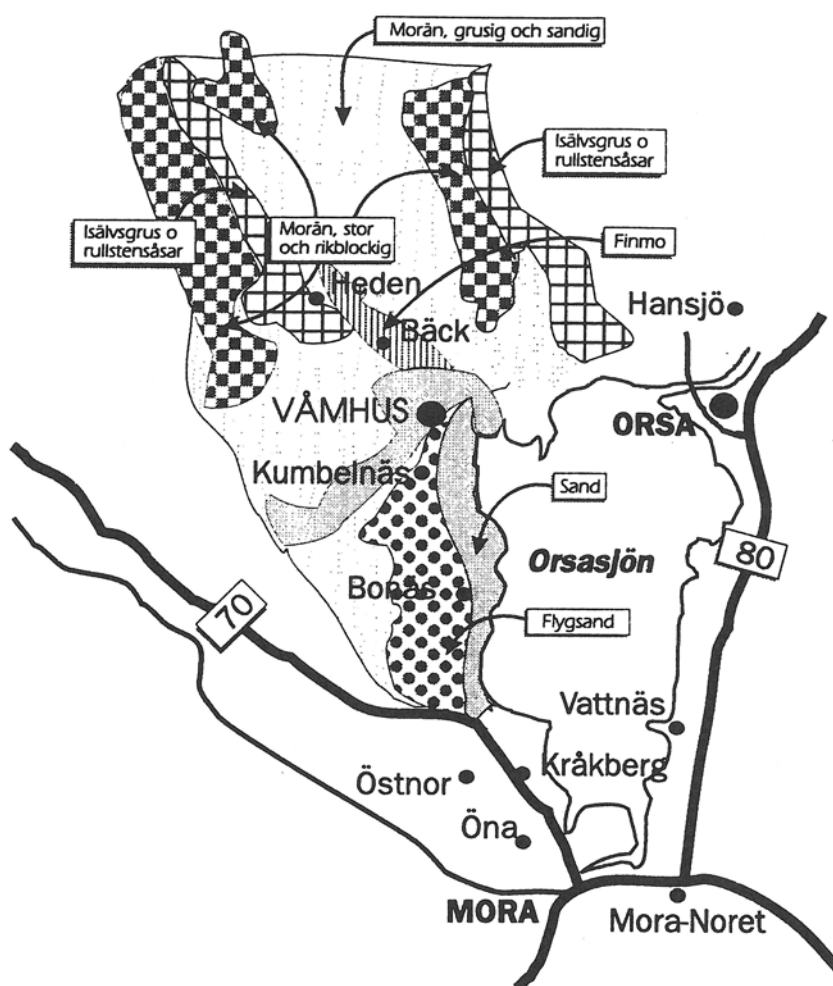
Figur 4:12 Översiktskarta för Våmhus avloppsnät, Mora kommun.

Läck- och dräneringsflödenas storlek påverkas kraftigt av ledningsnätets systemuppbyggnad och de geohydrologiska förhållandena inom avrinningsområdet. Därför är det lämpligt att en läck- och dränundersökning även innefattar översiktliga beskrivningar av dessa förhållanden. I

fig 4:12 och 4:13, redovisas översiktliga beskrivningar från Våmhus, Mora kommun.

Verksamhetsområdet omfattar Våmhus och de södra byarna Bonäs och Kumbelnäs samt i norr byarna Heden, Indor mfl. Verksamhetsområdet kan karakteriseras som utsträckt glesbygd längs Orsasjöns västra och norra strand. Hela avrinningsområdet uppgår till ca 1400 ha. Ca 70 ha uppskattas vara hårdjord yta, vilket utgör 5 % av hela avrinningsområdet.

Spillvattennätet omfattar ca 44 000 m, exkl serviser, och betjänar 1700 invånare. Den glesa bebyggelsen visas av att det är hela 26 m spillvattenledningar per inv. Ledningsnätet är genomgående uppbyggt enligt separatsystemet, dvs att eventuell dagvattenavledningen sker i dike mm. Alla dräneringsledningar är anslutna till spillvattensystemet.



Figur 4:13 Jordartskarta över Våmhus avrinningsområde.

Bebyggelsen i söder är belägen på ett flygsandfält med hög grundvattenyta och i norr belägen på finkorniga material (silt) som möts av sluttningar med morän och berg. I VA-FORSK 93-08, kap 9, ges tips om hur man kan gå till väga vid översiktliga geohydrologiska beskrivningar.

4.3.2 Mäta och analysera läck- och dräneringsvattenflöden

I kap 4.2.2 har det redovisats uppskattningar av läck- och drän flödenas omfattning på årsbasis sammantaget för hela avloppssystemet. I detta avsnitt beskrivs hur man kan få grepp om den geografiska spridningen av källor till läck- och dränvattnet. Det är viktigt att inledningsvis skissera på en undersökningsstrategi över vilka steg som bör tas. Strategin utformas lämpligen mot bakgrund av:

- * den samlade erfarenheten från va-personalen om problembilder relaterade till läck- och dräneringsvattenflöden.
- * eventuella tidigare undersökningar av tillskottsflöden
- * om det finns flödesuppgifter eller pumpdrifttider från pumpstationer med tillräcklig kvalitet så att dessa kan bearbetas direkt
- * hur mycket resurser som är rimliga att satsa på nya mätningar och analyser

Nedan redovisas några exempel som genomförts inom ramen för detta projekt.

Basflödesmätning av läck- och dräneringsflöden

Basflödesmätningar av läck- och dräneringsvattenflöden utförs under torrvädersperioder med relativt hög grundvattennivå. Flödesmätningarna utförs som manuella mätningar av momentanflödet i ett flertal punkter. Undersökningsmetoden kallas också för "nattmätningar" då dessa ofta genomförs som mätningar av nattminimiflöden.

Pumpstationerna är inledningsvis naturliga mätplatser. Flödesmätningarna kan utföras där som en enkel uppfyllnadsmätning, enligt principen "hink och klocka". Vid momentana mätningar av läck- och dräneringsvattenflöden i nedstigningsbrunnar används portabla skibord där vattendjupet över skibordskanten mäts manuellt med mätsticka. Även okulära flödesuppskattningar kan användas särskilt då man försöker spåra ett misstänkt förhöjd flöde uppströms i ledningsnätet. I ledningar med större dimensioner och vid höga flöden kan flödet mätas med portabel hastighetsmätare och manuell mätning av vattendjup. Det uppmätta läck- och dränflödet brukar vanligen redovisas fördelat på längden av uppströms liggande kommunala spillvattenledningar. Två olika enheter brukar därvid användas:

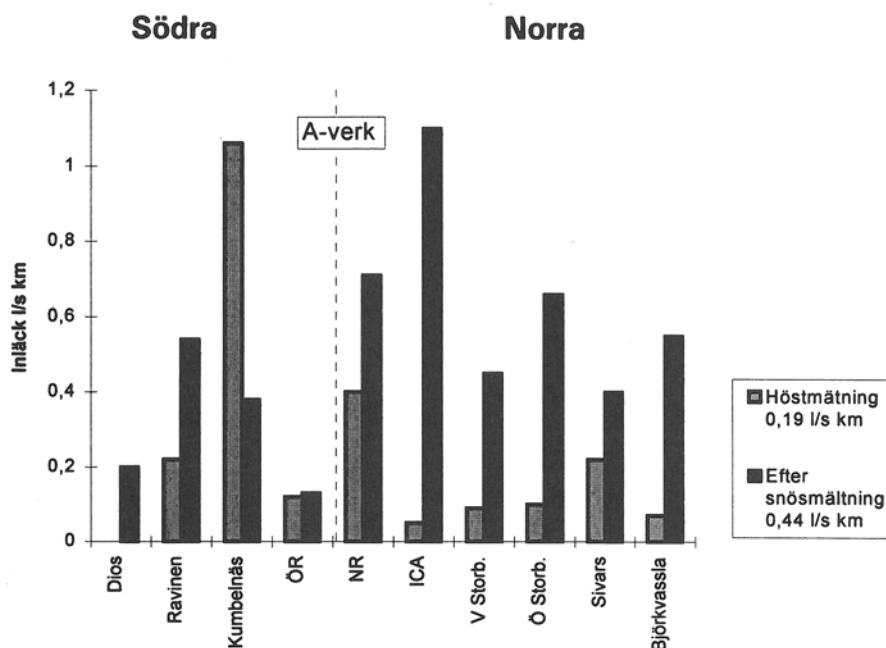
- * liter/dygn och meter (l/d, m)
- * liter/sekund och kilometer (l/s, km)

Vid jämförelse mellan dessa två olika enheter gäller:

$$1 \text{ l/s, km} = 86,4 \text{ l/d, m.}$$

$$100 \text{ l/d, m} = 1,16 \text{ l/s, km}$$

I fig 4.14 redovisas resultaten från två basflödesmätningar av läck- och dränvatten utförda i Våmhus vid en höstperiod och efter snösmältningen. De fyra vänstra mätpunkterna är belägna längs den södra avloppsgrenen och de sex högra mätpunkterna är belägna längs den norra.



Figur 4.14 Resultat av två basflödesmätningar av läck- och dräneringsvattenflöden i Våmhus

Ur läck- och dränsynpunkt kan avloppsnätet delas i två delar vilka tydligt visar olika avrinningsförhållanden:

- 1 Den södra delen med genomsläppliga jordarter med hög grundvattenyta och djupt förlagda ledningar varierar flödena långsamt över året. Här dras slutsatsen att merparten kommer från ren grundvattenpåverkan.
- 2 I den norra delen består jordarterna i de lägre delarna av finkornig sediment (silt) och de högre delarna av morän på berg. Ledningarna i den norra delen är inte lika djupt förlagda som i de södra delarna. Till lågpartierna avdräneras stora skogsområden. Här är läck- och dränflödet mycket stort vid snösmältning och en lång period därefter samt vid långvariga höstregn. Under andra perioder av året är läck- och dränflödet betydligt lägre. Här bedöms att spillvattenledningen verkar fungera som en avskärande dränering för mycket stora skogsområden.

Baserat på ovanstående undersökningar genomfördes mer finmaskiga okulärbesiktningar av läck- och dränflödets utbredning. Sträckor som befanns ha höga läck- och dränflöden TV-inspekterades. Resultatet visade med några få undantag att läck- och dränflödet ej kunde relateras till några begränsade sträckor utan snarare berodde på lite påspädning i varje skarv samt dräneringsflöden från många av husdräneringarna.

Basflödesmätningar ger relativt snabbt en god överblick över omfattning och geografisk spridning av läck- och drän flöden. Mätningarna kan utföras med relativt enkla utrustningar. Dessutom erhålls, till följd av omfattande brunnslöcksöppningar, en mycket nyttig okulär bild av avloppsnätet.

Basflödesmätningar genomförs vanligen efter minst ca 4 nederbördsfria dygn. Detta innebär att man ej får med ökningen av läck- och dränvattenflödena i samband med nederbördstillfällena, dvs den indirekta nederbördspåverkan, se även kapitel 3. 3. Omfattningen av nederbördspåverkan får man bedöma utgående från flödestillrinningen till reningsverket.

Det är viktigt att beskriva grundvattensituationen som förelegat vid mättillfället. I VA-FORSK 93-08, kap 4.2, beskrivs hur man kan bearbeta läck- och dräneringsvattenflöden och hur man, med hjälp av SGUs grundvattennät, kan beskriva grundvattensituationen vid mättillfället jämfört med grundvattnets årsvariation.

Nyckeltalsbearbetning av flödeskurvor

Där det finns tillgång till tillförlitliga flödeskurvor från pumpstationer kan man erhålla ett mycket bra underlag för att bedöma flödesdynamiken i ett ledningsnätets olika delar. Om dessa flödesuppgifter samlas in och lagras via ett driftövervakningssystem erhålls flera års flödeskurvor utan några större extra kostnader.

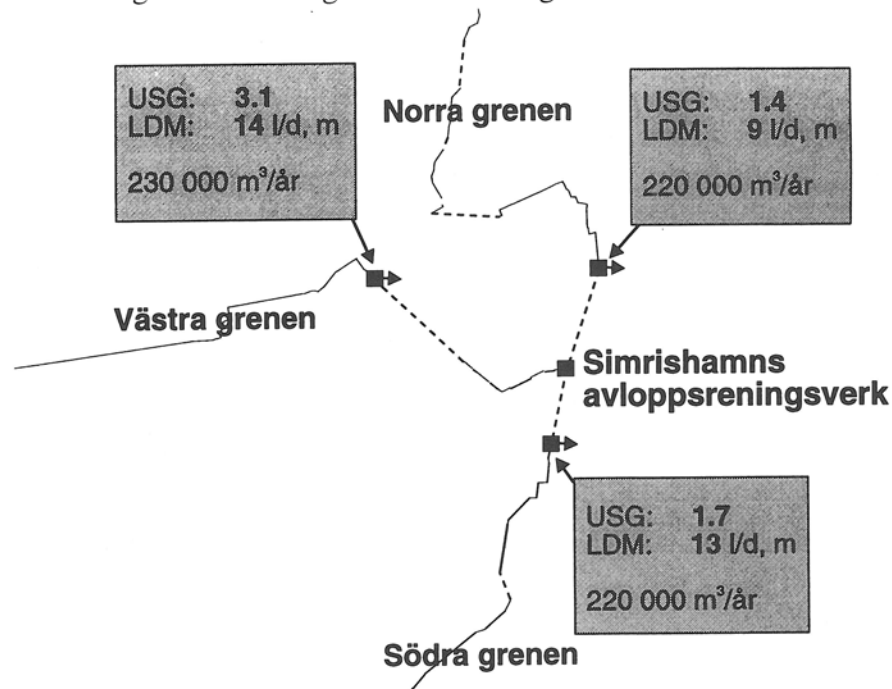
Långa flödesserier kan med fördel bearbetas automatiskt enligt den metodik som beskrivs i SNV rapport nr 4480 samt i VA-FORSK 96-06. Med den senare rapporten följer en diskett med ett dataprogram för nyckeltalsberäkningar av dygnsflöden. I redovisningen från Hasslö i bilaga 3 redovisas nyckeltalsbearbetningar för de 5 ingående pumpstationsområdena.

Dessa nyckeltal är mycket användbara för att sammanfatta och karakterisera flödesförhållandena i ett avloppssystem. Det kan emellertid vara farligt om man okritiskt jämför nyckeltal mellan olika anläggningar utan att ha med sig även annan information om resp avloppssystem, lokala förhållanden och aktuell problembild. En huvudkonklusion i detta projekt är att man ej heller bör använda denna typ av nyckeltal som styrmedel eller krav på ledningsnät ur miljösynpunkt.

Omfattningen på läck- och dränvattenbelastningen varierar stort mellan exempelvis torrår och blötår. I VA-FORSK 93-08 utprovades en metodik där man genom användandet av en hydrologisk datormodell även kan simulera avrinningsförlopp som är relaterad till variationer av de hydrologiska förhållandena. NAM-modellen kan exempelvis användas för att avgöra om en konstaterad flödesminskning efter genomförda åtgärder kan relateras till en verklig åtgärdseffekt eller om skillnaderna till största delen beror på att det helt enkelt har regnat mindre efter åtgärdens genomförande.

Jämförelse mellan översiktliga årsmedelnyckeltal och geografiskt utspridda nyckeltal vid höga grundvattennivåer

I Simrishamn visas ett tydligt exempel på vikten av att ej bli alltför fokuserad vid betraktningar av årsmedelvärden uppmätta långt nedströms i avloppssystem. I fig 4.15 visas årsmedelvärden för belastningen av tillskottsvatten för de tre inkommande avloppsgrenarna till Simrishamns avloppsreningsverk. Nyckeltalet l/m, d visar som genomsnitt på relativt låga värden. Utspädningsgraden, USG, är, som årsmedelvärden, också relativt låg med undantag för den västra grenen.



USG: utspädningsgrad = tillskottsvatten per spillvattenandel
 LDM: tillskottsflöde per ledningslängd (l/dygn, m)
 m³/år: beräknad årlig mängd tillskottsvatten (m³/år)

Figur 4:15 Tillskottsvatten till Simrishamns avloppsreningsverk fördelat på de tre huvudavloppsgrenarna. Medelvärde för perioden 1989 -1994.

För att erhålla en bild över den geografiska spridningen av källor till läck- och dränvattnen genomfördes basflödesmätningar vid perioder med hög grundvattenyta uppdelat på 14 tätorter i Simrishamn. Här framträder en helt annan flödesbild där fem tätorter visade sig ha mycket höga värden. Nu inriktas arbetet mot att jobba fram åtgärder i följande fem prioriterade tätorter, se även Bilaga 3.

Prioriterade tätorter	l/m,d	l/s, km	USG ^{*)}	Avloppsgren
Borrby	131	1.5	8.8	Södra
Gärsnäs	331	3.8	18.8	Västra
Hammenhög	143	1.7	9.6	Västra
Skillinge	42	0.49	3.7	Södra
Vitaby	260	3.0	24	Eget reningsverk

^{*)} Utspädningsgrad

I de olika tätorterna har flera ledningssträckningar visat sig vara extremt kraftigt belastade med tillskottsvatten. Läck- och dränsituationen är här nära förknippad med tätorternas dräneringsfunktion. Därför går det ej att lösa problemen med enbart tätning av spillvattensystemet. Åtgärder måste utformas i samklang med den långsiktiga lösningen av tätorternas dräneringsfunktion.

I Vitaby är motiven särskilt starka för att minska flödena av tillskottsvatten då planer finns på att lägga ned det lokala reningsverket och pumpa över avloppsvattnet till Kiviks reningsverk.

Spåra källorna till problemen i ledningsnät

Det sker en tydlig förändring i val av metoder och utredningstaktik då man lämnar nivån ”analys av flödesförlopp” i en viss mätpunkt och går mot att lokalisera källorna till läck- och dränflödet. Det är naturligtvis först när man når denna nivå som man har möjlighet att avgöra vad som är möjligt att åtgärda.

Då man skall lokalisera källorna till läck- och dräneringsvattenflöden på lokalplanet är det viktigt att man kan kombinera utredningsmetoder för:

- * geohydrologisk bedömning av hur det aktuella området avvattnas och dräneras.

samt olika typer av

- * tekniska kontroller av avloppssystemen på både kommunal och privat mark

Inom ramen för detta projekt har många olika metoder tillämpats såsom:

- * olika typer av flödesmätningar
- * TV-inspektioner vid hög grundvattenyta
- * okulära besiktningar
- * funktionskontroller av olika anordningar, ex högvattenluckor, bräddanordningar
- * kontroll av överläckage mellan dag- och spillvattenledning
- * läckagekontroll på dricksvattenledningar

I VA-FORSK 93-08, kap 7-9, ges råd och tips om hur man kan gå tillväga vid lokalisering av källor till bl a läck- och dränvatten.