

TANDKULLEGATAN - GÖTEBORG

Strumpinfodring av spillvattenledningar

1 Orientering

Området som är beläget i stadsdelen Älvsborg i västra Göteborg har en total area på ca 35 ha, varav ca 11 ha utgörs av hårdgjorda ytor (inkl berg i dagen). Bebyggelsen består till övervägande del av friliggande villor och radhus. Totalt bor ca 850 personer i området. Terrängen är kuperad och inslaget av berg i dagen är relativt stort. Gatorna är lokaliserade till dalstråken och tomterna angränsar till bergspartierna.

Det ursprungliga kombinerade spillvattennätet slopades och nya spill- och dagvattenledningar byggdes ut 1950-1970. Ledningsfogarna består i huvudsak av plastringar och drevgarn.

Anslutning av husgrundsdränering till spillvattennätet har ej varit tillåten. Någon kontroll av dränanslutningar i samband med separeringen har emellertid inte genomförts, varför det inte är osannolikt med en viss dränanslutning till spillvattennätet framförallt i det äldsta området (område 3).

Kontroll av servisanslutningar har genomförts. Ca 15 fastigheter var felkopplade med dagvattenanslutningar på spillvattennätet. Flertalet är idag åtgärdade.

2 Avrinningsområdets storlek och uppbyggnad

	Område 3	Område 4	Område 5	Område 6	Område 1 (totalt)
Avrinningsområde A_{TOT} , ha	13,3	6,3	4,7	10,4	34,7
Hårdgjord area A_{H1} , ha	2,7	2,5	1,0	3,8	10
Hårdgjord area till AS A_{H2} , ha					0,07
AS-ledn, m (100 % duplikat)	910	770	370	920	2970
Anslutna pe	182	60	92	311	845
$\frac{A_{H1}}{A_{TOT}}$, %	20	40	21	37	29
$\frac{inv}{A_{TOT}}$, pc/ha	13,7	41,3	19,6	30	24,4
Meter ledning per invånare	5	3	4	3	3,5
Separeringsgrad, %	100	100	100	100	100

3 Genomförda undersökningar

3.1 TV-inspektion

Samtliga huvudspillvattenledningar samt 68 serviser har filmats.

3.2 Flödesmätning

Flödesmätning har genomförts med två flödes hastighet- och nivå mätare (Detflow-mätare). Den ena mätaren har varit placerad i nedströmsdelen av avrinningsområdet (mätpunkt 1) medan den andra mätaren har flyttats runt mellan delområde 3-5. Såväl torrvädersflöden som flöden i spillvattennätet i samband med nederbörd har registrerats. Torrvädersflödena ligger nära de teoretiska spillvattenflödena förutom i delområde 3, där en brandpost på rinn sannolikt påverkar flödet i spillvattenledningen.

Flödet i spillvattenledningarna är starkt nederbördspåverkat, ofta under lång tid efter ett regntillfälle. Utgående från enstaka nederbördstillfällen har en skattning gjorts av hur stor del av årsnederbörden som når spillvattennätet - totalt via dräneringar, överläckage från dagvattennätet, inläckage via otäta fogar m m. TV-filmningar har visat att inläckage via otäta fogar sannolikt dominerar.

Flödesmätningarna visar också att läck- och dränflödet i delområde 4 är relativt litet.

Följande nyckeltal har beräknats för området totalt.

	Period			
	920305-0330 N=50 mm	920319-0324 N=30 mm	920413-0422 N=31 mm	920424-0426 N=18 mm
Inläckagefaktor $\frac{q_{tot}}{q_s}$	5,7	6,9	7,5	10,7
$\frac{q_{inl} + q_d}{A_{tot}}$, l/s ha	0,28	0,36	0,39	0,64
$\frac{q_{inl} + q_d}{l}$, l/s km ledn	2,5	3,1	3,4	5,6

Följande skattning har gjorts av andelen av årsnederbörden 720 mm som når spillvattennätet.

	Andel av nederbörd som når AS-nätet	
	%	m ³ /år
Område 3	25	24 000
Område 4	1	500
Område 5	50	15 000
Område 6	60	45 000
Område 1	34	85 000

4 Åtgärder

Ettapp 1

- Infodring av huvudspillvattennätet med polyesterstrumpa, metod Insituform. Totalt infodrat 1,3 km varav 50 % av ledningsnätet i delområde 3, 25 % i delområde 5 och 100 % i delområde 6.
- Samtliga 68 serviser anslutna till spillvattenledningar som infodrats filmades. Serviserna klassades i skala 0-5 utgående från skador och inläckage. 29 serviser med skador från klass 3 och uppåt åtgärdades, varav 20 strumpinfodrades och 9 lades om i öppen schakt. Serviserna infodrades i hela sin sträckning fram till husliv. Respektive fastighetsägare fick betala en mindre ersättning för åtgärderna på tomtmark, som därför kan sägas ha subventionerats av va-verket.
- Tätning med polyuretan av 25 nedstigningsbrunnar.

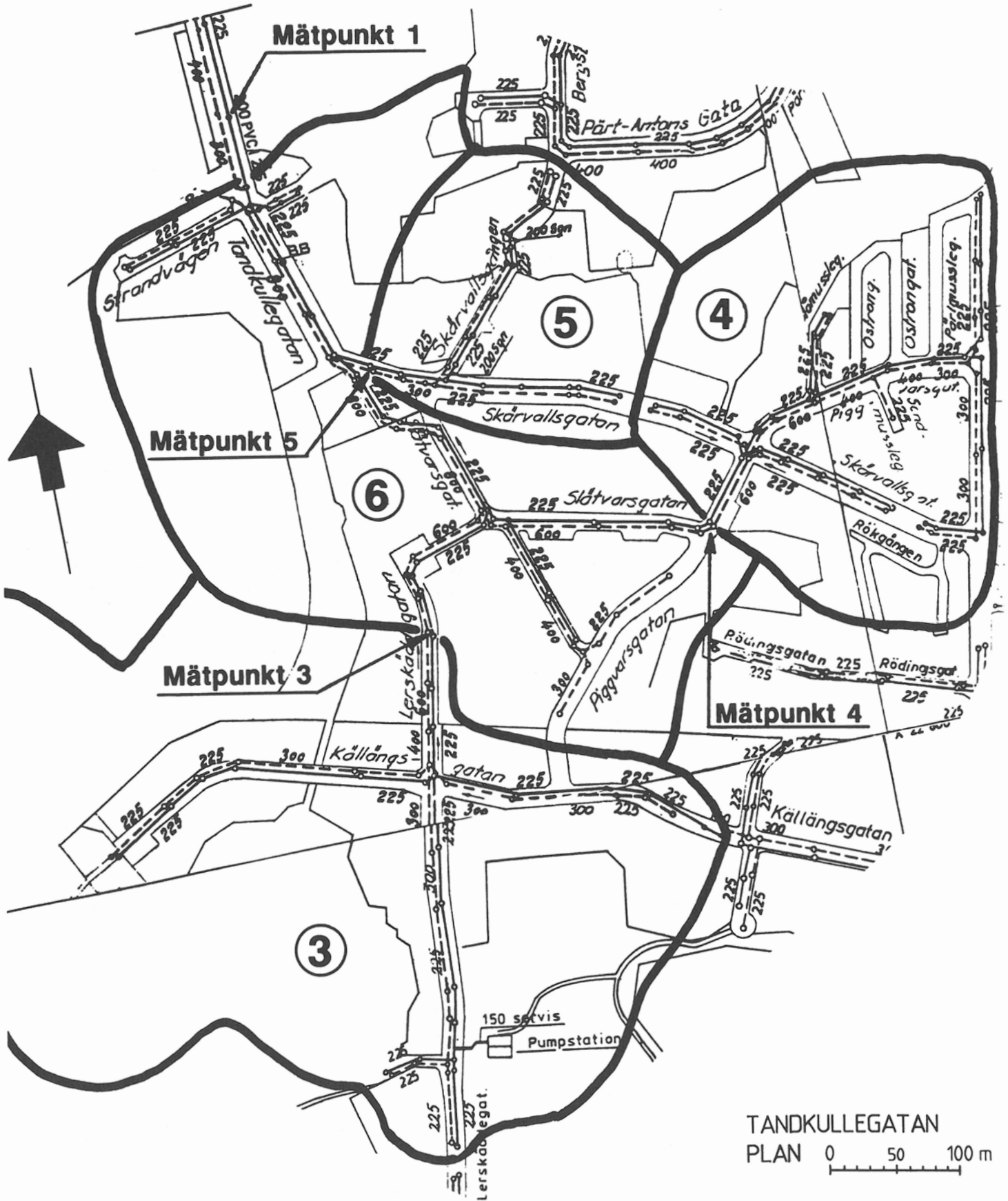
Ettapp 1 utfördes under perioden våren 1995 -våren 1996.

Entreprenören lämnade 5 års garanti på infodringsarbetena. Efter genomförda åtgärder har samtliga strumpinfodrade spillvattenledningar inklusive serviser filmats. Huvudspillvattennätet var i huvudsak utan anmärkning, medan ca 40 % av serviserna fick kompletteras - främst vid anslutningarna till huvudledningen. Uppföljande flödesmätning är planerad till våren 1997.

Total kostnad för ettapp 1 inklusive serviser 3,4 Mkr. Kalkylperiod 40 år, kalkylränta 4 % \Rightarrow årskostnad 170 kkr. Beräknad reduktion av läck- och dränvolymen till spillvattennätet 50 % eller 43.000 m³ ger en kostnad på ca 4 kr per m³.

Ettapp 2

Eventuell infodring av resterande ca 0,9 km spillvattenledningar i delområde 3, 5 och 6 efter utvärdering av ettapp 1.



RÖSERED-GÖTEBORG

Brandposter på rinn

1 Orientering

Rösered är ett område i nordöstra Göteborg med ett vattenledningsnät utbyggt kring 1960. Rörmaterialet är i huvudsak gjutjärnsledningar utan inre cementbruksisolering.

Genom provtagningar har höga järnhalter i dricksvattnet kunnat konstateras. För att öka vattenomsättningen i ledningsnätet och därmed minska järnhalten har totalt 5 brandposter "stått på rinn" (delvis öppna). Riktvärdet för inställning av öppningsgrad för "brandpost på rinn" är 20 liter per minut eller ca 0,3 liter per sekund.

Avloppsnätet är i huvudsak utbyggt som separatsystem varför man kan förvänta att merparten av dricksvattnet från "brandposterna på rinn" når spillvattennätet.

2 Åtgärder

Cementbruksisolering av 1 km respektive omläggning genom rörspräckning (rörbrott) av 800 m av vattenledningsnätet. Arbetena utförs under 1996. Brandposter på rinn stängs efter ledningsreovering/ombyggnad.

3 Resultat

Genom åtgärderna kan det årliga läck- och dränflödet till spillvattennätet förväntas minska med $5 \cdot 0,3 = 1,5$ liter per sekund motsvarande ca 50.000 m³ per år.

Total investeringskostnad 2.200 kkr. Kalkylperiod 40 år, kalkylränta 4 % \Rightarrow årskostnad 111 kkr. Detta motsvarar en kostnad på ca 2,2 kronor per m³ reducerad volym läck- och dränvatten till spillvattennätet.

Tas även hänsyn till minskade marginalkostnader för dricksvattenproduktion på ca 0,5 kronor per m³ blir nettokostnaden knappt 2 kronor per m³.

KONSTEPIDEMIN/HARALDSGATAN-GÖTEBORG

Separering av kombinerat avloppsnät

1 Orientering

Området "Konstepidemin" som är beläget i stadsdelen Änggården i södra Göteborg avvattnas via en kombinerad avloppsledning i Haraldsgatan som nedströms ansluter till spillvattennätet. Området är relativt kuperat och totalt 3,3 ha stort och inrymmer diverse verksamheter, men inga bostäder. Dagbefolkningen är ca 10 personer. Genom separering av det allmänna avloppsnätet i Haraldsgatan kan dag- och dänvattenavrinningen från Konstepidemin överföras från spillvattennätet till dagvattennätet.

2 Undersökningar

Utförd TV-undersökning visar att den kombinerade avloppsledningen i Haraldsgatan är i relativt dåligt skick med bl a sprickor. Omläggning krävs på sikt.

3 Avloppssystemets storlek och uppbyggnad

Avrinningsområde, $A_{TOT} = 3,3$ ha

Hårdgjord area, $A_{H1} = 0,6$ ha

Hårdgjord area ansluten till AS, $A_{H2} = 0,6$ ha

Anslutna pe = 10 (dagbefolkning)

Exploateringsgrad 1 $\frac{A_{H1}}{A_{TOT}} = 18 \%$

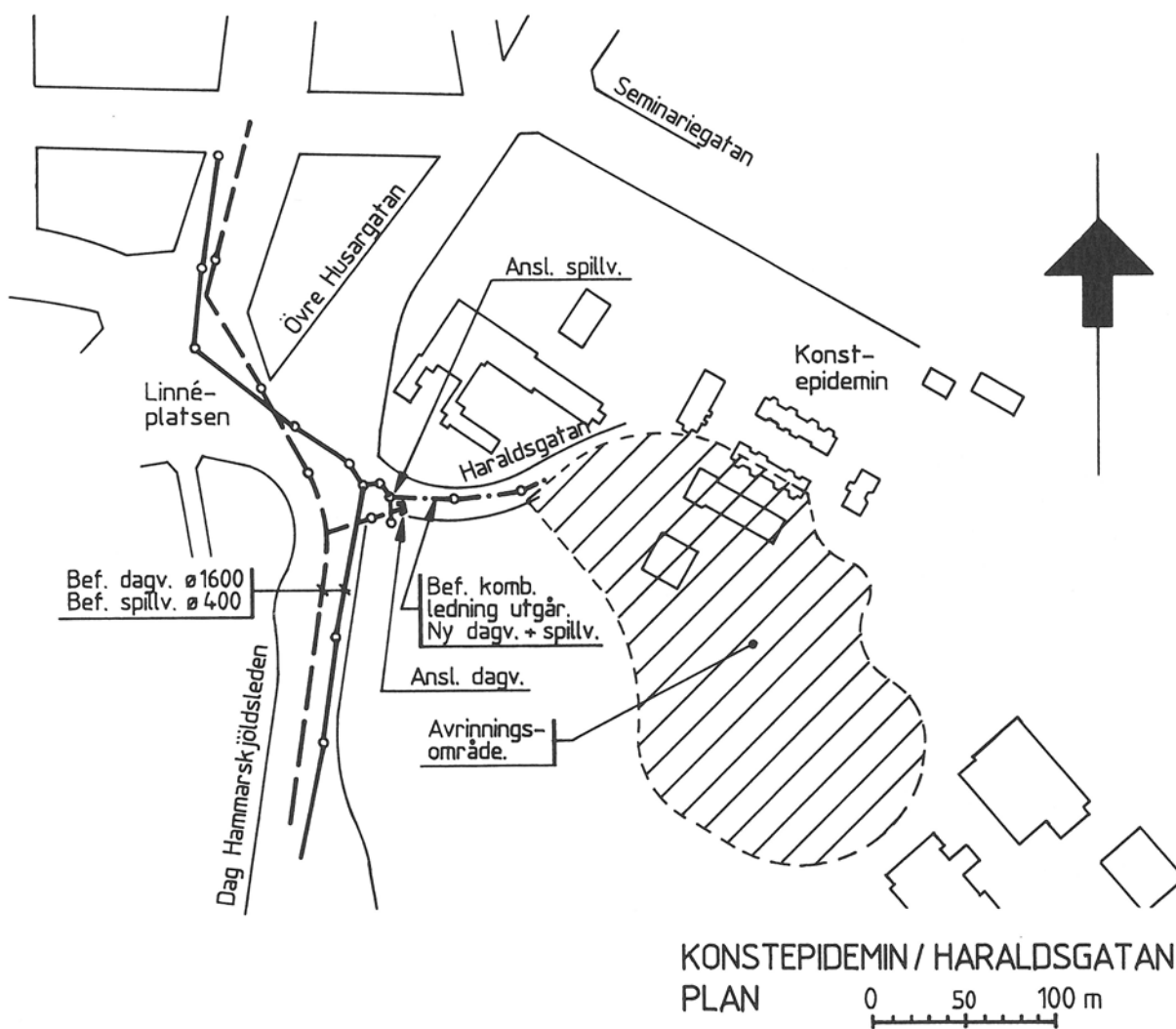
Exploateringsgrad 2 $\frac{inv}{A_{TOT}} = 3$ pe/ha (dagbefolkning)

4 Åtgärder

Separering av ca 100 m av avloppsnätet i Haraldsgatan planeras att genomföras under 1997. Genom separeringen kan den årliga dag- och dränvattenvolymen till spillvattennätet förväntas minska enligt följande:

$$\begin{array}{l} \text{Dränvatten} \quad 2,7 \text{ ha} \cdot 0,12 \text{ l/s, ha} \quad = \quad 10.000 \text{ m}^3 \\ \text{Dagvatten} \quad 0,6 \text{ ha} \cdot 650 \text{ mm/år} \quad = \quad \frac{4.000 \text{ m}^3}{14.000 \text{ m}^3} \end{array}$$

Total investeringskostnad 325 kkr. Kalkylperiod 40 år, kalkylränta 4 % \Rightarrow årskostnad 16 kkr. Detta motsvarar en kostnad på ca 1,2 kronor per m^3 reducerad volym läck- och dränvatten.



Exempel från Karlskrona

Karlskrona kommun: Kenneth Johansson, Mats Strand

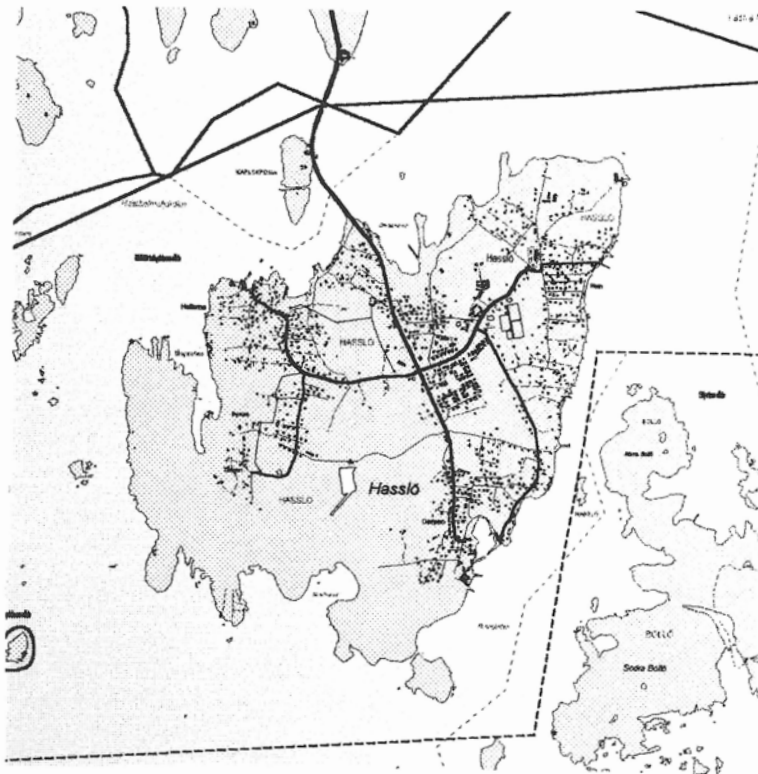
Inledning	3:30
Åtgärder i reningsverket	3:33
Installation av grundvattenpump, Garpen	3:36
Områdesdräneringar + omläggningar, Horn	3:39
Fogtätning, Horn	3:41
Avskärande dränering, Hallarna	3:42
Sammanfattning av åtgärder i ledningsnät	3:44

HASSLÖ AVLOPPSSYSTEM I KARLSKRONA KOMMUN

INLEDNING

Orientering

Hasslö är en ö i Karlskrona västra skärgård. Ön har broförbindelse med fastlandet. På ön finns totalt ca 600 bostadsfastigheter, inom en areal som är 265 ha. I huvudsak all tätare bebyggelse är ansluten till kommunalt vatten och avlopp. Vattenförsörjningen sker via sjöförlagd ledning från tätortens centrala vattenverk. Avloppet behandlas i ett lokalt avloppsreningsverk på ön.

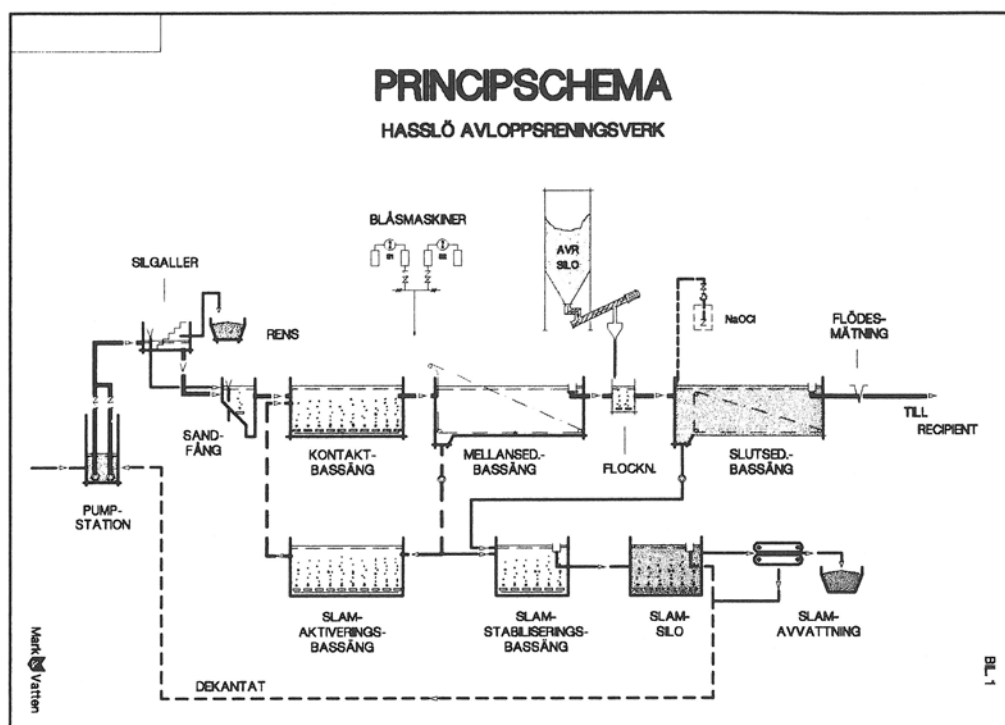


Problembild

Flödesbelastningen till avloppsreningsverket uppvisar stora variationer under året med höga flöden under nederbördsrika perioder och vid snösmältning, vilket tyder på betydande tillskott av läck- och dräneringsvatten till avlopps nätet. Dessutom har under senare år 24 fastigheter drabbats av källaröversvämningar. De flesta av dessa har i dagsläget åtgärdats med hjälp av bakvattenluckor och pumpar vid respektive fastighet.

Reningsverk

Hasslö avloppsreningsverk är ett traditionellt utformat verk med mekanisk, biologisk och kemisk rening enligt process-schema nedan.



Reningsverket är dimensionerat för 2500 pe. Ca 1400 personer är anslutna idag, vilka genererar en föroreningsbelastning på ca 1100 pe. Reningsverkets dimensionerande flöde $Q_{dim} = 75 \text{ m}^3/\text{h}$. Verket är byggt 1972.

Ledningsnätet

Avloppsledningsnätets längd exkl serviser är 15 800 meter. Huvuddelen, ca 80 %, är utbyggt som duplikatsystem och ytterligare 5 % är separat-system, med dikesavvattning. Följaktligen är 15 %, kombinerat system. En stor del, ca 75 %, av fastigheternas dränering är kopplade till spillvattennätet.

Ledningsnätet kan delas upp i fyra delavrinningsområden, varav tre dräneras via pumpstation:

- Garpen (via pumpstation)
- Horn (via pumpstation)
- Hallarna (via pumpstation)
- Bredavik (självfall)

Ledningsnätet är byggt huvudsakligen under perioden 1950 till 1975.

Recipienten

Reningsverkets recipient kan definieras som västra delen av Västra fjärden som tillhör Karlskronas skärgårdshav. Förutom reningsverkets utsläpp av behandlat och bräddat vatten samt bräddat vatten från ledningsnätet belastas recipienten av flöden från en bäck samt utsläpp från enskilda avlopp.

Nyckeltal för Hasslö avloppssystem, Karlskrona kommun**A Avloppssystemets storlek och uppbyggnad**

A1	Avloppssystemets storlek	265 ha
A2	Total hårdgjord yta (till spillvattennätet)	2 ha
A3	Spillvattenledningenslängd, exkl serviser	15 800 m
	Andel duplikat	80 %
	Andel kombinerat	15 %
	Andel separat	5 %
	Andel fastighetsdrän till spill	75 %
A4	Anslutna invånare	1400 p
	Industrianslutning	Försumbar
	Exploateringsgrad 1; A2/A1	7,5 ‰
	Exploateringsgrad 2; A4/A1	5,3 p/ha
	Exploateringsgrad 3; A3/A4	11,3 m/p

B Flödesbelastningar (medel för åren 91-94)

B1	Spillvatten	76 000 m ³ /år
B2	Nederbördspåverkan	68 000 m ³ /år
	Snabb nederbördspåverkan	12 000 m ³ /år
	Trög nederbördspåverkan	56 000 m ³ /år
B3	Läck- och dränvatten	178 000 m ³ /år
	Renvattenläckage	18 000 m ³ /år (ca 20 %)
	Inläckning från hav	Har ej kunnat påvisas
	Total avloppsvattenmängd = B1+B2+B3	322 000 m ³ /år

C Reningsverkets belastning

Dimensionerande föroreningsbelastning	2500 pe
Aktuell anslutning (1 pe = 70 mg BOD ₇ /d)	1100 pe
Dimensionerande flödesbelastning	75 m ³ /h
Utsläppsvillkor BOD ₇ /P _{TOT}	15/0.5 mg/l

D Recipientbelastning (1994)

		BOD ₇ [kg]	P _{tot} [kg]	N _{tot} [kg]
Reningsverket	behandlat	1370	100	6000
	bräddat	1300	60	300
Ledningsnätet	bräddat	130	6	40
Enskilda avlopp	uppskattat	1000	125	400
Vattendrag		<u>20000</u>	<u>58</u>	<u>5000</u>
Totalt		23800	349	11740

RENINGSVERKET

Utredningsmetodik för reningsverket

Följande arbeten och analyser har genomförts för Hasslö reningsverk:

1. Statistisk bearbetning av insamlade driftdata för att studera sambanden mellan olika processvariabler (PLS-regression)
2. Framtagning av diagram för reningsverkets utspädningskänslighet.
3. Genomgång av reningsverkets reningsfunktion och lokalisering av bristfälliga process-steg.
4. Åtgärdsförslag med kostnadskalkyl och bedömning av miljöeffekter.

Reningsverkets reningsfunktion

Perioder med låg jämn tillrinning:

Vid långvariga flöden under Q_{dim} fungerar verket bra med utsläppshalter av BOD_7 oftast <3 mg/l och P_{tot} oftast $<0,2$ mg/l. De problem som ändå skall uppmärksammas är tidvis nitrifikation som leder till låga pH, dåligt fällningsresultat och höga aluminiumrester i utgående vatten.

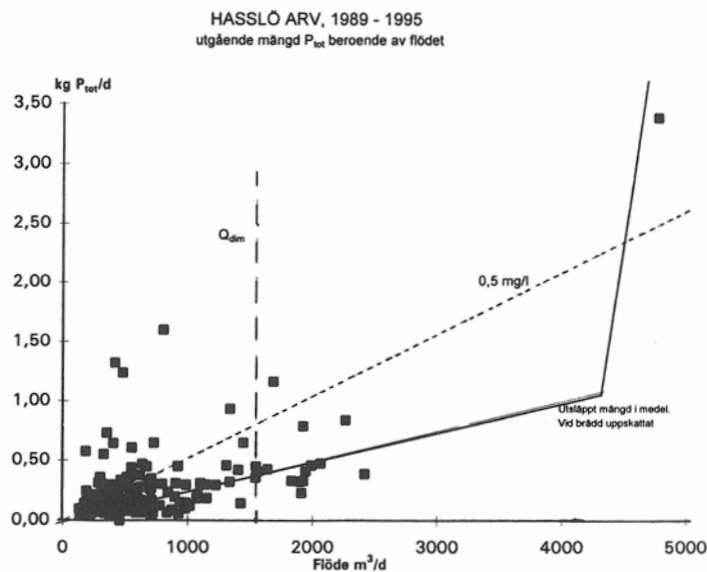
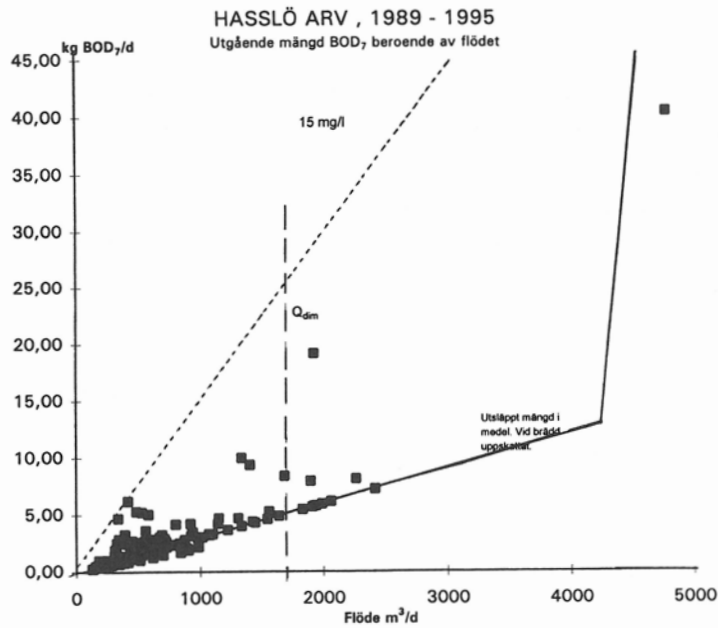
Även kvävereduktionen i verket är god (i medel 50 %) med tanke på att verket inte är avsett för kväverening. Kvävereningsskemin medför dock nackdelar enligt ovan.

Perioder med hög jämn tillrinning

Under 1994 kan tillrinningssituationen beskrivas som extrem med såväl en kraftig snösmältning som två månader i rad med rekordnederbörd (augusti och september var för sig regionens två nederbördsrikaste månader 1989 - 1994)

Trots detta är det under relativt begränsad tid, om man ser över hela året, som tillrinningen överskridit Q_{dim} . Av totalt 417000 m³ ut från verket överskred 49000 m³ Q_{dim} (12 %). Av dessa kom 21000 m³ under 9 dagar i september (långvariga kraftiga regn).

Verkets funktion försämras gradvis över Q_{dim} med slamflykt från mellansedimenteringen kring 100 m³/h. Vid högre flöden sker även slamflykt från slutsedimenteringen.



Trånga sektioner, dåliga processlösningar

Passage från flockning till slutsedimentering

Passagen består av 3 rör med en sammanlagd area av 0,24 m². Detta innebär att vid högre flöden än 90 m³/h överskrider hastigheten genom passagen 0,1 m/s, vilket brukar sättas som gräns då flocken börjar slås sönder med ökade fosfor- och aluminiumutsläpp som följd. Effekten förstärks av stor dosering av fällningskemikalie vid höga flöden och luftning som omblandningssystem i flockningen.

Dämning och slamflykt vid höga flöden

Vid flöden över ca 100 m³/h stiger nivån i mellansedimenteringsbassängen över avdragsrännorna. Detta beror dels på den trånga passagen till slutsedimenteringen, dels på otillräcklig nivåskillnad mellan de olika stegen. Kring samma flöde börjar slamflykt från mellansedimenteringen ske. Vid ytterligare ökande flöden sker även slamflykt från slutsedimenteringen.

Flockning med luftomblandning

Anläggningen har ett gemensamt system för all tryckluft. Detta innebär stora fluktuationer i luftmängden till flockningen t ex då en mammutpump slår på eller av. Detta systemet innebär omild behandling av flocken med ökad sönderslagning och ökade fosfor- och aluminiumutsläpp som följd,

Bräddning vid flera punkter

Bräddning görs nu dels från inloppspumpstationen med bräddpump som pumpar ut inkommande vatten plus rejekt och dekantat direkt till recipienten vid hög nivå i stationen, dels från sandfånget vid extremt höga flöden. Gångtiden för bräddpumpen registreras sedan en tid (motsvarande ca 3400 m³ under 1994). Bräddning från sandfång sker visserligen sällan, över omkring 200 m³/h, men då utan registrering.

Åtgärdsinsats

Inloppspumpstationen byggs om så att allt tillflöde i princip kan lyftas in till reningsverket. Endast nödbräddning tillåts uppträda. Detta innebär att allt avloppsvatten minst kommer att genomgå mekanisk behandling på reningsverket. Justering av avdragsrännor i mellan- och slutsedimentering ger bättre balans mellan bassängerna och bättre sedimenteringsförhållanden. Kemikalieinblandningen byggs om och flockningsbassängen förbättras och kompletteras med grindomrörare. Öppningen mellan flockningsbassäng och slutsedimentering förstoras så att bildade flockar inte slås sönder vid passagen. Dekantatvatten från slamavvattning leds till det biologiska behandlingssteget i stället för till inloppspumpstationen.

Åtgärds kostnader och effekter

Investeringskostnaderna för dessa åtgärder kalkyleras till ca **1 100 Kkr**, vilket ger en årskostnad på **99 Kkr** vid annuitetsfaktor 0,09 (15 år, 4 %).

Effekten av åtgärderna kan sammantaget förväntas bli minskade utsläpp av både totalfosfor och BOD med respektive 50 kg/år och 500 kg/år. På detta sätt minskar den totala syretäringen med 5 500 kg/år (primär syretäring pga BOD-reduktion = 500 kg/år, och sekundär syretäring pga P-tot reduktion = 5 000 kg/år).

Den specifika åtgärds kostnaden blir i relation till minskad syretäring ca **18 kr/kg**.

LEDNINGSNÄTET

Utredningsmetodik för ledningsnätet

Analysen av Hasslö avloppsnät utfördes genom att först studera hela avrinningsområdet för att få en överblick av situationen. Eftersom man misstänkte att havet orsakade en betydande del av tillskottsvattnet och man även ville skapa en trovärdigare beskrivning av flödeshydrografen vid reningsverket användes en hydrologisk datormodell, MouseNAM. Denna modell kalibrerades mot uppmätta värden från Hasslö avloppsreningsverk och man kunde därefter påvisa att havet ej hade någon synbar inverkan på flödestillskottet.

För att därefter få en överblick av hur problemen var fördelade över ön, studerades de fyra delområdena; Horn, Garpen, Bredavik och Hallarna. Flödeshydrograferna till pumpstationerna simulerades med MouseNAM för att få mer lättbearbetade och trovärdiga data att analysera. Nyckeltal (enligt SNV-rapporten nr 4480 "Förslag till bedömningsgrunder för läck- och dränvatten i avloppsnät") togs fram för att jämföra flödessituationerna i delområdena med varandra. Nyckeltalen indikerade att skillnaderna i tillskottsvattenvolym mellan delområdena var mycket stora. Nattmätningar utfördes vid två tillfällen och verifierade nyckeltalens indikationer. Nattmätningarna resulterade även i att flera problemsträckor identifierades där TV-inspektioner utfördes som visade ledningarnas kondition. Öns dag- och yt-vattensituation studerades okulärt även under dagtid. De geohydrologiska förhållandena togs i beaktande med hjälp av grundvattenobservationer, jordartskarta samt studier i fält. De fyra delområdena indelades i följande prioritetsordning utgående från problemsituationen:

Prioritet 1 - Garpen	Prioritet 2 - Horn
Prioritet 3 - Bredavik	Prioritet 4 - Hallarna

Figuren på följande sida visar Hasslös avrinningsområde indelat i de fyra delområdena, samt de nyckeltal som tillsammans med ovan beskrivna analyser bildade grund för prioriteringen.

Delområde Garpen

Områdesbeskrivning

Området är ca 62 ha och består av villabebyggelse. Området lutar från ytvattendelaren väster om Garpenvägen mot havet i öster. Inom de centrala delarna av området, utmed Hamnvägen, är jordarten svallsand (och svallgrus). För VA-ledningarna i Hamnvägen anger relationsritningarna att jordarten är sandig mo. Utmed sträckan Neptunvägen och Kondorvägen framgår att berg förekommer.

Från Hamnvägen, som ligger i ett mindre lågstråk, stiger marken både mot väster och öster och markmaterialet övergår från svallsand till berg med

Totala avrinningsområdet

USG = 4.2 LDM = 43 l/d,m
TDA = 72 m²/m BNA = 7.9 m²/m
BNA/TDA = 11 %

Pumpstationsområdet Horn + Björkhaga

USG = 4.5 LDM = 47 l/d,m
TDA = 90 m²/m BNA = 6.1 m²/m
BNA/TDA = 7 %

Självfallsområdet Bredavik

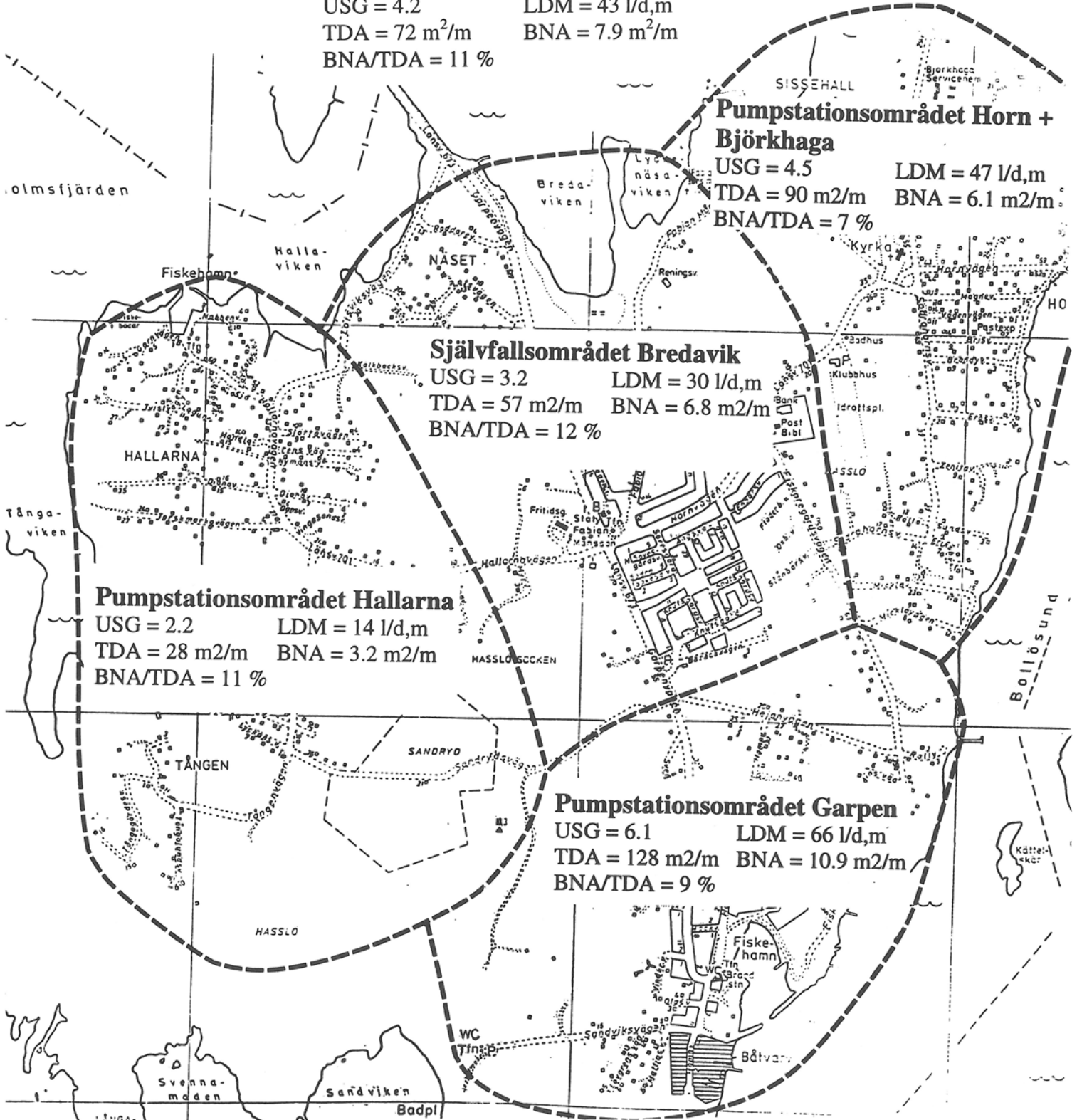
USG = 3.2 LDM = 30 l/d,m
TDA = 57 m²/m BNA = 6.8 m²/m
BNA/TDA = 12 %

Pumpstationsområdet Hallarna

USG = 2.2 LDM = 14 l/d,m
TDA = 28 m²/m BNA = 3.2 m²/m
BNA/TDA = 11 %

Pumpstationsområdet Garpen

USG = 6.1 LDM = 66 l/d,m
TDA = 128 m²/m BNA = 10.9 m²/m
BNA/TDA = 9 %



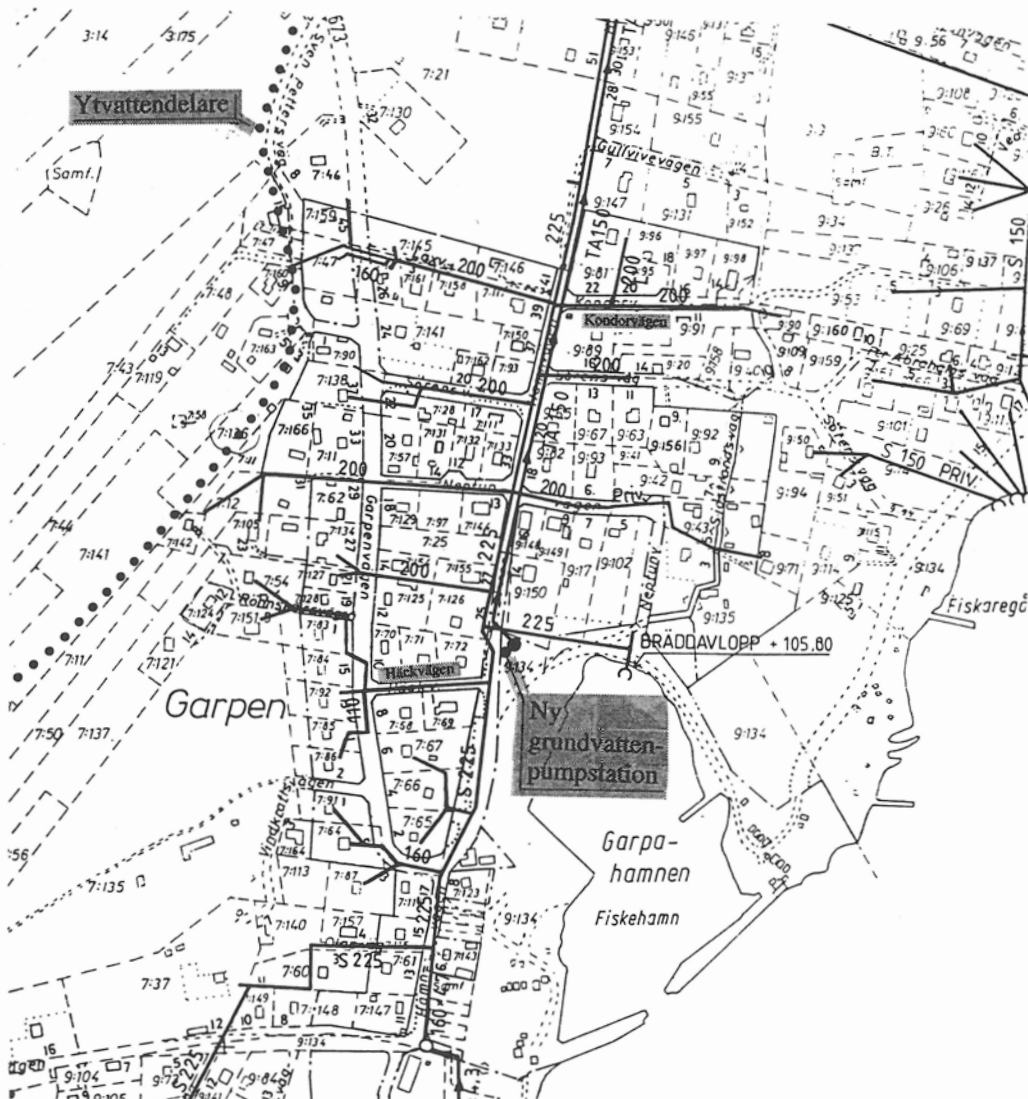
- USG = Utspädningsgrad, totalt flöde dividerat med medelspillflödet
- LDM = Tillskottsflöde per meter kommunal självfallsledning
- TDA = Total dräneringsarea per meter ledning, motsvarande den totala påverkan från både läck- och dränvatten och nederbörd
- BNA = Bidragande nederbördsarea per meter ledning, motsvarande den totala nederbördspåverkan under fyra dygn från regnstart

Förhållandet BNA/TDA visar andelen tillskottsvatten som beror på nederbördspåverkan.

ringa jordtäckte. Från ytvattendelaren i väster lutar marken in mot fastigheterna och tidvis vid långvarig nederbörd eller snösmältning sker en yt- och grundvattentransport in mot den lägre belägna bebyggelsen. Väster om vissa tomter utmed Garpenvägen har fastighetsägarna grävt ett ytvattendike för att bryta vattenflödet in mot husen.

Åtgärdsinsats

Vid den invändiga inspektionen av spillvattenledningen i Hamnvägen konstaterades att inläckage förekommer på ledningen och att det är relativt jämnt fördelat på sträckan mellan Häck- och Kondorvägen. Beroende på att inläckagen här är fördelade utmed en större sträcka är det inte, ur kostnadssynpunkt, motiverat att utföra några traditionella åtgärder enbart för att minska inläckaget av läck- och dränvatten. Istället bestämdes att en grundvattenpump skulle installeras bredvid den befintliga spillvattenpumpstationen för att med denna sänka av grundvattnet i anslutning till ledningsgravarnas genomsläppliga fyllnadsmaterial. Den uppskattade effekten av detta bedömdes uppgå till ca 0,3 l/s. Grundvattenpumpen har varit i drift sedan våren 1996 och någon utvärdering har ännu inte genomförts. Utöver denna åtgärd tätades även ett antal brunnar vilket uppskattats till en minskning med ca 0,1 l/s.



Åtgärdskostnader och effekter

Investeringskostnaderna för dessa åtgärder har uppgått till **85 Kkr**, medförande en årskostnad på **7,7 Kkr** vid annuitetsfaktor 0,09 (15 år, 4 %).

Effekten enligt ovan antas bli en minskning av flödet med ca 0,4 l/s, vilket motsvarar ca **12000 m³/år**.

Från reningsverkets utspädningsdiagram kan utläsas att utgående BOD-halter är relativt flödesokänsliga och ofta ligger kring 5 mg/l. Spridningen är relativt sett större vad gäller utgående halt P-tot. En nivå kring 0.4 mg/l synes vara representativ.

Reduceras mängden tillskottsvatten med 12000 m³/år så minskar syretäringen med 60 kg/år (BOD, primär syretäring) respektive 500 kg/år (5 kg P-tot, omräknat till sekundär syretäring), dvs totalt 560 kg/år.

Den specifika åtgärdskostnaden blir med utgångspunkt från

- reducerat tillskottsvatten: **0,65 kr/ m³**
- minskad syretäring: **13,75 kr/kg**

I relation till reningsverkets marginalkostnad (reningsverkets rörliga och flödesberoende driftkostnad) som kan beräknas till ca 0,90 kr/ m³ behandlat avloppsvatten så är ovanstående åtgärder direkt lönsamma. Miljöeffekten blir därtill positiv med en reducerad recipientbelastning.

Delområde Horn I

Områdesbeskrivning

Området är ca 30 ha och består av villabebyggelse. Området lutar mot öster och är beläget nedströms ytvattendelaren som ligger ca 500 meter väster om strandlinjen och strax väster om bebyggelsen. Inom området förekommer omlagrad morän och svallgrus. Även berg med ringa jordtäckte återfinns.

Utmed ledningsprofilen i Magnevägen framgår av relationsritningen att markmaterialet mellan strandlinjen och ca 120 meter väster om denna utgörs av sandig mo. Efter denna punkt stiger marken samtidigt som markmaterialet övergår i morän och berg. Berget är sammanhängande på en sträcka av 240 meter. I vissa punkter ligger bergets överyta omedelbart under markytan.

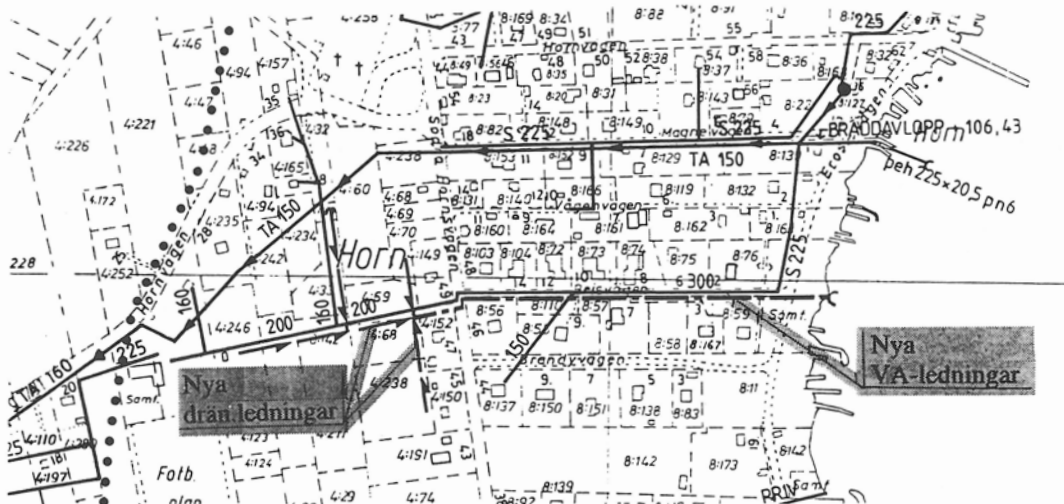
Inom hagmarken väster om Södra Hornsvägen stod, vid mättillfället 95-03-21--22, ytvatten över markytan på ett område av ca 12 000 m². Detta beror sannolikt på att berget stänger in vattnet och hindrar det från att rinna bort från området. De ytvattendiken som finns här har tidigare avvattnats via spillvattenledningen. Idag är dikesanslutningen proppad och härmed har

ytvattnet inget utlopp. Storleken på det inläckande flödet till spillvattenledningen utmed sträckan uppgick till ca 0,7 l/s.

Åtgärdsinsats

För att minska vattentrycket på spillvattenledningarna anlades under våren 1995 områdesdräneringar i anslutning till spillvattenledningen för att dränera marken. Detta bedöms innebära en minskning av flödet med ca 0,3 l/s. Avledningen av yt- och grundvatten från det aktuella partiet sker nu via en dagvattenledning som anlades i Brisvägen och som slutligen mynnar i havet. Den nya dagvattenledningen bedöms ge en minskning av tillskottsvatten med ca 0,2 l/s.

Vid den invändiga inspektionen av spillvattenledningen i Brisvägen konstaterades problem med inläckage, fogförskjutningar och rötter. Samtidigt som dagvattenledningen anlades, byttes därför spillvattenledningen i Brisvägen ut mot en ny. Den nya spillvattenledningen bedöms innebära en minskning av tillskottsvatten med ca 0,2 l/s.



Åtgärdskostnader och effekter

Totalt har investeringskostnaderna här uppgått till **1000 Kkr**. Med annuitetsfaktor 0,051 (40 år, 4 %) blir årskostnaden **51 Kkr**.

Effekten av ovanstående åtgärder beräknas till ca 0,7 l/s i minskat flöde, vilket motsvarar ca **22000 m³/år**. Med denna reduktion i tillskottsvattenmängd blir minskningen i syretäring 110 kg/år (baserat på 5 mg/l BOD) respektive 880 kg/år (baserat på 0,4 mg/l P-tot), dvs totalt 990 kg/år.

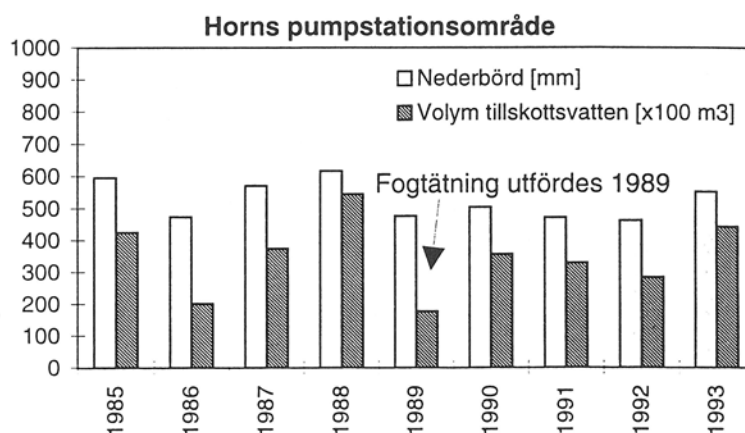
Den specifika åtgärdskostnaden blir i relation till

- reducerat tillskottsvatten: **2,30 kr/ m³**
- minskad syretäring: **51,50 kr/kg**

Vid marginalkostnad 0,90 kr/ m³ blir den specifika nettokostnaden **1,40 kr/ m³**.

Delområde Horn II**Åtgärdsinsats**

Under 1989 utfördes en fogtätning av en 450 m lång ledningssträcka (delområdet har totalt 2 600 m) i delområdet Horn. En uppföljning av denna åtgärd redovisas i diagrammet nedan.



Staplarna i diagrammet visar årsnederbörden och årsvolymen tillskottsvatten (dvs total avloppsvattenvolym reducerad med medelspillvattenvolymen) för åren 1985-1993. Tabellen nedan är framtagen för att man lättare ska se om relationen mellan volymen tillskottsvatten och nederbörd ändras. Kvoten visar den bidragande dräneringsarean.

	Årsnederbörd (mm)	Effektiv Årsnederbörd (mm)	Årsvolym tillskottsvatten (m3)	Dräneringsarea (ha)	Medel dränarea (ha)
1985	596	248	42 500	17	16
1986	473	177	20 100	11	
1987	571	233	37 400	16	
1988	617	261	54 400	21	
1989	476	178	17 700	10	17
1990	504	194	35 600	18	
1991	471	176	32 900	19	
1992	462	171	28 400	17	
1993	552	221	44 200	20	

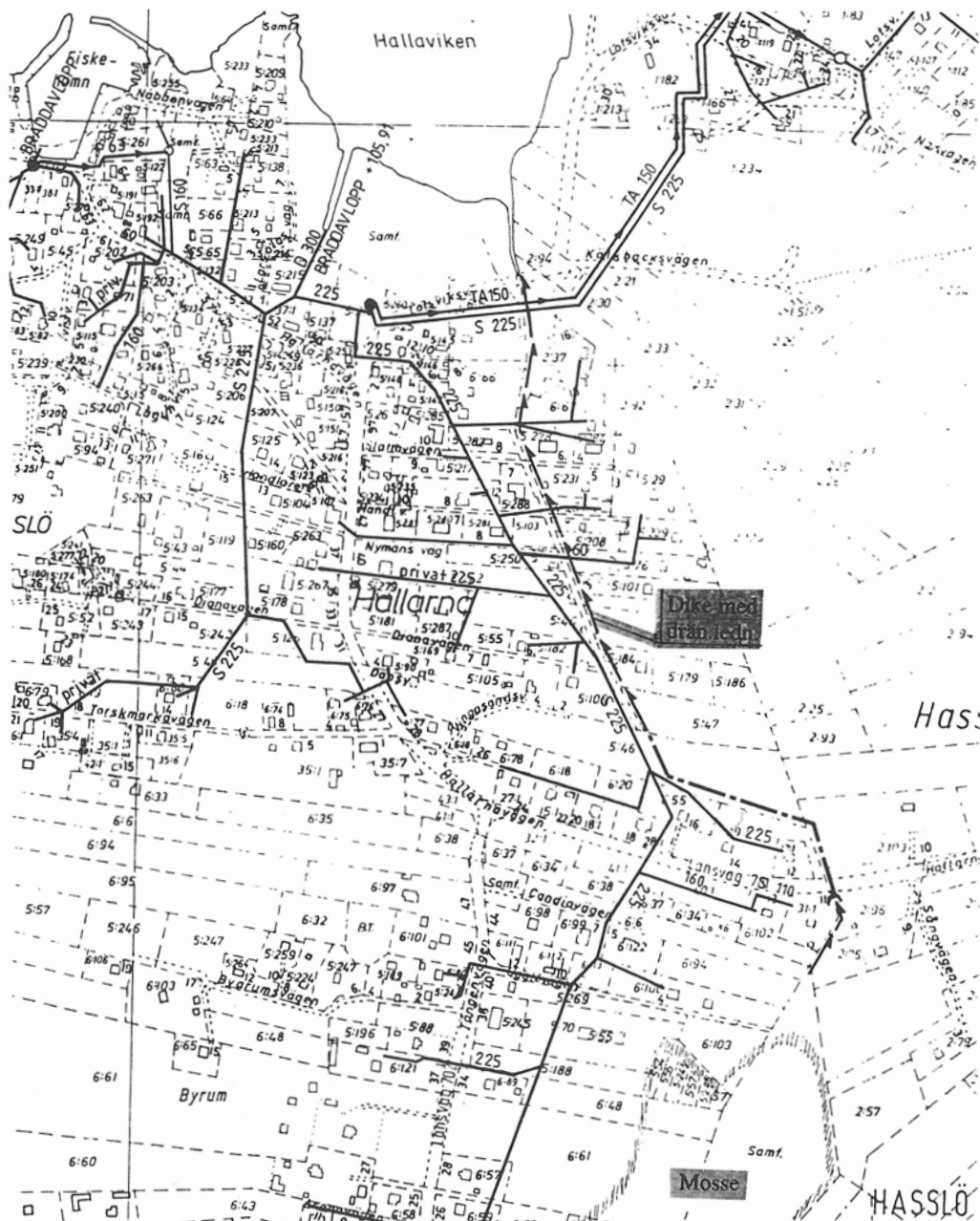
Diagrammet för "Horns pumpstationsområde" visar inte någon tydlig minskning av volymen tillskottsvatten efter att fogtätningen har utförts. I tabellen ovan ser man att medeldräneringsarean för 1985-1988 är ca 16 ha och för åren 1989-1993 är medeldräneringsarean ca 17 ha. Någon effekt av fogtätningen kan alltså i detta fall inte utläsas.

Delområde Hallarna**Områdesbeskrivning**

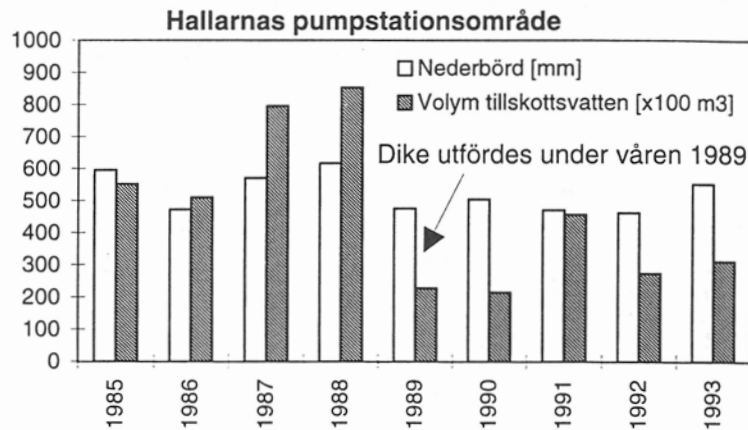
Områdets storlek uppgår till ca 100 ha och har villabebyggelse. Området lutar svagt från Hallarna- och Dianavägen mot havet i nordlig riktning. Jordarten inom de partier där huvudledningarna är belägna är i huvudsak svallsand och berg med ringa jorddjup. Enligt relationsritningar som har upprättats för vissa VA-ledningar inom området framgår att berg förekommer vid Hallarna-, Diana- och Slättavägen.

Åtgärdsinsats

Under våren 1989 utfördes ett dräneringsdike utmed östra delen av Hallarna. För att få en uppfattning om effekten av dräneringssystemet gjordes en uppföljning av flödesbelastningen till pumpstationen dels före och dels efter utförandet av dräneringssystemet.



Staplarna i diagrammet nedan visar effektiva årsnederbörden (nederbörd reducerad med avdunstning) och årsvolymen tillskottsvatten för åren 1985-1993.



I tabellen nedan redovisas diagrammet i siffror samt den beräknade kvoten mellan årsvolymen tillskottsvatten och effektiva årsnederbörden. Denna kvot ger ett jämförelsemått på den bidragande dräneringsarean.

	Årsnederbörd (mm)	Effektiv Årsnederbörd (mm)	Årsvolym tillskottsvatten (m3)	Dräneringsarea (ha)	Medel dränarea (ha)
1985	596	248	55 300	22	30
1986	473	177	51 100	29	
1987	571	233	78 600	34	
1988	617	261	85 300	33	
1989	476	178	22 800	13	16
1990	504	194	21 500	11	
1991	471	176	45 700	26	
1992	462	171	27 400	16	
1993	552	221	31 100	14	

Diagrammet för "Hallarnas pumpstationsområde" visar på en markant minskning av tillskottsvattnet efter att dräneringsdiket utförts. I tabellen ser man att för åren 1985-1988 fås en medelarea på 30 ha och för åren 1989-1993 är medelaren 16 ha, vilket nästan motsvarar en halvering av dräneringsarean. Effekten av dräneringsdiket är tydlig och positiv.

Åtgärdskostnader och effekter

En sammanlagd investeringskostnad för dikesarbetena bedöms till **375 Kkr**, vilket ger en årskostnad på **34 Kkr** vid annuitetsfaktor 0.09 (15 år, 4 %).

Mängden tillskottsvatten beräknas ha minskat med ca **30000 m³/år** p.g.a. åtgärden. Minskningen i syretäring blir därmed 150 kg/år (baserat på 5 mg/l BOD) respektive 1200 kg/år (baserat på 0,4 mg/l P-tot), dvs totalt 1350 kg/år.

Den specifika åtgärdskostnaden blir i relation till

- reducerat tillskottsvatten: **1,15 kr/ m³**
- minskad syretäring: **25,20 kr/kg**

Vid marginalkostnad 0,90 kr/ m³ blir den specifika nettokostnaden **0,25 kr/ m³**.

SAMMANFATTNING

Redovisade åtgärder på ledningsnätet har med ett undantag bedömts ge en god effekt vad gäller minskad flödesbelastning och minskad syretäring:

Delområde	Insats	År	Minskat tillskottsvatten m ³ / år	Effektkostnad red syretäring kr/kg
Hallarna	Dräneringsdike	1985	30 000	25,20
Garpen	Grundvattenpump	1995	12 000	13,75
Horn	Drän- och dagvattenledning	1996	22 000	51,50

En genomsnittlig tillskottsvattenvolym under 1980-talet på drygt 200 000 m³ / år har med ovanstående åtgärder enligt gjorda bedömningar, som ännu inte är verifierade, reducerats med ca 30 %. Den specifika kostnaden för de olika åtgärderna varierar inom ett intervall 15-50 kr/kg minskad syretäring. Miljöeffekten kan också uttryckas som minskade utsläpp av BOD med ca 300 kg/år och totalfosfor med ca 25 kg/år.

Åtgärdspaketet på reningsverket förväntas ge minskade utsläpp av BOD med ca 500 kg/år och totalfosfor med ca 50 kg/år. Här ligger den specifika kostnaden på knappt 20 Kr/kg minskad syretäring.

Sammantaget blir effekterna att från den kommunala avloppsanläggningen reduceras BOD-utsläppen med drygt 25 % och totalfosforutsläppen med knappt 50 %. Recipientbelastningen blir ca 3 % lägre vad avser BOD och ca 20 % lägre vad avser totalfosfor.

Exempel från Mora

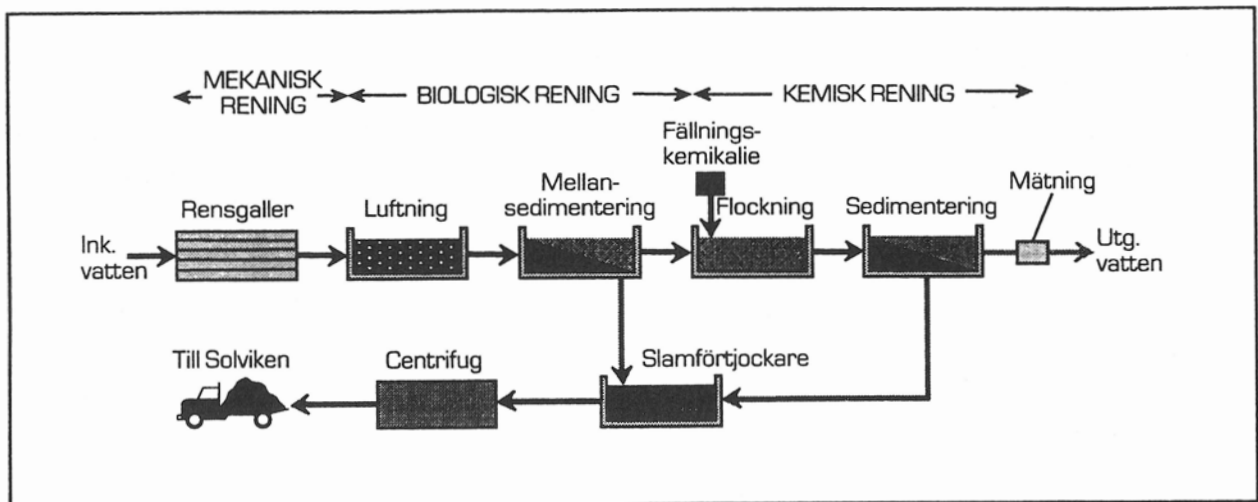
Moravatten: Yngve Backlund

8 st punktinläckage + relining 1,1 km vattenledn, Kumbelnäs	3:47
16 st punktinläckage, Kumbelnäs	3:48
Alt lösning: LPS-system + drän i g:a spill, Kumbelnäs	3:49
Alt ombyggnad av Våmhus reningsverk för att klara högre flöden	3:50
Alt ombyggnad av Våmhus reningsverk, ny utloppsledning	3:51
Analys av hittills erhållna undersökningsresultat	3:52

Moravatten AB

Nyckeltal Våmhus avloppsreningsverk

<i>Flödesfördelning</i>	<i>Storlek uppbyggnad</i>
Spill: 250 m ³ /d	Total yta: 1.400 ha
NBP: 11 m ³ /d	Personer/ha: 1,2 st
LÄC: 500 m ³ /d	Meter/pers: 26 m
	Sep.grad: 100%



Processchema över Våmhus reningsverk.

Åtgärdsalternativ 1, utfört våren 1995

Kumbelnäs åtgärdande av punktinläckage

Konsekvens av vald systemfunktion: Dräneringsvatten till spillvattensystem.

Problem: Grund- och dränvatteninläckning till spillvattennät, som orsakar utdragna bräddningsförlopp vid snösmältning och utdragna höstregn (1994 skedde bräddning under 46 dygn). Mätning av lägsta nattflöde under senhösten -94 och efter snösmältningen 95. TV-inspektion av sträckor med hög inläckning.

Åtgärd: Tätande av 8 punktinläckage i spillvattennät och nedstigningsbrunnar i samband med en relining av 1.100 vattenledningar inom tillrinningsområdet till Kumbelnäs avloppspumpstation. Åtgärder utförda våren 1995 (40 års livscykel).

Uppföljningseffekt: Lägsta nattflödet uppmättes efter avslutad snösmältning 1995 och hade då minskat i förhållande till höstsnösmältningen med drygt 100 m³/dygn, fastän inläckningen i alla andra mätpunkter ökat.

Direkt kostnad/effekt:

	<i>Kkr</i>	<i>Kkr</i>
A. <i>Reinvesteringskostnader:</i>	1.500	
B. <i>Årskostnad för reinvesteringen</i>		76
C. <i>Minskade årskostnader drift</i>		
1. Ca 100 m ³ mindre inläckning per dygn under 365 dagar vid en marginalkostnad av säg 0,25 kr/m ³		-10
2. Minskade reparationskostnader vattenläckage		-60
Summa direkt mätbar total årskostnad		6
D. <i>Effekt i perspektivet</i> Minskad bräddning av orenat spillvatten under 46 dygn/år=4.500 m ³	<i>Kg/år</i>	<i>Kg syre/år</i>
1. Minskade utsläpp av P-tot	12	1.200
2. Minskade utsläpp av BOD -bräddning -från verket	173	
	92	265
Total minskad syretäring kg syre/år		1.465
E. <i>Specifik direkt kostnad</i>		
1. 0,17 kr/m ³		
2. 4,10 kr/kg syre		

Åtgärdsalternativ 2. Planerat 1996

Kumbelnäs åtgärdande av ytterligare 16 punktinläckage.

Konsekvens av vald systemfunktion: Dräneringsvatten till spillvattensystem.

Problem: Grund- och dränvatteninläckning till spillvattennät, som orsakar utdragna bräddningsförlopp vid snösmältning och utdragna höstregn (1994 skedde bräddning under 46 dygn). Ungefärligt maxflöde till verket är $1.850 \text{ m}^3/\text{dygn}$ medan den maximala intagskapaciteten bara är $1.000 \text{ m}^3/\text{dygn}$.

Åtgärd: Tätande av 16 punktinläckage i spillvattennät. Åtgärden beräknas utföras under 1996.

Uppföljning: Kommer att göras genom mätning av lägsta nattflöde i Kumbelnäs avlopps-pumpstation. Bedömd effekt: minskad inläckning med $44 \text{ m}^3/\text{dygn}$.

Direkt kostnad/effekt:

	<i>Kkr</i>	<i>Kkr</i>
A. <i>Reinvesteringskostnader:</i>	400	
B. <i>Årskostnad för reinvesteringen</i>		20
C. <i>Minskade årskostnader drift</i>		
1. Minskad inläckning $16.000 \text{ m}^3/\text{år}$. Marginalkostnad $0,25 \text{ kr}/\text{m}^3$		-4
2. Minskade underhållskostnader. Mindre än en uttryckning per 2 år.		-5
<hr/>		
Summa direkt mätbar total årskostnad		11
D. <i>Effekt i perspektivet</i> Minskad bräddning av orenat spillvatten under 46 dygn/år = $2.000 \text{ m}^3/\text{år}$	<i>Kg/år</i>	<i>Kg syre/år</i>
1. Minskade utsläpp av P-tot	5	500
2. Minskade utsläpp av BOD -bräddning -från verket	77	
	40	117
<hr/>		
Total minskad syretäring kg syre/år		617
E. <i>Specifik direkt kostnad</i>		
1. $0,69 \text{ kr}/\text{m}^3$		
2. $17,80 \text{ kr}/\text{kg}$ syretäring		

Åtgärdsalternativ 3. Övervägd åtgärd i stället för alt 1 och 2.

Kumbelnäs utbyggnad LPS-system. Bef spillvattenledning blir dräneringsledning.

Konsekvens av vald systemfunktion: Dräneringsvatten till spillvattensystem.

Problem: Grund- och dränvatteninläckning till spillvattennät, som orsakar utdragna bräddningsförlopp vid snösmältning och utdragna höstregn (1994 skedde bräddning under 46 dygn). Mätning av lägsta nattflöde under senhösten -94 och efter snösmältningen 95. TV-inspektion av sträckor med hög inläckning.

Åtgärd: Vi övervägde en utbyggnad av ett LPS-system för upptagningsområdet Kumbelnäs avloppspumpstation. Befintlig spillvattenledning skulle få ligga kvar som dräneringsledning.

Direkt kostnad/effekt:

A. <i>Reinvesteringskostnader:</i>	<i>Kkr</i>	<i>Kkr</i>
1. Ledningar	3.500	
2. El och pumpar	500	
B. <i>Årskostnad för reinvesteringen</i>		
1. Ledningar		177
2. El och pumpar		45
Ökade underhållskostnader		30
Total årskostnad för investeringen		252
C. <i>Minskade årskostnader drift</i>		
1. Minskad inläckning 73.000 m ³ /år. Marginalkostnad 0,25 kr/m ³		-18
Summa direkt mätbar total årskostnad		234
D. <i>Effekt i perspektivet</i> Minskad bräddning av orenat spillvatten under 46 dygn/år = 9.200 m ³	<i>Kg/år</i>	<i>Kg syre/år</i>
1. Minskade utsläpp av P-tot	24	2.400
2. Minskade utsläpp av BOD -bräddning -från verket	354	
	182	536
Total minskad syretäring kg syre/år		2.935
E. <i>Specifik direkt kostnad</i>		
1. 3,45 kr/m ³		
2. 79,70 kr/kg syretäring		

Åtgärdsalternativ 4. Under utredning.

Ombyggnad av Våmhus avloppsreningsverk för att kunna ta emot högre flöden (alt 4).

Konsekvens av vald systemfunktion: Dräneringsvatten till spillvattensystem.

Problem: Grund- och dränvatteninläckning till spillvattennät, som orsakar utdragna bräddningsförlopp vid snösmältning och utdragna höstregn (1994 skedde bräddning under 46 dygn). Ungefärligt maxflöde till verket är 1.850 m³/dygn medan den maximala intagskapaciteten bara är 1.000 m³/dygn.

Åtgärd: Genom att öka intagskapaciteten i verket med nya pumpar i intagspumpstationen, byte till rensgaller med högre kapacitet och att utlopps-bassängen förses med utloppspumpar som träder i funktion vid höga nivåer i bassängen beräknar vi kunna minska bräddningen med ca 13.000 m³/år. Åtgärden utreds för närvarande (15 års livscykel).

Direkt kostnad/effekt:

<i>A. Investeringskostnader:</i>	Kkr	Kkr
1. Nya pumpar i intagspumpstationen	200	
2. Nytt rensgaller och ombyggnad av inloppsdelen	300	
3. Utloppsbrunnen förses med utloppspumpar som träder i funktion vid höga nivåer i bassängen. Vid låga nivåer fungerar utloppet med självfall.	100	
<hr/> Investering totalt	<hr/> 600	
<i>B. Årskostnad för investeringen</i>		54
<i>C. Minskade årskostnader</i>		0
<hr/> Summa direkt mätbar total årskostnad		<hr/> 54
<i>D. Effekt i perspektivet:</i>	Kg/år	Kg syre/år
Minskad bräddning troligen 13.000 m ³ /år		
1. Minskade utsläpp av P-tot	34	3.400
2. Minskade utsläpp av BOD -bräddning	500	500
<hr/> Total minskad syretäring kg syre/år	<hr/>	<hr/> 3.900

E. Specifik direkt kostnad

1. ∞ kr/m³ (54/0)
2. 13,80 kr/kg minskad syretäring (54.000/3.900)

Åtgärdsalternativ 5. Under utredning.

Ombyggnad av Våmhus avloppsreningsverk för att kunna ta emot högre flöden (alt 1).

Konsekvens av vald systemfunktion: Dräneringsvatten till spillvattensystem.

Problem: Grund- och dränvatteninläckning till spillvattennät, som orsakar utdragna bräddningsförlopp vid snösmältning och utdragna höstregn (1994 skedde bräddning under 46 dygn). Ungefärligt maxflöde till verket är 1.850 m³/dygn medan den maximala intagskapaciteten bara är 1.000 m³/dygn.

Åtgärd: Genom att öka intagskapaciteten i verket med nya pumpar i intagspumpstationen, byte till rensgaller med högre kapacitet och bygge av ny utloppsledning med högre kapacitet. (40 års livscykel).

Direkt kostnad/effekt:

<i>A. Reinvesteringskostnader:</i>	<i>Kkr</i>	<i>Kkr</i>
1. Nya pumpar och rensgaller	500	
2. Ny utloppsledning	900	
Investering totalt	1.400	
<i>B. Årskostnad för reinvesteringen</i>		
1. Nya pumpar och rensgaller		45
2. Ny utloppsledning		45
Total årskostnad för investeringen		90
<i>C. Minskade årskostnader</i>		0
<i>D. Effekt i perspektivet</i> Minskad bräddning troligen	<i>Kg/år</i>	<i>Kg syre/år</i>
15.000 m ³ /år		
1. Minskade utsläpp av P-tot	39	3.900
2. Minskade utsläpp av BOD	580	580
Total minskad syretäring kg syre/år		4.480
<i>E. Specifik direkt kostnad</i>		
1. ∞ kr/m ³		
2. 20,09 kr/kg borttagen syretäring (90.000/4.480)		

Analys av hittills erhållna undersökningsresultat

1. Så långt vi har kapacitet att rena avloppsvattnet biologiskt och kemiskt är verket inte känsligt för utspädning. Andra faktorer har större betydelse för föroreningsutsläppen i Orsasjön.
2. I dag svarar bräddningen vid verket för en tredjedel av föroreningsutsläppen och här finns alltså de största möjligheterna att öka reningseffekten för verksamhetsområdet. Under 1994 förekom ingen bräddning ute på nätet på grund av hydraulisk överbelastning.
3. Bräddningen förekommer inte vid korta kraftiga regn utan bräddningen sker under längre perioder vid snösmältning och långvariga regnperioder under hösten.

STRATEGI: Inrikta i första hand insatserna på att minska bräddvolymen.
a) detta kan åstadkommas genom att minska inläckaget på nätet eller
b) att öka intagningskapaciteten på verket.

Åtgärdsalternativ 1 visar att insatser på nätet i samband med planerad normal förnyelse av nätet är lönsam och effektiv.

Åtgärdsalternativ 2 visar att det behövs stora inläckningsbesparingar för att åtgärden skall kunna försvaras i både ekonomiska och miljövinster.

Åtgärdsalternativ 3 att byta system eller radikalt bygga om ledningsnätet för hela områden kan inte ekonomiskt eller miljömässigt försvaras enbart på grund av utbredd inläckning inom området.

Åtgärdsalternativ 4 visar att i Våmhus är det effektivt ur bräddningssynpunkt att öka intagskapaciteten i verket. Kostnaden för kg tot-P är hög men stor del av åtgärderna är nödvändiga av andra skäl.

Åtgärdsalternativ 5 har samma miljöeffekt som alt. 4 men blir ca 60 % dyrare per kg tot-P.

Både alt. 4 och 5 visar att det är betydligt billigare att vidta åtgärder i verket än för att nå motsvarande effekt genom åtgärder på nätet.

För Våmhus verksamhetsområde bör den bästa strategin för både miljö- och ekonomi vara att:

1. öka avloppsreningsverkets intagskapacitet.
2. åtgärda inläckningen på ledningsnätet i samband med planerad förnyelse.
3. ta hand om och åtgärda större punktinläckage.

Exempel från Simrishamn

Simrishamns kommun: Jan Paradis

Bakgrund och utredningar	3:54
Renovering och dräneringsåtgärder, Hammenhög	3:60
Renovering och dräneringsåtgärder, Gärsnäs	3:61
Renovering och dräneringsåtgärder, Borrby	3:62
Renovering och dräneringsåtgärder, Skillinge	3:63
Renovering, omläggning och dräneringsåtgärder, Vitaby	3:64

Simrishamns kommun

Exempel på genomförda åtgärder för att minska ovidkommande vattenmängden inom ledningsnätet anslutet till reningsverket i Simrishamn

Bakgrund

Flödet till reningsverket i Simrishamn är tidvis onormalt, dock som medelvärde inte alarmerande stort. Om man betraktar förhållandena utan kännedom om detaljer från fältet kan det vara förledande att tycka att man kan slå sig till ro.

Periodvis är dock flödet tre gånger högre än normalt (under 2-3 månader). Detta orsakar då problem på reningsverket med slamflykt och störningar i reningsprocessen.

Undersökningar av förhållandena har gjorts och man har kunnat identifiera delar av systemet som har ett mycket stort inflöde av läck -och dräneringsvatten.

Inledningsvis bearbetades flödesstatistiken för inkommande avloppsvatten till reningsverket med hjälp av Mouse-Nam-modellen. Resultatet från modellarbetet antydde inga anmärkningsvärda flöden.

Då flödet till reningsverket pumpas i tre separata pumpstationer från norra, västra respektive södra kommundelen gjordes som ett nästa utredningsmoment separata beräkningar för respektive gren. Den västra uppvisade då markant högre inläckning.

Hela tillrinningsområdet till reningsverket inrymmer inte mindre än 17 mindre tätorter. För att ytterligare få bättre grepp om inläckningssituationen genomfördes en serie okulära besiktningar samt momentana flödesmätningar vid hög grundvattenyta för att på det sättet kunna finna eventuella partier av ledningsnätet med större inläckage.

Besiktningarna kom att peka ut fyra av tätorterna som de som svarade för huvuddelen av inläckaget vid hög grundvattenyta.

Inom respektive tätort avgränsades därefter ytterligare aktuella ledningssträckor som blev föremål för TV-inspektion. Tyvärr kom denna TV-inspektion att utföras vid en tidpunkt då flödet hade bedarrat, varför man med säkerhet ännu inte riktigt vet vad som utgör felet i detalj.

En grov uppskattning har i detta skede genomförts av vad det kan röra sig om samt vilka åtgärdsalternativ och effekter man kan förvänta sig. I figurbilaga sammanfattas med några enkla ”nyckeltal” förhållandena inom respektive tätort.

Utöver dessa tätorter redovisas även erfarenheterna från en ytterligare tätort, Vitaby, som i dagsläget har eget reningsverk. Vitaby har i dag ett reningsverk

av typ biologiska dammar men kommer inom en snar framtid att anslutas till reningsverket i Kivik.

Spillvattenledningarna inom Vitaby har tillförts mycket stora ovidkommande vattenmängder, som inte kommer att kunna hanteras i reningsverket i Kivik.

Inom Vitaby har därför omfattande saneringsarbeten genomförts, vilka sammanfattats under särskild rubrik längre fram i denna redovisning.

Typkällor för inläckagen inom området anslutet till reningsverket i Simrishamn

Man har ännu inte i detalj kunnat konstatera hur det ovidkommande vattnet tillförs spillvattenledningarna. Mycket tyder på att det bl.a. handlar om avledning av dräneringsvatten.

Endast i undantagsfall har fastigheter med källare inte sin dränering ansluten till den spillvattenförande ledningen.

För tätorterna Skillinge, Borrby, Gärsnäs och Hammenhög har konkreta åtgärder för att minska inläckningen ännu inte genomförts.

Den sammanställning som görs här redovisar de resultat man tror är rimliga att uppnå.

Inläckningen har kunnat avgränsas till enskilda ledningssträckor. Man har alltså geografiskt kunnat ringa in platserna. Man tror att det skall gå att få positiv åtgärdseffekt genom en kombination av att täta och att hålla nere grundvattenfluktuationen med hjälp dränering. Endast i undantagsfall har bedömts att det kommer att räcka med en av åtgärdsformerna.

Läget för samhällena Hammenhög, Gärsnäs, Borrby, Skillinge och Vitaby framgår av bilagd översiktskarta.

Hammenhög: (se separat översiktskarta)

Grundvatteninläckning konstaterad genom okulär besiktning och flödesmätning vid hög grundvattenyta.

Distrikt:	60	str 23c -nb 25	500 m	(1,5 l/s)
	61	str 23b - nb 68	250 m	(2,3 l/s)
	63	str 203 -nb 63	250 m	(3,0 l/s)
	63	str 9a - 9e	300 m	(0,2 l/s)
	63	140 -143+ 140-Hdalsv19	450 m	(2,0 l/s)
	64	Nb 36 -39 + Nb 12 -36	250 m	(1,0 l/s)

Gärsnäs: : (se separat översiktskarta)

Grundvatteninläckning konstaterad genom okulär besiktning och flödesmätning vid hög grundvattenyta.

Distrikt:	105 -108	c:a 1700 m	(18 l/s)
-----------	----------	------------	----------

Borrby: : (se separat översiktskarta)

Grundvatteninläckning konstaterad genom okulär besiktning och flödesmätning vid hög grundvattenyta.

Distrikt:	85 - 90	c:a 2050 m	(14 l/s)
-----------	---------	------------	----------

Skillinge: (se separat översiktskarta)

Grundvatteninläckning konstaterad genom okulär besiktning och flödesmätning vid hög grundvattenyta.

Distrikt:	75 -79	c:a 1050 m	(2 l/s)
-----------	--------	------------	---------

Beräkning av åtgärds kostnader och åtgärdseffekter

Varje ledningssträcka har bedömt för sig med avseende på vilken åtgärdseffekt det kan vara rimligt att uppnå.

- Hammenhög: Bedömt behov av insatser i c:a 18 % av ledningsnätet till en bedömd kostnad av 3 milj. kronor. Årskostnad för investeringen = 153 kkr
- Gärsnäs: Bedömt behov av insatser i c:a 16 % av ledningsnätet till en kostnad av 2,5 milj. kronor. Årskostnad för investeringen = 127,5 kkr
- Borrby: Bedömt behov av insatser i 17 % av ledningsnätet till en kostnad av 3,1 milj. kronor. Årskostnad för investeringen = 158,1 kkr.
- Skillinge: Bedömt behov av insatser i 5 % av ledningsnätet till en kostnad av 1,6 milj. kronor. Årskostnad för investeringen = 81,6 kkr.

Minskade årskostnader till följd av minskad ovidkommande vattenmängd

Pumpkostnader för ovidkommande vatten för södra och västra huvudledningssträckningarna har beräknats uppgå till 0,45 kr/m³ eller 92 kkr/år

Reningskostnader för avloppsvatten har beräknats uppgå till 1,52 kr/m³. Av denna kostnad bedöms c:a 0,5 kr/m³ vara rörlig. För de minskade mängderna av ovidkommande vatten minskar årskostnaden med 242,5 kkr/år.

Den ovidkommande vattenmängden kan grovt förväntas orsaka ett utsläpp av förorening/försämra reningseffekten med nedanstående värden, varvid förutsatts att reningseffekten kan upprätthållas på sådan nivå att halten i utgående avloppsvatten uppgår till i medel 75% av tillåtna för respektive ämne. För respektive ämne har omräkning gjorts till motsvarande syretäring:

$$\begin{aligned} \text{BOD } 485\,000 \times (0,75 \times 10 \text{ g/m}^3) &= 3\,638 \text{ kg/år} \quad \text{syretäring} = && 3\,638 \text{ kg/år} \\ \text{Fosfor } 485\,000 \times (0,75 \times 0,3 \text{ g/m}^3) &= 109 \text{ kg/år} \quad \text{syretäring} = 109 \times 100 = && 10\,900 \text{ kg/år} \\ \text{Kväve } 485\,000 \times (0,75 \times 15 \text{ g/m}^3) &= 5\,456 \text{ kg/år} \quad \text{syretäring} = 5456 \times 18 = && 98\,212 \text{ kg/år} \\ &&& \text{S:A } 112\,750 \text{ kg/år} \end{aligned}$$

Det ovidkommande vattnet, som bedöms kunna minskas med de skisserade åtgärderna, orsakar i dag en kostnad av 334 300 kr/år och ger upphov till en syretäring motsvarande 112 750 kg/år.

Samhälle	Invester. Kostnad Kkr (A)	Årskostn . för invest. Kkr/år (B)	Ovv- mängd m3/år	InvKost n/ kr/m3	Bef. Pump+ rening kr/m3	S:A års- kostn.för bef.drift kkr (C)	Kostn kr/ kgO2 (B-C)/O2 Kr/kg O2
Skillinge	1 600	81,6	30 000	2,7	0,68	20,4	8,5
Borrby	3 100	158,1	185 000	0,86	0,77	142,45	0,35
Gärsnäs	2 500	127,5	180 000	0,71	0,59	106,2	0,49
Hammenhög	3 000	153	90 000	1,7	0,73	65,7	4,04

Utöver den minskade driftkostnaden leder åtgärderna till en rad andra positiva effekter. Bl.a. kan man förutse att föroreningsutsläppen minskar i proportion till den minskade vattenmängden.

Om man beräknar vilka föroreningsmängder det handlar om samt gör beräkning av vad föroreningen av BOD, fosfor och kväve orsakar i form av syre förbrukning, enligt det mönster som ställts upp i projektet vid förbättring av reningsverket, erhålls det resultat som redovisas i den sista av tabellkolumnerna ovan.

Vitaby samhälle

Ledningsnätet tillförs årligen c:a 300.000 m3 ovidkommande vatten, jämfört med den reella spillvattenmängden som är c:a 35.000 m3. Befintligt reningsverk i form av två sk biologiska dammar om 3000 m3 och en yta av 3800 m2 klarar inte att behandla vattnet. En överföring av vattnet till Kivik diskuteras, vilket skulle medföra stora problem med det ovidkommande vattnet.

Inläckage har lokaliserats med en kombination av flödesmätning, okulära besiktningar och TV-inspektioner.

Inläckning

En uppskattning av inläckningens källor och åtgärdseffekt kan göras enligt följande:

- Grundvatteninläckning direkt via spillvattenhuvudledningen,	160.000 m3/år
- Grundvatteninläckning till dränerande äldre ledning	80.000 m3/år
- Inläckning från närliggande bäcksystem	60.000 m3/år

Åtgärder (se separat översiktskarta)

Med tanke på att en mycket stor åtgärdseffekt har varit nödvändig att uppnå, har en mycket genomgripande åtgärdsplan genomförts, som dessutom kanske måste följas av ytterligare åtgärder för att nå uppställda mål. Det gäller i princip att nå till en sådan flödesnivå att det ovidkommande vattnet inte utgör större del än c:a 2 ggr spillvattenmängden när förhållandena är som sämst under året.

- Omläggning av äldre ledningar med tillhörande brunnar	843 m
- Relining med Flexoren	1257 m
- Utförande av dräneringspumpstation (kap. 5-10 l/s)	1 st

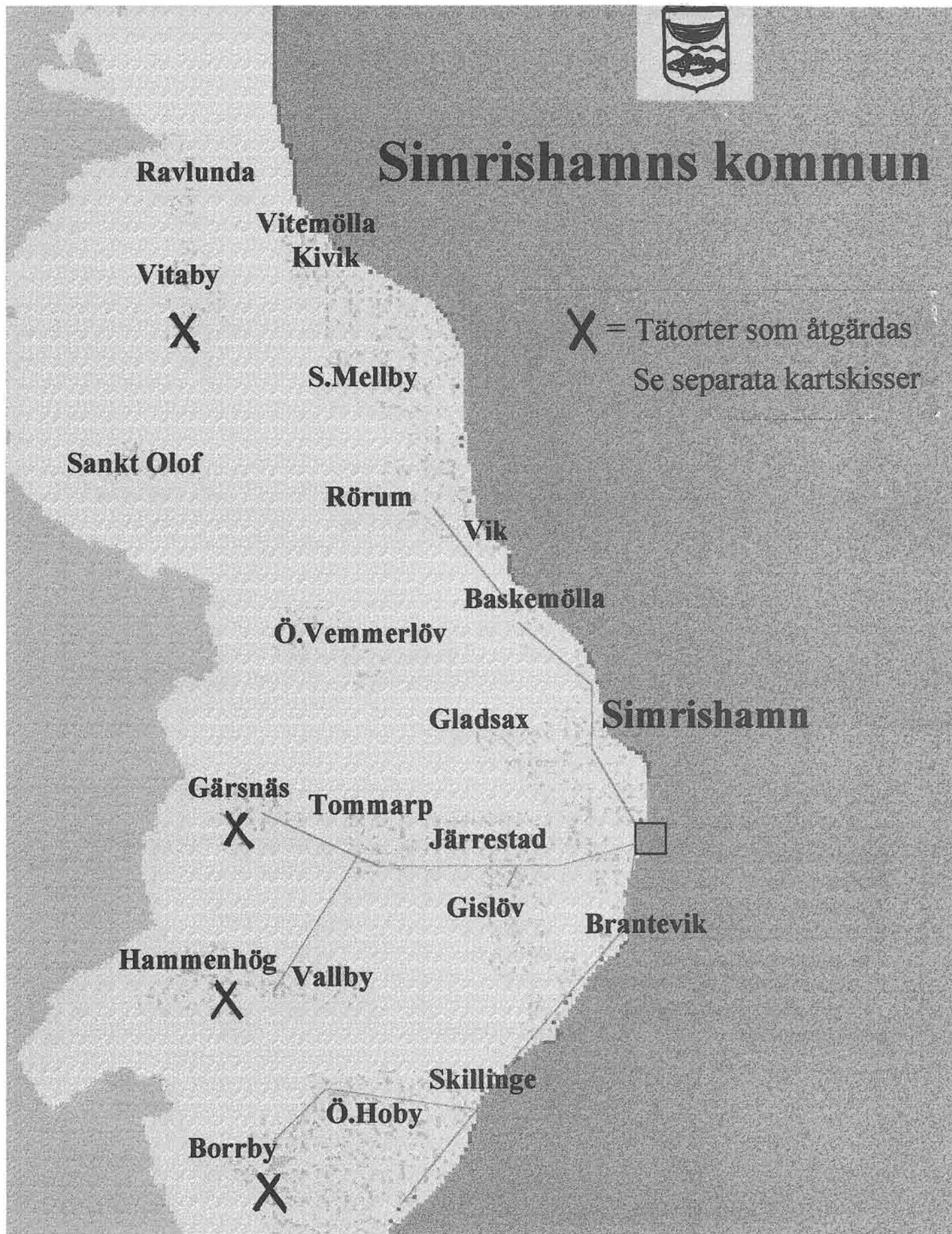
Åtgärdskostnader/åtgärdeffekter

Åtgärderna enligt ovan har kostat 2.300.000 :- kronor att genomföra, vilket vid den i dagsläget uppskattade åtgärdeffekten motsvarande 280.000 m³/år ger en kostnad av c:a 0.42:- kr/m³ eller 117 300 kr/år.

I dagsläget är pump och reningskostnader för hantering av avloppsvattnet i Vitaby mycket små. Å andra sidan accepteras inte avloppsförhållandena av miljövårdande myndighet. Vid överföring till avloppsreningsverket i Kivik kommer pump och reningskostnaderna att klart överstiga dagens kostnader eller uppskattningsvis c:a 0:75 kr/m³.



Simrishamns kommun



Hammenhög



Områdesfakta:

Storlek område	120 ha
Total hårdjord yta:	- ha
Hårdjord yta ansluten till S-ledning:	2,3 ha
S-ledningsnätets längd:	10.900 m
Fastighetsdränering till S-ledningen:	98 %
Till Rv anslutna antal personer:	900 pe
Spillvattenmängd:	180 m ³ /dygn

Nyckeltal:

uppmätt läck o dränvid hög grvy:

Hela tätorten:	143 l/mod
U-grad:	9,6 ggr
Ledningar för åtgärd:	777 l/mod
Läck o drän. som årsmedel:	
Hela tätorten	13 l/mod
U-grad	1,7 ggr

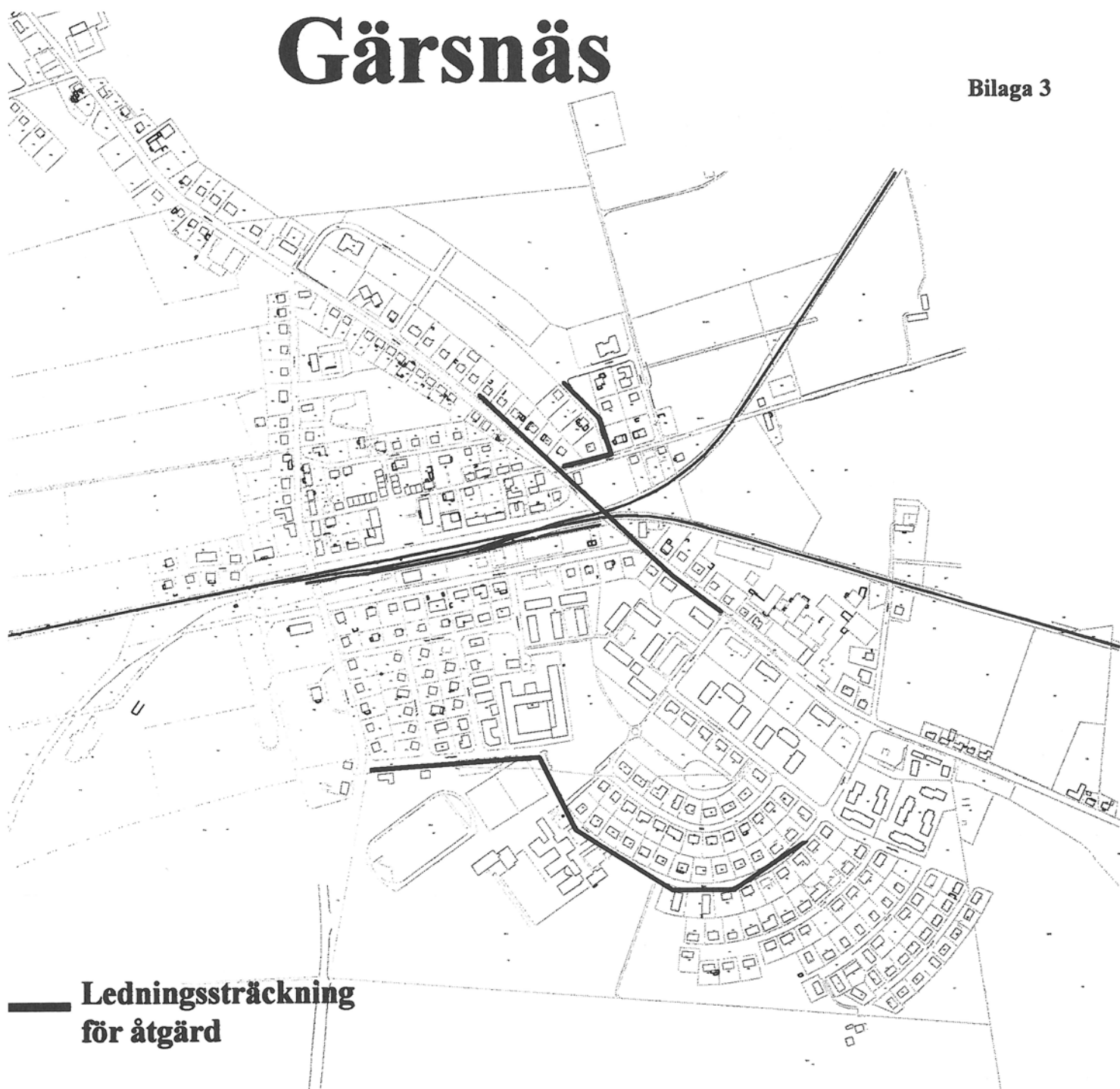
Bedömt åtgärdsbehov och åtgärdseffekter:

- renovering+dräneringsåtgärder	2000 m
- bedömda kostnader:	3 milj.
- bedömd flödesminskning: c:a	90.000 m ³ /år
- pumpning+rening	c:a 0:73 kr/m ³
- "syretäring"	c:a 4:04 kr/kgO ₂

**Ledningssträckning
för åtgärd**

Gärtnäs

Bilaga 3



Ledningssträckning för åtgärd

Områdesfakta:

Storlek område	65 ha
Total hårdjord yta:	- ha
Hårdjord yta ansluten till S-ledning:	1,5 ha
S-ledningsnätets längd:	10.720 m
Fastighetsdränering till S-ledning:	98 %
Till Rv anslutna antal personer:	1000 pe
Spillvattenmängd:	200 m ³ /dygn

Nyckeltal:

Uppmätt läck o drän. vid hög grvy:

Hela tätorten:	331 l/mod
U-grad:	18,8 ggr
Ledningar för åtgärd:	915 l/mod

Läck o drän. som årsmedel :

Hela tätorten	c:a 15 l/mod
U-grad	c:a 3,1ggr

Bedömt åtgärdsbehov och effekter:

- renovering+dränåtgärder	1700 m
- bedömd kostnad:	2,5 milj.
- bedömd flödesminskn:	c:a 180.000 m ³ /år
- pumpning+rening	c:a 0:77 kr/m ³
- ”syretäring”	c:a 0,35 kr/kgO ₂

Borrby

86

Bilaga 3

85

87

90

88

89

Ledningssträckning
för åtgärd

Områdesfakta:

Storlek område	140 ha
Total hårdjord yta:	22 ha
Hårdjord yta ansluten till S-ledning	0,5 ha
S-ledningsnätets längd:	12.100 m
Fastighetsdränering till S-ledning:	98 %
Till Rv anslutna antalpersoner:	1020 pe
Spillvattenmängd:	204 m ³ /dygn

Nyckeltal:

Uppmått läck o drän. vid hög grvy:

Hela tätorten:	131 l/mod
U-grad:	8,8 ggr
Ledningar för åtgärd:	590 l/mod

Läck o drän.som årsmedel:

Hela tätorten:	c:a 15 l/mod
U-grad	c:a 3.1ggr

Bedömt åtgärdsbehov och effekter:

- renovering+dränåtgärder	2050 m
- bedömda kostnader:	3,1 milj.
- bedömd flödesminskn:	c:a 185 000 m ³ /år
- pump+rening:	c:a 0:77kr/m ³
- "syretäring"	c:a 0:35 kr/kgO ₂



Områdesfakta:

Storlek på området:	85 ha
Total hårdgjord yta:	-
Hårdgjord yta ansluten till S-ledningen	1,0 ha
S-ledningsnätets längd:	12.780 m
Fastighetsdränering till S-ledning:	98 %
Till Rv anslutna antal personer:	945 pe
Spillvattenmängd:	189 m ³ /dygn

Nyckeltal :

Uppmätt läck o drän vid hög grvy:

Hela tätorten: 42 l/mod

U-grad: 3,7 ggr

Ledningar för åtgärd 165 l/mod

Läck o drän. som årsmedel:

Hela tätorten: c:a 15 l/mod

U-grad c:a 3,1ggr

Bedömt åtgärdsbehov och effekter:

- renovering+dränåtgärder	1050 m
- bedömda kostnader:	1,6 milj. kr
- årskostnad, investering:	2:70 kr/m ³
- bedömd flödesminskning:	c:a 30.000 m ³ /år
- pump+rening:	c:a 0:68 kr/m ³
-”syretäring”	c:a 8:50 kr/kgO ₂

Ledningssträckning för åtgärd

Vitaby

Bilaga 3

Bel.
Rv

Dränerings
pumpstation

Områdesfakta:

Storlek område	75 ha
Total hårdjord yta:	6 ha
Hårdjord yta ansluten till S-ledning:	1,16 ha
S-ledningsnätets längd:	8410 m
Fastighetsdränering till S-ledning:	98 %
Till Rv anslutna personer:	300 pe
Spillvattenmängd:	90 m ³ /d


Nyckeltal :

Uppmätt läck o drän. vid hög grvy:

Hela tätorten:	260 l/mod
U-grad	24,2 ggr
Ledningar som åtgärdats:	> 500 l/mod
Läck o drän som årsmedel:	
Hela tätorten:	103 l/mod
U-grad för helår:	5,8 ggr

Genomförda åtgärder:

- relining	1257 m
- omläggning	843 m
- utförande av	1 st drän.pumpstation
- årskostnad för investeringen	0:47 kr/m ³
- total kostn:	2,3 milj.
- bedömd flödesminskn:c:a	250.000 m ³ /år
- pump+reningskostnad : i dag	< 0:2 kr/m ³

 Ledningssträckningar
där åtgärder genomförts

Exempel från Stockholm

Stockholm Vatten: Lennart Berglund, Knut Bennerstedt

Proppning av g:a utloppsledning, Kungsholms hamnplan	3:66
Tätning av punktinläckage alternativt hela tunnelsystemet	3:67
Infodring med strumpa, Källvikens pst	3:68
Infodring med strumpa, Sundby pst	3:68
Idéskiss separering av hela det kombinerade systemet	3:69

Exempel på åtgärder för att minska läck- och dräneringsvatten till spillvatten-systemet

Referens: Läck- och dräneringsvatten inom Bromma,
Stockholm Vattens rapport 2/97, januari 1997.
Kontaktperson: Lennart Berglund,
Knut Bennerstedt, tel 08/7362210

I kostnadsbedömningarna nedan har avskrivningstiden 40 år och räntefoten 5% använts för ledningsnätet. Detta ger en årskostnadsfaktor på 0,058. Minskade årskostnader i drift uppgår till 0,1 kr/m³ för minskad pumpning på ledningsnätet och 0,04 kr/m³ för minskad pumpning i reningsverket.

Genomförda åtgärder.

1. Stoppad inläckning av Mälardvatten till pumpstation Kungsholms hamnplan

I samband med utvärdering av ett utjämningsmagasin på Kungsholmen konstaterades ett stort inläckage i en av tillloppsledningarna till den stora pumpstation. Flödet till pumpstationen var ca 500 l/sek. Kalibrering av en MOUSE-modell visade på okända flöden som var betydande. Efter flera veckors undersökningar med bl a provtagning (utspädningsmätning) kunde ett stort inflöde lokaliseras. Detta kom från en gammal utloppsledning, 400 mm, som ej var proppad. Utloppsledningen proppades. Kostnaden för detta jämte undersökningar uppgick till ca 50000 kr. Flödet minskade med ca 200 l/sek.

KOSTNADER

Beräknad reducerad volym:	ca 6 000 000m ³ /år	
Beräknad investeringskostnad för åtgärd:	50 000 kr	
Beräknad årskostnad för åtgärd:	3 000 kr/år	(<0,01 kr/m ³)
Minskade driftkostnader för pumpning	-840 000 kr/år	(-0,14 kr/m ³)

Planerade åtgärder.

På sammanlagt 7 platser har vi mätt eller beräknat eventuell förekomst av läck- och dränvatten i spillvattennätet. På 4 platser kunde vi inte påvisa någon sådan förekomst, medan undersökningar fortsätter på 3 platser.

1. Planerad åtgärd för att minska inläckning till bergtunnelsystem

Huvudavloppssystemet består av bergtunnlar, de första byggda på 1930-talet. Kraven på täthet av tunnarna har varierat. Numera har man ett krav på en maximal inläckning av 2 minutliter/100 m tunnel (0,3 l/s/km). Men Järva dagvattentunnel som byggdes på 1970-talet hade ett täthetskrav motsvarande en maximal inläckning av ca 8 minutliter/100 m tunnel (1,4 l/s/km). Ännu längre tillbaka i tiden kan man nog räkna med ännu lägre krav på täthet av tunnarna.

Av den totala tunnallengden på 50 km har ca 24 km tunnel inspekterats. Det är den äldsta tunneldelen, Hässelbytunneln, som har gått igenom. På dessa 24 km har endast ett punktinläckage på ca 1 l/s observerats (0,03 Mm³/år). I övrigt är inläckaget utspritt och har observerats som "fuktiga tunnelväggar". Det utspridda inläckaget har uppskattats till 10 l/min per 100 m, ca 2,6 Mm³/år (ca 80 l/s för hela tunnelsystemet).

Punktinläckaget på ca 30 000 m³/år föreslås bli tätat eftersom det inläckande vattnet skulle kunna avledas till Råcksta träsk via dagvattenledning. Kostnaden för tätningen uppskattas till ca 50 000 kr. Att täta hela det resterande tunnelsystemet via bl a injektering skulle kunna minska inläckaget från 2,6 Mm³/år till ca 0,3 Mm³/år. Detta under förutsättning att tätningen skulle uppfylla de krav som ställs på en nybyggd tunnel (2 l/min per 100 m). Kostnaderna för en tunneltätning uppskattas mycket grovt till ca 5000 kr/m tunnel vilket skulle ge en totalkostnad på ca 250 miljoner kr.

Sammanställning av kostnader

För punktinläckaget:

Beräknad reducerad volym:	ca 30 000m ³ /år	
Beräknad investeringskostnad för åtgärd:	50 000 kr	
Beräknad årskostnad för åtgärd:	2 900 kr/år	(0,10 kr/m ³)
Minskade driftkostnader för pumpning	-4 200 kr/år	(-0,14 kr/m ³)
Direkt mätbar total årskostnad (minskad kostnad)	-1 300 kr/år	(-0,04 kr/m ³)

För tunnelinläckaget:

Beräknad reducerad volym:	ca 2 300 000 m ³ /år	
Beräknad investeringskostnad för åtgärd:	250 000 000 kr	
Beräknad årskostnad för åtgärd:	14 500 000 kr/år	(6,30 kr/m ³)
Minskade driftkostnader för pumpning	-322 000 kr/år	(-0,14 kr/m ³)
Direkt mätbar total årskostnad	14 178 000 kr/år	(6,16 kr/m ³)

2. Eventuell strumpning av tilloppsledning till Källvikens pumpstation

I samband med att vattennivån i Mälaren fluktuerar så uppstår tidvis höga basflöden till vissa avloppspumpstationer. För drygt 20 avloppspumpstationer har veckoflödena åren 1991-1994 beräknats via pumpjournaler och jämförts med Mälarens nivå. I en av dessa, Källvikens pumpstation är den beräknade pumpade volymen 3 gånger så stor som spillvattenmängden, vilket tyder på en inläckning av möjligen 10 l/s. Om de fortsatta undersökningarna visar att inläckaget kommer från Mälaren kan en möjlig åtgärd vara att täta lågt liggande ledningar, 370 m, genom strumpning. Kostnaden för detta skulle uppgå till ca 750 000 kr vilket ger en årskostnad på 40 000 kr. Säg att åtgärden medför ett varaktigt minskat inläckage på 1,5 l/sek eller 47 000 m³/år. Uppföljning av pumpstationen ska fortsätta.

KOSTNADER

Beräknad reducerad volym:	ca 47 000m ³ /år	
Beräknad investeringskostnad för åtgärd:	750 000 kr	
Beräknad årskostnad för åtgärd:	44 000 kr/år	(0,94 kr/m ³)
Minskade driftkostnader för pumpning	-6 600 kr/år	(-0,14 kr/m ³)
Direkt mätbar total årskostnad	37 400 kr/år	(0,80 kr/m ³)

3. Eventuell strumpning av tilloppsledning till Sundby pumpstation.

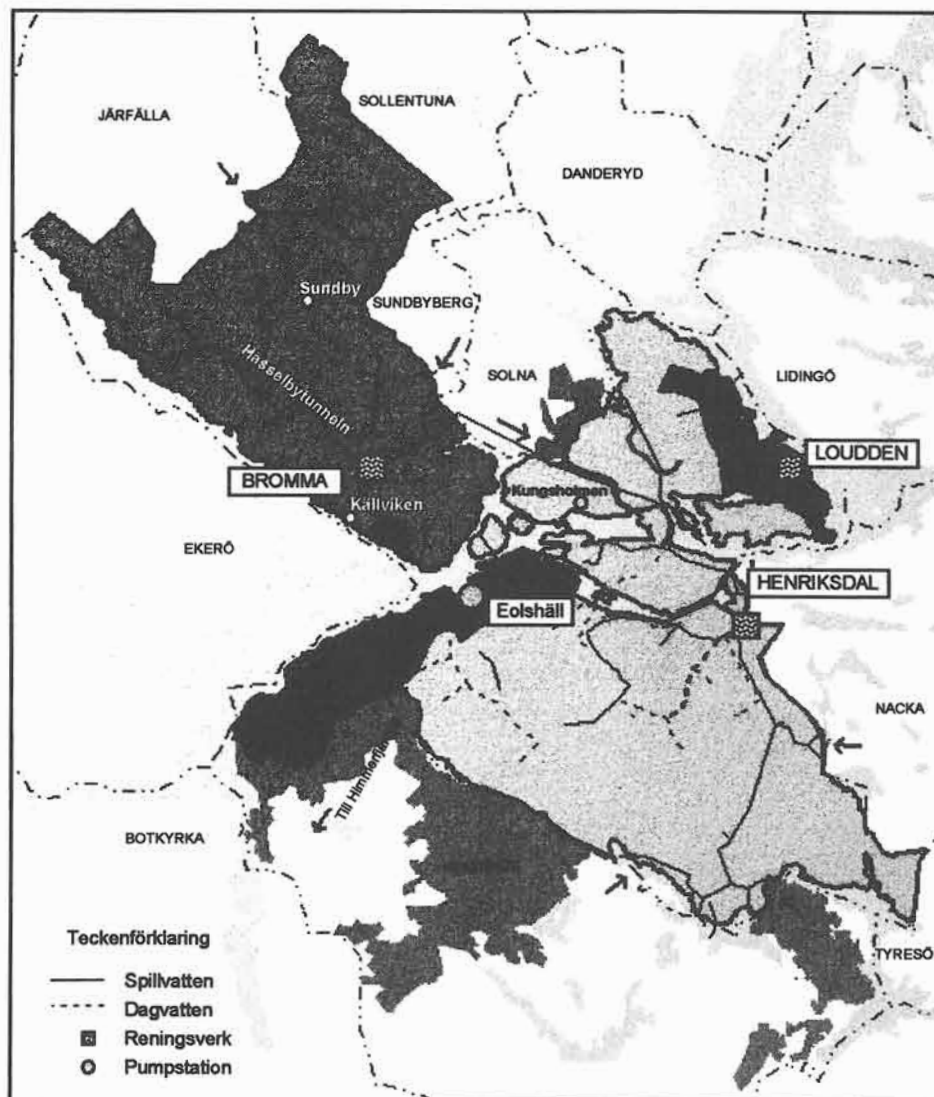
Bearbetningen av driftdata till Sundby pumpstation visade på onormalt höga basflöden. Noggrannare undersökningar gjordes genom sk "nattvandring" där flödena mättes manuellt på ca 30 ställen. Dessutom gjordes kontinuerliga flödesmätningar på två ställen under några veckor. Därvid upptäcktes att en ledningssträcka hade ett stort inläckage, ca 10 l/s (0,3 miljoner m³/år). På denna sträcka ligger en dagvattenledning i samma rörgrav. Dagvattenledningen ligger lågt i förhållande till recipienten och står därmed dämnd. Sannolikt läcker vatten över från dagvattenledningen till spillvatten-ledningen. För närvarande har det ej utretts på vilket sätt vattnet läcker in, utan en kompletterande TV-filmning planeras för att utreda detta. Spillvattenledningen har tidigare konstaterats ligga i svackor och ledningen spolats sedan fler år kontinuerligt för att inte orsaka stopp. Spillvattenledningen måste läggas om vilket förmodligen också innebär att dagvattenledningen måste läggas om. Kostnaden för ev åtgärd uppskattas till minst 10 000 kr/m. En ledningssträcka på ca 500 m måste läggas om vilket skulle kosta ca 5 Mkr. Kostnaden för att åtgärda enbart inläckaget med exempelvis en strumpinfordring bedöms uppgå till 2 Mkr. Av det konstaterade inläckaget på ca 10 l/s bedöms en reduktion på ca 4 l/s (0,125 miljoner m³/år) vara möjlig att uppnå. De privata delarna av servisleddningarna är sannolikt otäta.

Sammanställningar av kostnader för strumpning:

Beräknad reducerad volym:	125 000m ³ /år	
Beräknad investeringskostnad för åtgärd:	2 000 000 kr	
Beräknad årskostnad för åtgärd:	116 000 kr/år	(0,93 kr/m ³)
Minskade driftkostnader för pumpning	-17 600 kr/år	(-0,14 kr/m ³)
Direkt mätbar total årskostnad	98 400 kr/år	(0,79 kr/m ³)

4. Eventuell ombyggnad av det kombinerade systemet

Nätet är till ca 30 % kombinerat. Mängden dräneringsvatten från den kombinerade delen av nätet uppgår till 2 miljoner m³/år (ca 60 l/s). En möjlighet att reducera mängden dränvatten till reningsverket är att ersätta det kombinerade systemet med ett duplikat. Totalt ska ledningssträckor på sammanlagt 190 km få nya vatten-, spill- och dagvattenledningar. Kostnaden för detta kan mycket grovt skattas till ca 2 miljarder kronor, vilket i sin tur motsvarar en årlig kostnad på ca 50 kr/m³/år. Utöver nya dagvattenledningar får man på samma gång en total förnyelse av vatten- och dagvattenledningar.



Karta över Stockholm med platser för utförda och planerade åtgärder mot inläckning

Exempel från Sundsvall

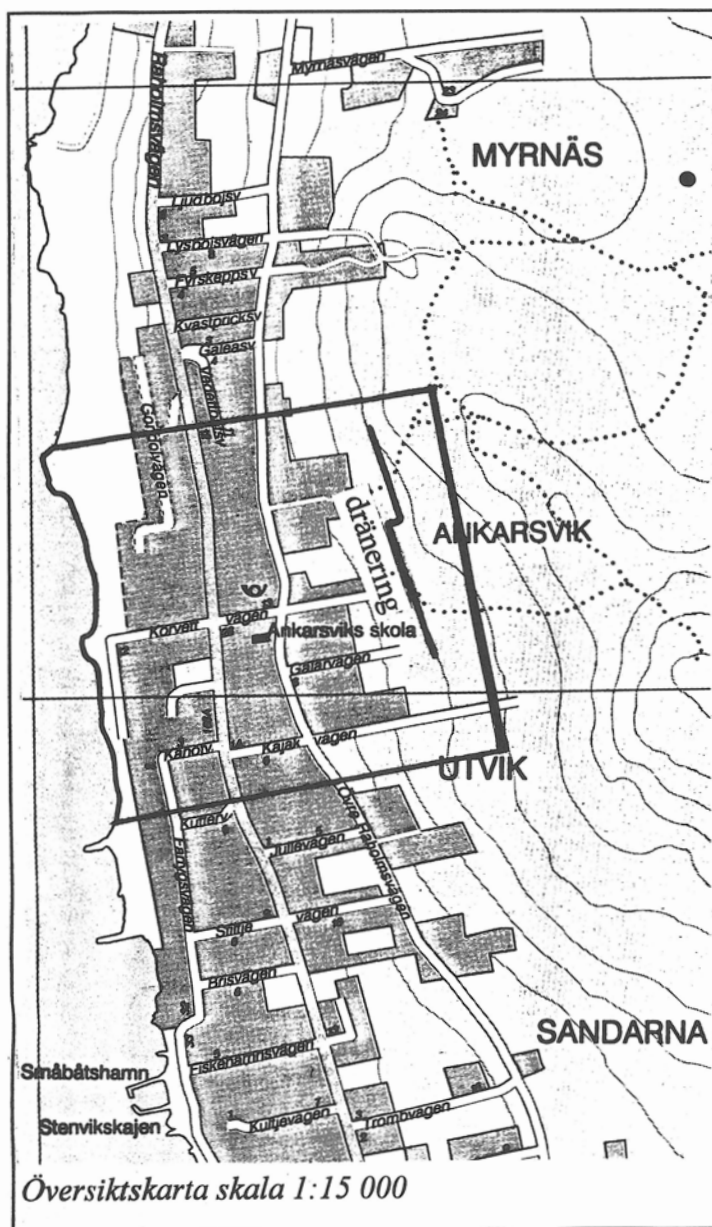
Sundsvall Vatten: Ulf Ödberg, Stig Ångman

Avskärande dränering, Ankarsvik

3:72

Sundsvall- Ankarsvik områdesdränering

I ett mindre bostadsområde i Ankarsvik har en detaljerad kontroll av avloppsvattenflöden genomförts. Ankarsvik ligger i en sluttning mot havet på södra Alnön. Området som har ett separerat ledningssystem består av ett 40-tal fastigheter med främst villabebyggelse och ytan 12 ha. Ledningslängden inklusive servisledningar är 1900 meter.



Det översta jordlagret består av svallad morän, huvudsakligen sammansatt av sand och grus ned till 0,5-1,5 meter under markytan. Det vill säga ett dränerande material där grundvattennivån snabbt kan förändras. Under detta ligger ett lager med osvallad tätare morän.

Bakgrunden till att just detta område undersökts är stora problem med överbelastningar som resulterar i bräddningar på ledningsnätet på södra Alnön. Pumpstationerna på Alnö har dimensionerats upp för att klara tillflödet men självfalls-

ledningen överbelastas. På den punkt som bräddar mest, intill överföringsledningen från Alnö till fastlandet, har en pump installerats som ökar kapaciteten från 100 till 170 l/s.

Vid en okulär kontroll vid ett höglödestillfälle under senhösten 1992 observerades kraftigt förhöjda flöden från alla lite större påstick till avskärande avloppsledning på södra Alnön. Med den grova flödesupp-

skattning som gjordes och med hänsyn till ytor och ledningslängder inom områdena bedömdes att det lilla området i Ankarsvik gav ett förhållandevis stort flödestillskott. Området kommer att få tjäna som ett pilotområde för att testa effekten av åtgärder som syftar till att minska belastningen på avloppsledningsnätet.

Under nästkommande höst gjordes detaljerade flödesmätningar och ledningarna i området filmades för att få en uppfattning om vilka vägar vattnet letar sig in.

Det totala flödet från området var vid mättillfället 8 l/s. Utslaget på ledningslängden ger det 360 l/m,d. Flödet kontrollerades i varje brunn i området. Vi kunde konstatera att cirka halva flödet kommer från privata servisledningar och hälften från det kommunala ledningssystemet. På den privata sidan var det främst husgrundsdräneringarna som bidrog till flödet. Till de kommunala ledningarna tillfördes vattnet via otäta anslutningar och läckande fogar i brunnar och ledningar. Brunnar belägna i vägdiken var speciellt utsatta för inläckage. De uppenbara felen och bristerna som konstaterades har åtgärdats.

Det totala flödet från området har kontrollerats ungefär varannan månad under ett år efter den detaljerade mätningen. Vid dessa kontroller har samtidigt vattennivån i några privata grävda brunnar inom området uppmätts. Flödet har varierat från cirka 0,3 l/s, som uppmättes i början på hösten efter en mycket torr sommar, upp till 10 l/s noterat strax efter snösmältningen efter en mycket snörik vinter.

Ett 400 meter långt dräneringsstråk som ska dränera bort grundvattnet i det svallade moränskiktet vid nederbördsrika perioder planeras. Det kommer att finnas möjlighet till reglering av dämningnivån i dräneringsledningen för att kunna kontrollera avsänkningen av grundvattenytan. Dräneringsvattnet släpps i ett befintligt dike som förlängs. Kostnaden för detta beräknas till 500 kkr. Flödesbelastningen på avloppsledningen beräknas kunna minskas med ca 30 000 m³/år.

<i>Årskostnaden för investeringen (40 års avskrivningstid, 4% ränta)</i>	25,5 kkr
<i>Minskade årskostnader för drift 0,60 kr/m³</i>	<u>18,0 kkr</u>
<i>Summa direkt mätbar total årskostnad</i>	7,5 kkr

Eventuellt tillkommer utöver ovan redovisat att en ny ledning måste byggas för att transportera dräneringsvattnet till en kostnad av 250 kkr.

Till positiva effekter kan räknas att flera jordkällare tillhörande fastigheter inom området som i dagens situation står vattenfyllda vid höga grundvattennivåer bör kunna bli brukbara efter åtgärdens genomförande. Bräddningarna på ledningsnätet kommer att minska.

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
1992-05 Analysmetod för kloridoxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
1992-06 Undersökning av förfiler för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektrelevans för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
1992-17 Vattenboken – Läroboken, *Accurat Information AB, VAV*
1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledning studie, *Lennart Jönsson*
1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
1993-05 Användning av kloridoxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
1993-10 Generell kravspekifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Björn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
1993-16 Röt-kammars förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
1994-07 Svavelväteproblemet i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*
1994-13 Utjämningsmagasin. Erfarenheter i svenska avloppsnät, *Rolf Mansfeldt, Mats Andréasson, Bertil Svensson*
1994-14 MIKE SHE I Urban Miljö, Tillämpningsexempel Vittskövle, *Stefan Winberg, Lars-Göran Gustafsson, Lars Bengtsson*
1994-15 Avskiljare för lätta vätskor och fett, *Fred Nyberg*
1994-16 Datorstödd simulering av aktivslamprocessen – Försök vid 5 svenska reningsverk, *Jes la Cour Jansen, Dines Thornberg, Anders Finnson*
1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmqvist, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Claes Hernebring, Cecilia Appelgren*
1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärman*
1995-04 Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg – Processtekniska och mikrobiologiska aspekter, *Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Welander, Kjetill Østgaard*
1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
1995-07 Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
1995-11 Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Ståhl, Jörgen Rosenlöf*
1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legeth*

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäingsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*
- 1996-03 Källsorterad humanurin i kretslopp – Förstudie i tre delar, *Håkan Jönsson, Anna Olsson, Thor Axel Stenström, Gunnel Dalhammar*
- 1996-04 VA sett på nytt sätt – Driftentreprenader i några kommuner, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1996-05 Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer, *Jan-Erik Gustafsson*
- 1996-06 Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät. Metodikmanual, *Ann-Marie Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1996-07 Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden, *Claes Hemebring*
- 1996-08 Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen, *Erik Levlin, Lars Westlund, Bengt Hultman*
- 1996-09 Kemikaliers effekter i VA-sammanhang. En datasammanställning, *Ingemar Dellien*
- 1996-10 Syrgas i kombination med luftinblåsning vid pilotförsök med kväverening vid Västerås reningsverk, *Hermann Wiklund, Kjell-Ivar Dahlqvist, Bernt Ericsson*
- 1996-11 Export av svenskt kommunalt VA-kunnande, *Gösta W Fredriksson, Åke Mattsson*
- 1996-12 Litteraturlöslösning för grundvatten i urban miljö på Internet, *Chester Svensson*
- 1996-13 Konkurrensutsättning av VA-verksamheten, *Stig Tunestål*
- 1997-01 Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar, *J-E Haglund, B Olofsson*
- 1997-02 Aktivt stöd till fastighetsägare vid nybyggnad av VA-nät, *Roland Strandberg, Mårten Wärnö*
- 1997-03 Dosering av biokultur i en igensatt infiltrationsanläggning – En utvärdering, *Jenny Holmgren*
- 1997-04 Biogasanläggningar i Sverige, *Anna Lindberg*
- 1997-05 VA-försörjning i ny skepnad – Om konkurrens och strukturovandling i Vaxholm, *Ola Mattisson*
- 1997-06 Fosfors växttillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska, *Kersti Linderholm*
- 1997-07 Dricksvatten och korrosion – En handbok för vattenverken, *Bo Berghult, Ann Elfström Broo, Torsten Hedberg*
- 1997-08 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Sammanfattande slutrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Majlis Stenberg*
- 1997-09 Analys av avloppssystem med datormodeller. Tillämpningsexempel med MOUSE-systemet, *Bo Granlund, Mats Andréasson*
- 1997-10 Läckökning med hjälp av tryckslagsmätningar – Transientmetoden, *Lennart Jönsson, Anders Svensson*
- 1997-11 Modellering av ekologisk dagvattenhantering, *Cecilia Wennberg*
- 1997-12 Avvattning av avloppsslam med naturnära metoder – Erfarenheter från ett fullskaleförsök i Lövsånger, *Daniel Hellström, Elisabeth Kvarnström*
- 1997-13 Sambandet mellan kostnader och avgifter inom kommunal VA-verksamhet, *Torbjörn Tagesson*
- 1997-14 Kundorienterad kvalitetsutveckling i VA-verksamhet – Rapport från en förstudie, *Patrik Larsson, Saara Isaksson*
- 1997-15 Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Bengt Göran Hellström, Anders Jaryd, Åke Jonsson*