
Svenskt Vatten

UTVECKLING

Rapport
Nr 2020-13

Tillskottsvatten i avloppssystem – nya tankar om nyckeltal

Ingemar Clementson
Emelie Alenius
Lars-Göran Gustafsson

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

RAPPORTENS TITEL	Tillskottsvatten i avloppssystem – nya tankar om nyckeltal
TITLE OF THE REPORT	Inflow and Infiltration in wastewater systems – new thoughts on KPI's
FÖRFATTARE	Ingemar Clementson, Emelie Alenius och Lars-Göran Gustafsson
RAPPORTNUMMER	2020-13
ANTAL SIDOR	66
SAMMANDRAG	Det behövs nya sätt att tänka kring tillskottsvatten i avloppssystemen för att långsiktigt effektiva åtgärder ska kunna vidtas och följas upp. Rapporten ger förslag till en strukturerad arbetsgång för strategiskt arbete, med nyckeltal som inte ändras beroende på nederbördsmängden. För att beräkna nyckeltal använder författarna bidragande ytor för snabbt och långsamt tillskottsvatten – i stället för andelen tillskottsvatten som är det vanligaste nyckeltalet i dag.
ABSTRACT	New ways of thinking about Inflow and Infiltration (I&I) in sewage systems are needed to be able to make decisions on measures that will have long-term effect and are easy to review. The report proposes a structured approach to strategic I&I work, guided by key performance indicators (KPI's) that do not change depending on the amount of precipitation during a specific year. To calculate KPI's, the authors use contributing surfaces for fast and slow I&I – instead of the percentage of I&I that is the most common KPI in Sweden today.
SÖKORD	Tillskottsvatten, bidragande yta, utspädningsgrad, bräddning, förbiledning
KEYWORDS	Inflow and Infiltration, contributing surface, dilution rate, wet weather overflow, combined sewer overflow, partial treatment
MÅLGRUPPER	VA-huvudmän, beslutsfattare, VA-ingenjörer, Tillskottsvattenutredare, Tillskottsvattenstrateger.
RAPPORT	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
UTGIVNINGÅR	2020
UTGIVARE	© Svenskt Vatten AB

Om projektet

PROJEKTNUMMER	17-119
PROJEKTETS NAMN	Tillskottsvatten – kvantifiering och konsekvensanalys för reningsverk och ledningsnät
PROJEKTETS FINANSIERING	Svenskt Vatten Utveckling

Förord

I mitten av 1990-talet finansierade Naturvårdsverket en studie för att beräkna nyckeltal för tillskottsvatten i ett stort antal svenska orter, i syfte att karaktärisera mängden läck- och dränvatten i svenska ledningsnät, samt försöka förstå samband mellan översiktliga områdesparametrar och mängden läck- och dränvatten. Sedan dess har svenska VA-organisationer jobbat på med att försöka minska mängden bräddningar och översvämningar från spillvattenförande system, medan arbete med läck- och dränbelastning på ledningsnäten inte getts samma fokus. De senare åren har dock frågan om tillskottsvattnets påverkan på utsläpp av föroreningsämnen från ledningsnät och reningsverk återigen hamnat i fokus, och många VA-organisationer jobbar nu med frågan på ett eller annat sätt. Ett intresse och ett behov har uppstått för att se vad som hänt sedan förra undersökningen, status just nu och vilken effekt som utförda åtgärder har fått.

Möjligheten att modellera och analysera flödesförhållanden i avloppssystem har utvecklats radikalt sedan 90-talet. Med bra dataunderlag kan hela tillskottsvattenbilden beskrivas med hög säkerhet och detaljeringsgrad. Med de underlag och resultat som finns bevarade från tidigare utredningar har det därför varit möjligt att modellmässigt rekonstruera situationen för ca 30 år sedan i ett antal orter. Detta ger en unik möjlighet till jämförelser mellan tidsperioderna och ger en bild över vad som hänt i svenska avloppssystem över tid.

En referensgrupp bestående av Annelie Hedström vid Luleå Tekniska Högskola, Ann Mattsson vid Gryaab, Ebba Waernbaum vid VA Syd, Lena Blom och Glen Nivert vid Göteborgs Stad, Susanna Håkansson vid Trollhättan Energi, Britt-Marie Wilén vid Chalmers Tekniska Högskola och Linda Åmand vid Käppalaförbundet har bidragit med värdefulla synpunkter till projektets genomförande.

Ett varmt tack riktas till referensgruppen och representanter för medverkande kommuner som bidragit med underlagsdata för uppdaterade beräkningar av nyckeltal, vilket varit en förutsättning för projektets genomförande och resultat. Författarna hoppas att ni får intressant läsning och nya tankar och idéer om hantering av tillskottsvatten, både på strategisk och praktiskt nivå.

Växjö i juli 2020

Ingemar Clementson, Emelie Alenius och Lars-Göran Gustafsson
DHI Sverige

Innehåll

Bibliografiska uppgifter.....	1
Förord.....	2
Sammanfattning	4
Summary	5
Begreppsdefinitioner	6
1 Introduktion	8
1.1 Läsanvisning.....	8
2 Mål och avgränsningar.....	9
2.1 Mål	9
2.2 Metod.....	9
2.3 Avgränsning.....	10
3 Tillskottsvatten	11
3.1 Vad är tillskottsvatten	11
3.2 Beskrivning av olika typer av källor till tillskottsvatten	11
3.3 Beräkning av tillskottsvattenflöden utifrån regnrespons.....	13
4 Samspel ledningsnät och reningsverk.....	20
4.1 Konsekvenser av tillskottsvatten på avloppsreningsverk	20
5 Referenslitteratur	22
6 Enkätstudie.....	24
6.1 Hur hanteras tillskottsvatten på kommuner i dagsläget.....	24
7 Resultat av uppdaterade tillskottsvattenanalyser	26
7.1 Medverkande parter och erhållen data.....	26
7.2 Dagens tillskottsvattensituation	27
7.3 Tillskottsvatten – en historisk analys	35
8 Rekommenderad arbetsgång för strategiskt åtgärdsarbete	39
8.1 Analys av inkommande flödet till reningsverket.....	39
8.2 Målformulering och uppföljningsparametrar.....	39
8.3 Fördjupad analys och identifiering av fokusområden.....	40
8.4 Identifiering av åtgärder	41
8.5 Uppföljning	41
9 Fallstudie Trollhättan	43
9.1 Analys av inkommande flöde till reningsverket	43
9.2 Målformulering och uppföljningsparametrar.....	45
9.3 Fördjupad analys och identifiering av fokusområden	45
9.4 Identifiering av åtgärder	46
9.5 Uppföljning	47
10 Slutsatser och rekommendationer.....	48
Referenser	50
Bilagor.....	50
Bilaga A – Resultat.....	51
Bilaga B–Enkät svar	52

Sammanfattning

Det behövs nya sätt att tänka kring tillskottsvatten i avloppssystemen för att långsiktigt effektiva åtgärder ska kunna vidtas och följas upp. Rapporten ger förslag till en strukturerad arbetsgång för strategiskt arbete, med nyckeltal som inte ändras beroende på nederbördsmängden. För att beräkna nyckeltal använder författarna bidragande ytor för snabbt och långsamt tillskottsvatten – i stället för andelen tillskottsvatten som är det vanligaste nyckeltalet i dag.

Tillskottsvatten kallas det vatten i avloppsnätet som inte är spillvatten utan kommer från nederbörd, grundvatten, hav och utläckage från vattenledningar. Tillskottsvatten orsakar överbelastning i systemet och utsläpp av orenat avloppsvatten. I en enkätstudie i projektet framkom det att många kommuner gör åtgärder mot tillskottsvatten lite på måfå, utan att ha gjort en analys av vilken typ av tillskottsvatten som orsakar problemen. Risken är att den långvariga effekten av åtgärderna uteblir.

Om tillskottsvatten beskrivs utifrån beräknade nyckeltal ökar förståelsen för problematiken. Rapportförfattarna från DHI Sverige använder ”bidragande ytor” för att analysera tillskottsvatten. Data från 20 medverkande orter i Sverige har bearbetats och delats upp i tre komponenter: snabb regnpåverkan (SRP), trög regnpåverkan (TRP) och grundvattenpåverkan (GVP). För att få fram nyckeltalen har komponenterna sedan relaterats till systemens verksamhetsyta, ledningslängd och personekvivalenter. För elva av orterna fanns motsvarande data tillgängliga från en liknande studie i början av 1990-talet.

I dagsläget använder de flesta kommuner och tillsynsmyndigheter andelen tillskottsvatten som mål- och uppföljningsvärde. Men det nyckeltalet är inte att rekommendera, eftersom nederbörd och tillskottsvatten varierar från år till år och gör det mycket svårt att bedöma effekter av enskilda åtgärder. Bidragande ytor är i princip oberoende av nederbörd enskilda år. De kan också enkelt beräknas efter genomförda åtgärder som därför kan bedömas redan efter ett halvår och sedan följas upp från år till år.

Andelen tillskottsvatten säger heller inget om problembilden för det aktuella reningsverket eller ledningsnätet. Ett område med hög utspädningsgrad kan ha försumbara utsläpp av orenat spillvatten till recipienten om tillskottsvattnet främst består av långsam grundvattenpåverkan från läck- och dränflöden utan nämnvärd regnpåverkan. Ett annat område kan ha låg utspädningsgrad sett över ett helt år men ha tillskottsvatten som i högre omfattning består av snabb och trög regnpåverkan, med kraftig bräddning och förbiledning vid reningsverket som följd.

Åtgärder som VA-organisationerna har utfört de senaste 25 åren har haft effekt på bidragande ytor för snabb regnpåverkan, troligen därför att man har separerat tidigare kombinerade ledningsnät. Däremot har många kommuner fortfarande hög tillskottsvattenvolym med stor andel trög regnpåverkan och grundvattenpåverkan. Åtgärder som syftar till att minska den totala mängden tillskottsvatten är inte alltid det som ger bäst miljö- och kostnadsnytta. Den effektivaste vägen framåt är ett strategiskt fokus på att reducera den snabba och tröga regnpåverkan som för de flesta orter bidrar mest till näringsbelastning i recipienten. Det kan sedan kombineras med åtgärder som minskar de totala volymerna på längre sikt.

Mängden tillskottsvatten påverkas av ett komplext samspel mellan systemets utformning, dag- och dränvatten från fastigheter och ledningsnätets kondition, men är också starkt kopplad till lokala naturliga förutsättningar. Varje avloppssystem är unikt, men den arbetsgång som projektgruppen rekommenderar är generell och kan användas som rättesnöre oavsett förutsättningarna i respektive kommun.

Summary

New ways of thinking about Inflow and Infiltration (I&I) in sewage systems are needed to be able to make decisions on measures that will have long-term effect and are easy to review. The report proposes a structured approach to strategic I&I work, guided by key performance indicators (KPI's) that do not change depending on the amount of precipitation during a specific year. To calculate KPI's, the authors use contributing surfaces for fast and slow I&I – instead of the percentage of I&I that is the most common KPI in Sweden today.

I&I is the term for any wastewater in the sewage system that is not derived from household water consumption. Instead, this water comes from precipitation, groundwater, surface water and leakage from water pipes. I&I can cause overload in the system and discharge of untreated sewage into receiving waters. A survey study in the project revealed that many water utilities make I&I measures at random, without having made an analysis of what type of I&I that cause their problems. The risk is that the long-term effect of the measures will be absent.

If I&I is described based on calculated KPI's, understanding of the problem increases. The report authors from DHI Sweden use "contributing surfaces" to analyse I&I. Data from 20 participating wastewater treatment plants (WWTP) in Sweden have been processed and divided into three components: fast rainfall inflow (SRP), rainfall induced infiltration (TRP) and groundwater induced infiltration (GVP). To obtain the KPI's, the components have then been related to the drainage system's technical area, length of sewage pipes and person equivalents. For eleven of the WWTPs, corresponding data were available from a similar study in the early 1990s.

At present, most water utilities and regulatory authorities in Sweden use the average sewage dilution rate as their target and follow-up value. This KPI is not recommended, as the annual variation of precipitation and I&I make it difficult to assess the effect of individual measures. Contributing surfaces are independent of precipitation and can also be easily re-calculated for new assessment as early as 6 months after measures have been implemented.

The average dilution rate also does not say anything about what type of problem that is prevalent at the specific location. If the I&I volume consists mainly of slow groundwater induced infiltration without significant rainfall impact, an area with high extent of dilution may still have negligible discharges of untreated wastewater to the recipient. Another area may have a low average dilution rate but have I&I volumes that derives primarily from rainfall inflow and rainfall induced infiltration, with heavy sewer overflow and bypass at the WWTP as a result.

Measures carried out by the water utilities over the last 25 years have influenced contributing surfaces for fast rainfall inflow. However, many WWTPs still have high I&I volumes with a high proportion of infiltration. Indeed, measures aimed at reducing the total amount of I&I volumes are not always the best from an environmental and cost benefit perspective. The most efficient way forward is to have a strategic focus on reducing the fast rainfall inflow and rainfall induced infiltration that for many WWTPs contributes the most to the nutrient load in the recipient.

The volume of I&I is affected by a complex interaction between the system design, stormwater and drain water from properties and the condition of the sewers but is also strongly linked to local natural conditions. Each sewer system is unique, but the procedure recommended by the project team is general and can be used as a guideline regardless of the conditions in the specific location.

Begreppsdefinitioner

Spillvatten	Hushållsspillvatten är avloppsvatten som passerat genom fastigheters installationer (i bostäder, sjukhus, skolor, hotell, kontor etc.) som därefter avleds till avloppsreningsverk. Även begreppet hushållsavloppsvatten används.
Dagvatten	Ytavrinnande vatten i form av regn- och smältvatten från gårdar, gator, vägar och takytor ("dag" – kommer från "i dagen" – ytligt), ibland också kallat regnvatten, vilket inte är så bra uttryck eftersom allt regn inom en tätort inte bildar dagvatten.
Dränvatten	Dränering definieras som avvattning av mark genom avledning av sjunkvatten och grundvatten i rörledning eller dike. Vatten som avleds på detta sätt benämns traditionellt "dränvatten"; ett alternativ skulle kunna vara "dräneringsvatten".
Läck- och dränvatten	Samlingsbegrepp för dränvatten, t ex grundvatten avlett från byggnadsgrunder, och inläckage i otäta ledningar och brunnar.
Tillskottsvatten	Används här för flödestillskott utöver spillvatten i spillvattenförande ledningar. Begreppet "ovidkommande vatten" har tidigare använts för att beteckna samma sak.
Total avloppsvattenmängd	Summan av mängden tillskottsvatten och spillvatten som tillförs ett avloppssystem, inkluderande även eventuella bräddvattenvolymer på ledningsnätet eller vid reningsverket som möjligen inte registreras av avloppsverkets flödesmätare.
Kombinerat system	Definieras som avloppssystem med gemensam ledning för spillvatten, dagvatten och dränvatten.
Separerat system	Definieras som avloppssystem med skild avledning för spillvatten och dagvatten. Duplikatsystem definieras som ett separat system med skilda ledningar för spillvatten och dagvatten. Separatsystem definieras som ett separat system med rörledning för spillvatten samt rännsten eller dike för dagvatten.
Bräddavlopp	Anordning, vilken möjliggör en avlastning av till exempel magasin, bassänger, ledningar eller reningsverk. Det bräddade avloppsvattnet avleds till recipient alternativt dagvattenledning, då tillrinningen är större än avloppsanläggningens kapacitet. Nödutsläpp vid t ex en pumpstation, som automatiskt kan träda i funktion vid hydraulisk överbelastning (t ex vid kraftiga regn) och medför bräddning av avloppsvatten, definieras som bräddavlopp.

Tekniskt avrinningsområde	I denna rapport avses yta som teoretiskt sett kan belasta det spillvattenförande ledningsnätet genom inläckage, dränering eller ytlig avledning. Ofta sammanfaller det tekniska avrinningsområdet med verksamhetsområdet för spillvatten.
Direkt nederbördspåverkan	Snabbt, vid nederbörd, avrinnande tillskottsvatten som kommer från källor som är direkt anslutna till spillvattenförande ledningsnät.
Indirekt nederbördspåverkan	Snabbt eller långsamt, vid nederbörd, avrinnande tillskottsvatten som kommer från källor där vattnet först infiltrerar genom mark innan det når det spillvattenförande ledningsnätet.
Snabb regnpåverkan	Tillskottsvatten som uppstår snabbt i samband med regn och avtar efter den tid som motsvarar koncentrationstiden i avrinningsområdet.
Trög regnpåverkan	Tillskottsvatten som orsakar en flödesförhöjning under de tre första dygnet i samband med en regnhändelse.
Grundvattenpåverkan	Tillskottsvatten som inte uppvisar en tydlig direkt förändring i flödesstorlek i samband med enskilda regnhändelser, utan successivt förhöjs under blöta perioder. Har ofta en tydlig årstidsvariation mellan torra och blöta perioder.

1 Introduktion

Utsläpp av orenat avloppsvatten, som en konsekvens av nederbörd, har varit ett problem sen avloppssystemens tillkomst. Många beskrivningar av problematiken har genomförts under årens lopp, men efter en period med lågt fokus och mycket kunskapstapp är nu tillskottsvatten återigen en het fråga i Sveriges VA-organisationer.

Detta projekt, som utförts inom ramen för Svenskt Vatten Utveckling (SVU) har som fokus att uppdatera och utveckla förståelsen för hur tillskottsvatten hanteras i svenska orter samt hur tillskottsvattensituationen har förändrats sedan 1990-talet. En sammanfattning och vidare beskrivning av tidigare framtagna nyckeltal vävs ihop med rekommendationer för tolkning och analys samt förslag till arbetsgång för att öka kompetensen om tillskottsvatten inom VA-branschen.

I projektet presenteras en metod för att analysera tillskottsvatten oberoende av väder eller systemförhållanden. Teori kopplas ihop med modellering, uppmätta värden och en uppdatering av nyckeltal som presenterats i tidigare publikationer av Naturvårdsverket (Gustafsson & Svensson 1995) och Svenskt Vatten (Gustafsson & Svensson 1996).

Tack vare tidigare genomförda projekt erbjuds också en unik möjlighet att följa upp nyckeltal och analyser som genomfördes under tidigt 1990-tal och studera hur problematiken förändrats över tid. Från väldigt tidiga digitala modeller över tillskottsvatten erbjuds också möjligheten att jämföra dåvarande prognoser med uppmätta data.

Beräkning av nyckeltal för tillskottsvatten tar sitt ursprung i flödesanalys, utifrån beteende på hydrografer är målet att beskriva, definiera och analysera nyckeltal på ett sådant sätt att slutsatser ska kunna ligga till grund för konsekvens- och åtgärdsplanering. Genom förbättrad datorkraft och mer digitalt insamlad data finns idag möjlighet för fler aktörer att analysera uppmätta flöden och använda detta som en värdefull input för strategiskt arbete och i dialog med myndigheter.

Föreliggande rapport har utgångspunkt i ett helhetsperspektiv på tillskottsvatten från ursprung till konsekvens på reningsverk och i recipient. Dock analyseras tillskottsvatten ur ett fågelperspektiv och går inte in i detaljer gällande enskilda orsaker eller praktiska åtgärder mot tillskottsvatten.

1.1 Läsanvisning

Rapporten är indelad i 3 huvuddelar. I första delen, kapitel 3, förklaras begrepp och nyckeltal som används när vi talar om och beskriver tillskottsvatten. Störst fokus har lagts på beskrivning av parametrar kopplade till beräkning av flödes-regn-respons över tid. Beskrivning av begrepp kopplade till källor för tillskottsvatten beskrivs översiktligt.

Andra huvuddelen, kapitel 7, består av resultatredovisning för tillskottsvattenberäkningar för de 20 medverkande kommunerna, där resultaten för 11 av kommunerna sätts i relation till tidigare genomförda beräkningar på 1990-talet. Resultaten redovisas med de nyckeltal och parametrar som beskrivs i kapitel 3 och kan användas för strategiska analyser som beskrivs i tredje delen av rapporten.

I tredje huvuddelen, kapitel 8, beskrivs en metodik för att strategiskt analysera och åtgärda tillskottsvattenproblematik kopplat till samverkan mellan ledningsnät och avloppsreningsverk, med ett redovisat praktikfall i kapitel 9. Metodiken kan användas både på hela avloppssystem eller mer lokala områden.

2 Mål och avgränsningar

I nedanstående kapitel redovisas övergripande mål för projektet samt metoder och avgränsningar. Vissa av målen utreds mer i detalj och för vissa redovisas en analys som kan ligga till grund för vidare arbete.

2.1 Mål

Målet för projektet är att presentera uppdaterad information om hur tillskottsvattensituationen ser ut i ett antal svenska kommuner idag, och utvärdera förändringen som skett i dessa orter de senaste 25 åren.

Projektet har också som mål att ge en översikt över vilka nyckeltal och begrepp som kan användas för att förstå och analysera tillskottsvattens påverkan på ledningsnät och reningsverk, samt föreslå en generell arbetsgång för hur problematik kopplad till tillskottsvatten kan utredas, analyseras och åtgärdas på ett effektivt sätt.

Syftet med projektet är att öka kunskapen om hur tillskottsvatten påverkar våra svenska reningsverk och ledningsnät, samt att bidra till ökad kompetens om tillskottsvatten och hur utredning och åtgärdsplanering kan bedrivas för lyckat resultat.

2.2 Metod

Nedan beskrivs metod och syfte med de olika delmomenten som genomförts för att uppnå projektmålen.

Referenslitteratur

För att orientera läsaren kring tidigare utförda utredningar gällande tillskottsvatten har en genomläsning av relevant material genomförts inom projektet. I denna rapport hänvisas till tidigare publikationer med syftet att skapa en referenslista för den läsare som vill utforska tidigare publicerat material mer ingående.

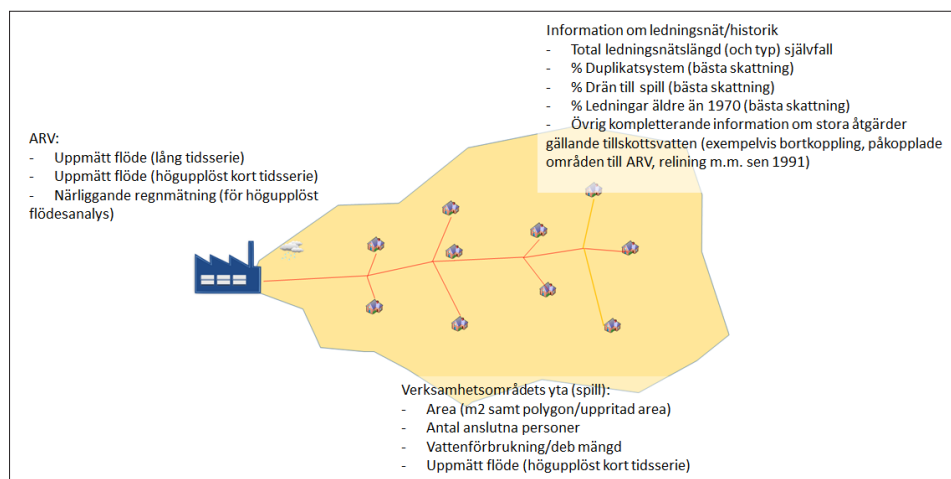
Mycket av riktlinjerna för arbetet som bedrivits gällande tillskottsvatten sedan 1990-talet har sitt ursprung i referenslitteraturen och en ordentlig genomläsning är därmed nödvändig för att kunna bedöma hur synen på tillskottsvatten och arbete med detta har genomförts under de senaste 25 åren. Med hjälp av sammanställd data i referenslitteratur har jämförelser och analys på historisk data kunnat genomföras.

Enkät för medverkande kommuner / VA-organisationer

Enkätstudien har genomförts för att klargöra hur arbete med tillskottsvatten bedrivs inom svenska kommuner, hur åtgärder prioriteras, hur planering inför framtida belastning genomförs samt hur samarbete mellan ledningsnät och reningsverk bedrivs. En viktig del i enkätstudien är att avgöra om arbete gällande tillskottsvatten bedrivs på ett likartat sätt hos olika VA-organisationer. Sammanfattning av svar ges i kapitel 6.

Insamling av data för beräkning av nyckeltal och analys av dagens förhållanden

För att beräkna nyckeltal som kan användas vid benchmarking och problembeskrivning har data samlats in från medverkande VA-organisationer (Figur 2.1). Genom att applicera föreslagen beräkningsmetod för analys av tillskottsvatten på ett större antal VA-organisationer kan olika typer av tillskottsvattenproblematik analyseras och jämföras mellan olika organisationer. Insamlad data har även jämförts mot tillgänglig data i äldre studier.



Figur 2.1
Utskick till medverkande VA-organisationer som beskriver typ av data som krävs för analys.

Insamling av data för beräkning och analys för en historisk tillbakablick

Tack vare tidigare genomförda projekt erbjuds också en unik möjlighet att följa upp nyckeltal och analyser som genomfördes under tidigt 1990-tal

I samband med tidigare genomförd studie av tillskottsvatten på uppdrag av Naturvårdsverket under tidigt 1990-tal (Gustafsson & Svensson 1995), etablerades hydrologiska modeller för ett 40-tal VA-organisationer i Sverige. Dessa modeller kalibrerades mot uppmätta värden och uppnådde god noggrannhet i förhållande till uppmätta flöden (Gustafsson 1993). Alla parametervärden för dessa modeller finns tillgängliga och har nyttjats för att digitalt återskapa flödestidsserier vid reningsverk under tidigt 1990-tal. Dessa återskapade flöden har använts för att jämföra med dagens uppmätta flöden för att kunna analysera förändringarna över de senaste 25 åren, såväl systemförändringar som klimatförändringar.

2.3 Avgränsning

Projektet har haft svårt att hitta en rimlig metod att bedöma framtida trender för tillskottsvattenflöden. Här påverkar framtida klimat, VA-bolagens strategiska målinriktning och insatser avseende underhåll och förnyelsearbete, och inte minst de socio-ekonomiska förutsättningarna i samhället. Vidare resonemang om detta har utelämnats i rapporten.

På grund av svårigheter att få tag i underlag om historiskt genomförda åtgärder, kostnader och tillskottsvattenflöden över tid i studerade kommuner, har resonemang och utvärdering angående olika typer av åtgärders dokumenterade kostnadseffektivitet utelämnats i rapporten.

3 Tillskottsvatten

I detta kapitel ges en bakgrund till olika begrepp inom tillskottsvatten. Dessa används senare i rapporten för att beskriva och förklara analys, slutsatser och rekommenderad arbetsgång för systematiskt tillskottsvattenarbete.

3.1 Vad är tillskottsvatten

Reningsverk ska i optimala fall endast ta emot spillvatten som härrör från dricksvattenproduktion, verkligheten är tyvärr en annan. Vatten med annat ursprung benämns tillskottsvatten och påverkar både avloppsreningsverk och ledningsnät i kraftig utsträckning. Tillskottsvatten definieras som den vattenmängd som transporteras till avloppsverket utöver den egentliga spillvattenmängden.

En viss mängd tillskottsvatten kommer alltid att finnas i avloppsnätet och att tillskottsvatten uppstår är egentligen inte så konstigt. Avloppsledningsnätet är stort och kan omfatta tusentals kilometer ledning, och har ofta direktkontakt med olika typer av vattenförande marktyper. Ibland ligger ledningsnät även i direkt kontakt med grundvatten, t ex via anslutna husgrundsdräneringar. Detta i kombination med att många svenska ledningsägare (VA-huvudman och privatpersoner) har ett underhållsbehov på sitt ledningsnät gör att tillskottsvatten i många kommuner utgör en alltför stor del av volymen i avloppsledningsnätet och på avloppsreningsverket.

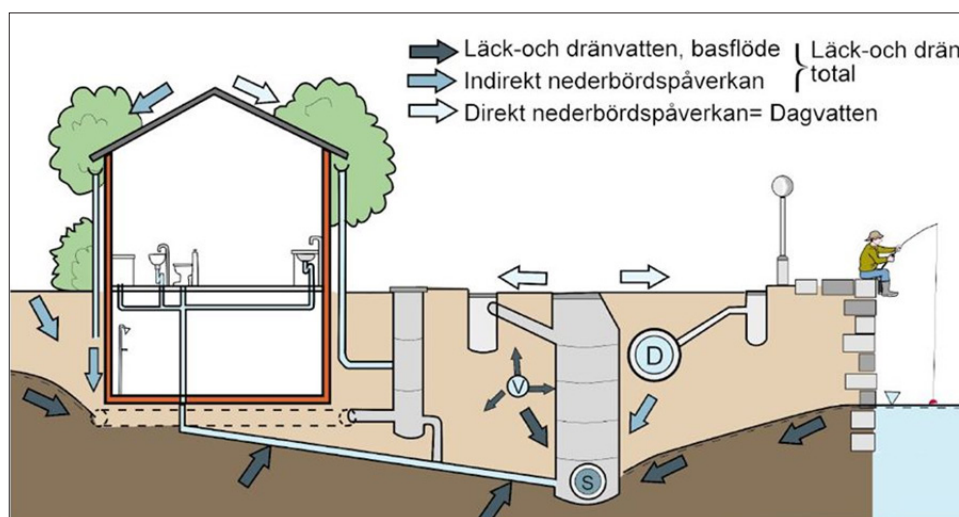
Tillskottsvatten ställer till problem både i ledningsnätet i form av källaröversvämningar, bräddningar på ledningsnät, i pumpstationer och avloppsreningsverk där kapaciteten överskrids, samt vid avloppsreningsverk där reningsprocesser störs. Tillskottsvatten medför stora kostnader i form av underhåll, olägenheter i privata fastigheter, ökade reningsbehov, men också avseende miljöbelastning i form av bristande resurshushållning med kemikalier och energi. Tillskottsvatten är den enskilt största orsaken till bräddningar vid avloppsreningsverk, något som medför negativa konsekvenser för miljö och människor gällande näringsämnen och smittspridning. Näringsämnen har idag ett stort fokus inom åtgärdsarbetet för vattenmyndigheter och strängare utsläppskrav är att vänta. Påverkan är på inga sätt försumbar utan är ett av VA-Sveriges mest angelägna problem.

3.2 Beskrivning av olika typer av källor till tillskottsvatten

Tillskottsvatten letar sig in i ledningsnätet från många olika typer av källor. Nedan beskrivs olika grupper av källor till tillskottsvatten. De olika grupperingarna är indelade utifrån var tillskottsvatten har sitt ursprung.

I Figur 3.1 på nästa sida ges exempel på olika sätt som tillskottsvatten kan leta sig in i avloppssystemet.

Kategorierna som beskriver olika typer av källor till tillskottsvatten finns beskrivna i tidigare tillskottsvattenrapporter och används vidare i denna rapport. Vilken typ av tillskottsvatten som läcker in i ledningsnät beror i stor utsträckning på lokala förutsättningar gällande geologi, topografi och hur avvattande ledningsnät är uppbyggda. Det kan därmed vara vanskligt att peka på en enskild källa till de typer av tillskottsvatten som beskrivs i Figur 3.1.



Figur 3.1

Källor till tillskottsvatten, efter VA-Forsk 1993-08 (Bäckman et al. 1993), moderniserad i VA-Forsk 1997-15 (Bäckman et al. 1997).

3.2.1 Direkt nederbördspåverkan

Den direkta nederbördspåverkan kommer från hårdgjorda ytor som är direkt anslutna till spillvattenförande ledningsnät. Direkt nederbördspåverkan ger ett kraftigt momentant toppflöde och klingar sedan snabbt av när det slutar regna.

Direkt nederbördspåverkan bidrar kraftigt till källaröversvämningar, bräddningar och förbiledning på reningsverk och bör undersökas tidigt i en källspårning vid problem med toppflöden i ledningsnät.

3.2.2 Indirekt nederbördspåverkan

Indirekt nederbördspåverkan kan kopplas till nederbörd på så sätt att det uppstår i samband med, och dygnet efter, nederbörd. Det tar sig in i ledningsnät via inläckage från mark, anslutna husdräneringar eller via överläckning från dagvatten- till spillvattenledning.

Överläckning mellan dag- och spillvattenledning kan gå fort och ge en snabb respons efter regn, vilket kan göra det svårt att i en flödesanalys skilja det från Direkt nederbördspåverkan. På samma sätt kan flöden via husgrundsdränering eller ett långsamt överläckage mellan dag- och spillvattenledning vara svårt att skilja från inläckande grundvatten, då hastighet och flödesrespons kan vara likartad. För att särskilja dessa källor från varandra krävs kompletterande undersökningsmetoder utöver flödesmätning, se t ex SVU-Rapport 2012-13 (Lundblad & Backö 2012).

Indirekt nederbördspåverkan bidrar ofta till toppflödesproblematik, speciellt vid reningsverk med ökad förbiledning och bräddning, eller vid hårt ströpta bräddavlopp, men kan också bidra till stor årsvolym.

3.2.3 Läck – och dränvatten, basflöde

Källor till basflödet kan exempelvis vara årstidsbundet inläckage av grundvatten till husdränering, serviser och huvudledningar, inläckage från intilliggande sjöar, vattendrag och hav, samt utläckage av dricksvatten från läckande dricksvattenledning. Genom att göra en övergripande analys av debiterad och producerad dricksvattenmängd kan en överblick av möjligt inläckage från läckande dricksvatten erhållas. Detta basflöde står för stor volym på årsbasis och bidrar till att dimensionering och kapacitet vid avloppsreningsverk och pumpstationer måste ökas för att möta ett större medelflöde än som annars hade varit nödvändigt.

Begreppet Läck- och dränvatten, totalflöde används som ett samlingsbegrepp för Indirekt nederbördspåverkan och Läck- och dränvatten, basflöde.

3.2.4 Havs- och sjövattneninläckage

Denna tillskottsvattenkälla förknippas oftast med *Läck – och dränvatten, basflöde* (se ovan). Under ogynnsamma förhållanden, med kortvariga och kraftigt förhöjda havsvattenstånd kan dock motsvarande kortvariga och kraftiga ökningar av tillskottsvattenflöden erhållas. Vid en första anblick kan flödesförloppen se ut som *Direkt nederbördspåverkan*. Har det regnat samtidigt som nivån i recipienten stigit kan det vara svårt att särskilja vad som är *Direkt nederbördspåverkan* och *Havs- och sjövattneninläckage*. Här krävs oftast längre mätserier för att kunna klarlägga vad som är vad.

3.2.5 Analys av tillskottsvattenflöden

Ovan beskrivs olika typer av tillskottsvatten beroende på var de har sitt ursprung och i viss mån hur de uppträder. Vid detaljerade studier och utredningar för källspårning och åtgärder är det viktigt att kunna veta hur olika källor uppträder för att identifiera och hitta rätt åtgärd.

När ett flödesförlopp studeras, till exempel ett inkommande flöde till ett avloppsreningsverk, är det dock svårt att göra en detaljerad källanalys av flödena endast baserat på hur de uppträder.

Direkt nederbördspåverkan och snabba delar av *Indirekt nederbördspåverkan* kan, till exempel ha samma tid för flödesrespons.

På samma sätt kan *Läck- och dränvatten, basflöde*, vid exempelvis inläckage från ett vattendrag eller grundvattennivå, öka proportionerligt mot nederbörd om nivån i vattendrag eller grundvatten befinner sig i ett ogynnsamt läge i förhållande till ledningsnätet. På andra håll kan *Indirekt nederbördspåverkan* observeras som förändringar i basflödet beroende på hydrogeologiska förhållanden och årstid.

För att bedöma om det rör sig om *Direkt nederbördspåverkan*, *Indirekt nederbördspåverkan* eller *Läck- och dränvatten, basflöde* behövs kännedom om systemet man analyserar. Kunskap om tid mellan tillfälle för nederbörd och observerad flödesförändring, storlek på avrinningsområde, geohydrologi samt längd på ledningsnät är avgörande för bedömning av vilken typ av tillskottsvatten som observeras.

Ofta finns inte denna information tillgänglig. Då kan istället en beräkningsmetod användas som analyserar tillskottsvattenkomponenter endast baserat på tidsförlopp utgående från uppmätta flöden och regn. Metoden beskrivs i kapitel 3.3.

3.3 Beräkning av tillskottsvattenflöden utifrån regnrespons

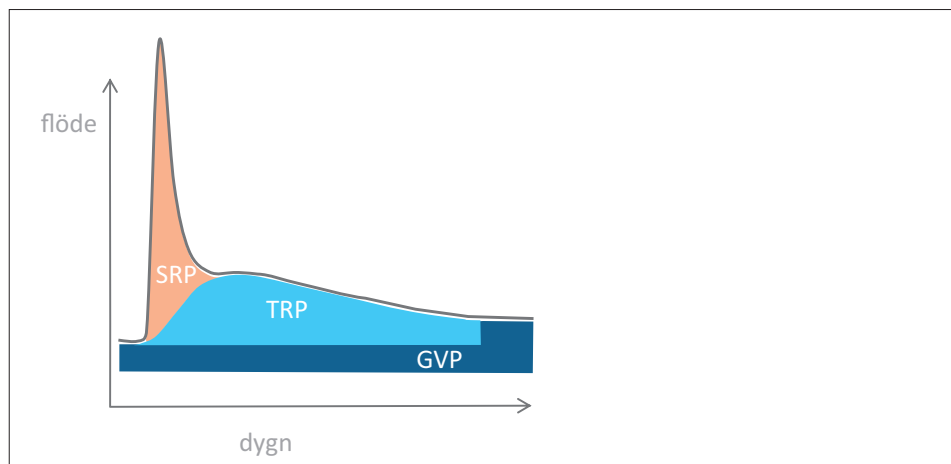
Då ett tillskottsvattenflöde analyseras är det omöjligt att direkt peka ut enskilda källor, men genom att använda beräkningar som tittar på hur flera avgränsade nederbördstillfällen påverkar flödet under en viss tid kan flödet delas upp i bidragande komponenter. Det ger en möjlighet att göra jämförelser mellan nyckeltal i olika områden eller olika städer, utan att ha närmare kunskap eller information om exakta källor. Ofta kan dessa nyckeltal även ge bra indikation om vilken typ av källa du sedan ska leta efter när det kommer till praktiska åtgärdsförslag.

I följande kapitel beskrivs tankesätt och metod för uppdelning av tillskottsvattenflöden i olika komponenter baserat på analys av flödets variation och respons vid olika regn och under olika årstider. Detta sker genom analys av regndata och flödesdata vid enskilda regntillfällen, såväl som över längre perioder. Beräkningsprinciperna är likartade med de som beskrivs i Naturvårdsverket 4480 (Gustafsson & Svensson 1995), samt även i VA-Forsk 1993-08 (Bäckman et al. 1993) och VA-forsk 1996-06 (Gustafsson & Svensson 1996). Det är viktigt att relatera uppmätt nederbörd till det område som man önskar utföra analysen inom. Komponenter och nyckeltal beskrivs och analyseras kortfattat i kapitlet nedan. Begreppen som presenteras används i kapitel 7 för att analysera hur tillskottsvattensituationen ser ut i Sveriges kommuner idag, samt i kapitel 8 där en metodik för strategiskt tillskottsvattenarbete presenteras utifrån de gjorda analyserna.

3.3.1 Bidragande ytor

Genom att analysera enskilda regntillfällen, dela in flödet i komponenter baserat på tidsperioden det uppträder i och sedan dividera med regnvolymer för aktuell period, kan en bidragande yta beräknas för varje enskild komponent. På så sätt kan man för ett avrinningsområde beräkna bidragande yta för Snabb regnpåverkan (SRP), Trög regnpåverkan (TRP) och Grundvattenpåverkan (GVP).

I Figur 3.2 illustreras flödespåverkan från dessa flödeskomponenter vid ett regntillfälle.



Figur 3.2

Tidsserie där påverkan från SRP, TRP och GVP redovisas som flöde över tid.

Om beräkningen görs baserat på bra underlagsdata så blir arean konstant (oberoende av regnmängd) och ger på så sätt ett bra verktyg för att beskriva en egenskap som påverkar tillskottsvattenflödet från det avrinningsområdet. Beräknade bidragande ytor ger möjlighet att observera systemförändringar över tid oberoende av regnmängd ett enskilt år eller enskilt tillfälle.

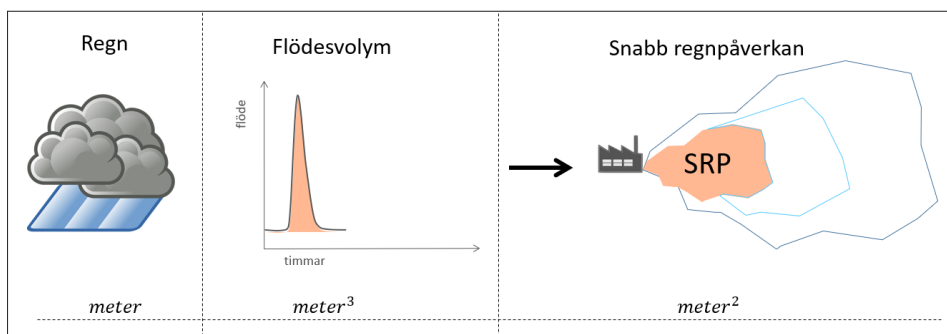
Genom att SRP, TRP och GVP ursprungligen är definierade utifrån ytor kan ett flödesförlopp också genereras utifrån olika fiktiva eller förväntade nederbördstillfällen. Påverkan på ett reningsverk eller pumpstation kan alltså prognostiseras oberoende av om man är intresserad av konsekvenserna vid ett mindre regntillfälle eller om man vill studera en tidsperiod på flera år.

3.3.1.1 Snabb regnpåverkan, SRP

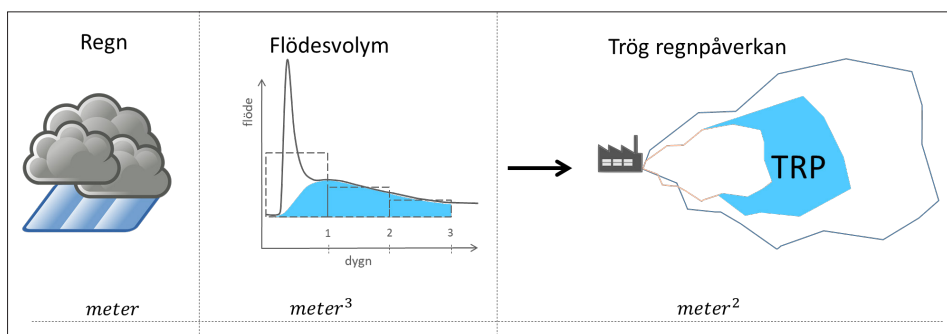
Snabb regnpåverkan uppstår mer eller mindre direkt efter det börjar regna och upphör efter den tid som motsvarar rinntiden inom det aktuella området efter regnet avtagit, se Figur 3.3. Denna komponent ger upphov till kortvariga men intensiva flödestoppar. Effekten syns under ett antal timmar och kan till exempel bestå av dagvatten som är anslutet via hårdgjord yta till spillvattenförande ledningsnät (Snabb nederbördspåverkan), eller snabbt överläckage mellan otäta dag- och spillvattenledningar i ledningsgravar (snabb Indirekt nederbördspåverkan).

3.3.1.2 Trög regnpåverkan, TRP

Ofta ser man en flödeskomponent som medför en flödesförhöjning under 1–3 dygn efter ett regntillfälle, se Figur 3.4. Den kan också bidra till höga flöden, men har en mer långvarig avklingande kurva än snabb regnpåverkan. Källor till denna komponent kan till exempel vara husgrundsdräneringar eller överläckage mellan dag- och spillvattenledningar (Indirekt nederbördspåverkan), men även inläckage av grundvatten kan uppträda i form av trög regnpåverkan vid vissa hydrogeologiska och topografiska förhållanden.



Figur 3.3
Schematiskt översikt av hur Snabb regnpåverkan bestäms. Effekten ses över timmar.

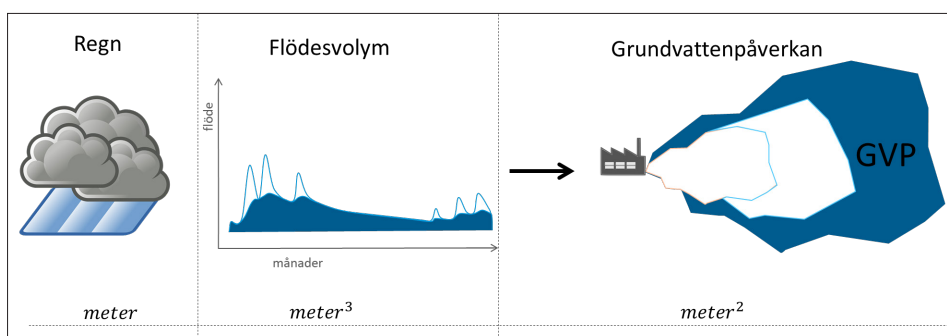


Figur 3.4
Schematiskt översikt av hur Trög regnpåverkan bestäms. Effekten ses över dygn.

3.3.1.3 Grundvattenpåverkan, GVP

I botten på tillskottsvariationerna brukar man finna en relativt lågintensiv, mera års-tidsbunden variation som man kan benämna grundvattenpåverkan, se Figur 3.5. På årsbasis kan denna komponent innebära stora tillskottsvattenvolymer. Exempel på källor är inläckage av just grundvatten till otäta lågt belägna delar av spillvattennätet eller lågt liggande husgrundsdräneringar, men även läckande dricksvattenledningar som inte upptäckts kan bidra med ett mer eller mindre konstant flödesbidrag. Notera dock att inläckage och dräneringsvatten under vissa topografiska och hydrogeologiska förhållanden även kan uppträda som Trög regnpåverkan.

Vid beräkning av bidragande yta för grundvattenpåverkan krävs analys av långa perioder, minst ett år. Detta på grund av långa transporttider i mark, som ofta sträcker sig över flera månader. En nederbördsrik månad kan således påverka tillskottsvattenflödet under flera månader, i vissa fall så länge som ett halvår beroende på när på året man befinner sig.



Figur 3.5
Schematiskt översikt av hur Grundvattenpåverkan bestäms. Effekten ses över månader.

3.3.2 Nyckeltal för tillskottsvatten

Nyckeltal används för att jämföra och ställa olika områden eller komponenter i relation till varandra. Genom att göra detta kan beslut om åtgärder tas på ett bättre och mer underbyggt sätt.

En enkel uppdelning av nyckeltal kan göras i två kategorier. Nyckeltal som beskriver tillskottsvattenbelastningen utan påverkan av vädret i form av bidragande ytor, och nyckeltal som mer direkt tolkar flödessituationen och därmed påverkas av det aktuella vädret.

I följande kapitel beskrivs ett antal begrepp och nyckeltal, hur de är definierade och vad de kan användas till vid analys.

3.3.2.1 Väderoberoende nyckeltal

Nyckeltal som inte påverkas av nederbördsmängden baseras på omräkning av flödesvolym till bidragande ytor (se avsnitt 3.3.1 ovan). Dessa kan med fördel användas för uppföljning av tillskottsvattenåtgärder, då de ger snabbare och mer tillförlitliga resultat på vilken effekt en enskild åtgärd har. Väderoberoende nyckeltal i form av bidragande ytor är alltså utmärkta för att utvärdera effekter av olika åtgärder inom ett avrinningsområde.

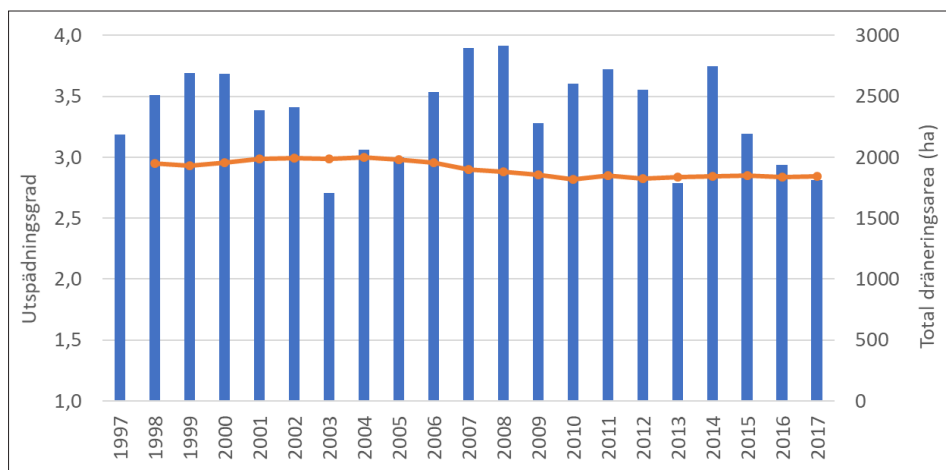
Total dräneringsarea (TDA)

Den totala dräneringsarean uttrycker hur stor area som dräneras (avvattnas) via det spillvattenförande avloppssystemet. Detta nyckeltal kan beräknas på lågupplöst flödesdata och ger en bra övergripande bild, om än inte någon detaljerad information om tillskottsvattensituationen. TDA utgör summan av regnpåverkan (SRP och TRP) och grundvattenpåverkan (GVP).

I denna analys anses allt tillskottsvatten som i grunden nederbördspåverkat. Andra källor som inte är kopplade till nederbörd, t ex havsinläckage, kommer ändå att tolkas som en fiktiv ansluten dräneringsarea. En korrekt genomförd bedömning av total dräneringsarea (TDA) baserat på analys av en längre period (minst 1 år) ger ett totalt mått på tillflödet av tillskottsvatten som i teorin är oberoende av hur mycket det regnat under studerad period. Detta gör TDA till ett lämpligt nyckeltal för uppföljning år från år för att spåra effekter av åtgärder mot tillskottsvatten, framförallt åtgärder mot Grundvattenpåverkan som oftast står för den största årsvolymen.

Vid praktisk beräkning kan det uppstå viss variation beroende på när regnet faller under året. Av detta skäl kan det vara lämpligt att studera två år i taget vid beräkning av TDA.

I Figur 3.6 visas en jämförelse mellan hur Utspädningsgrad (USG) och TDA ser ut uppföljt på årsbasis över en 20-årsperiod.



Figur 3.6

Jämförelse av uppföljning av Utspädningsgrad (USG) och Total dräneringsarea (TDA) på årsbasis. USG i blå staplar varierar från år till år och ger liten information om åtgärders påverkan, medan TDA i orange linje kan ses avta och sen ligga stilla från år till år. TDA har här beräknats baserat på rullande analys över två års data.

Bidragande ytor i relation till systemparametrar

Genom att relatera de olika komponenterna för bidragande ytor till olika systemparametrar, som avrinningsområdets storlek eller antal meter ledning i de olika områdena, fås en bra bild över var åtgärder skulle vara mest effektiva. En beskrivning av dessa ses nedan.

Jämförelse med total yta inom det tekniska avrinningsområdet

För att få en större förståelse i jakten på tillskottsvattenkällor kan det vara bra att titta på beräknade ytor i förhållande till den totala ytan inom det tekniska avrinningsområdet. Detta kan ge information om hur koncentrerat problem för olika typer av tillskottsvatten är.

En bra utgångspunkt är att titta på relationen mellan den beräknade Totala Dräneringsarean (TDA) i förhållande till den totala ytan för det tekniska avrinningsområdet. Om värdet TDA/m^2 (enhetslöst tal) är större än 1 indikerar detta att det område som dräneras till det spillvattenförande ledningsnätet är större än det tekniska avrinningsområdet, alternativt att det finns externa källor (läckande dricksvattenledningar, inläckage från ytvatten eller hav m.m.) som också påverkar.

Att titta på varje typ av bidragande yta separat ger också bra information om vilka områden som bidrar mest till det totala tillskottsvattenflödet och därmed var det kan vara prioriterat att börja med tillskottsvattenåtgärder.

Om till exempel kvadratmeter Snabb regnpåverkan per kvadratmeter total yta (SRP/ m^2) är högt i områden med separerat avloppssystem kan det indikera stor andel felaktigt anslutna hårdgjorda ytor, som tak eller rännstensbrunnar. Det är troligt att ett område med högt tal på SRP/ m^2 har stor påverkan på toppflöden till reningsverk.

Höga tal för Grundvattenpåverkan per kvadratmeter (GVP/ m^2) visar på att det är stor påverkan från kontinuerligt basflöde (årstidsbundna variationer i läck- och dränflöde) i området och att området troligtvis i hög grad bidrar till totala volymen tillskottsvatten.

Jämförelse med antal meter spillvattenförande ledning i avrinningsområdet

Att relatera bidragande yta till meter kommunal spillvattenledning (med självfall) i avrinningsområdet kan ge en grov uppfattning om svårighetsgrad eller var det är enklast att uppnå effekt per krona som spenderas på åtgärder mot tillskottsvatten. Ett högt nyckeltal indikerar att det krävs åtgärd på mindre antal meter ledning för att få effekt jämfört med ett område med lägre nyckeltal.

För TRP och GVP är den typ av åtgärder som minskar tillskottsvatten ofta av liknande typ. Därför kan dessa två analyseras på samma sätt och tillsammans. Åtgärder för att minska SRP är däremot ofta av en annan typ, och är därför bäst analyserad för sig. Dock så är det, som för nyckeltalet ovan, alltid intressant och informationsgivande att se relationen mellan de tre komponenterna inom nyckeltalet, då det ger information om vilken komponent som skulle ge bäst nytta för pengarna vid åtgärd inom varje område.

Jämförelse med antal personer inom avrinningsområdet

Att relatera tillskottsvattenbelastning till spillvattenbelastning görs ju oftast idag med nyckeltalet Utspädningsgrad (USG), se nedan under avsnittet om Väderpåverkande nyckeltal. USG är ju dock per definition väderberoende, och kräver långa tidsperspektiv för att vara relevant som jämförelsetal. Ett alternativ är att jämföra bidragande yta (SRP, TRP och / eller GVP) med antal personer som belastar spillvattennätet.

Ett skäl att relatera tillskottsvattenflöden till mängden spillvatten, eller antal anslutna personer, är att olika delar av ett spillvattenförande system ofta historiskt är dimensionerade i förhållande just spillvattenmängden. Detta gäller t ex pumpstationer och bräddavlopp i kombinerade avskärade system, samt reningsverkets kapacitet för olika reningssteg. En stor bidragande yta per person indikerar således större risk för överbelastning av ledningssystemets kapacitet.

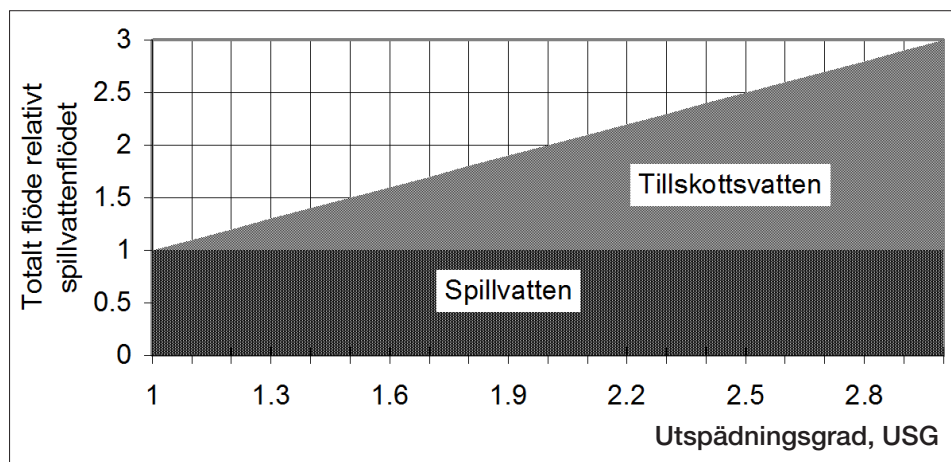
3.3.2.2 Väderpåverkade nyckeltal

Utspädningsgrad och andel tillskottsvatten

Utspädningsgraden (USG) definieras som den totala avloppsvattenmängden dividerat med spillvattenmängden. Utspädningsgraden 2.0 innebär alltså lika delar spillvatten och tillskottsvatten, vilket kan ses i Figur 3.7.

Utspädningsgrad är ett nyckeltal som är enkelt att ta fram och det krävs varken högupplöst eller särskilt hög kvalitet på data för att beräkna detta. Dock ger

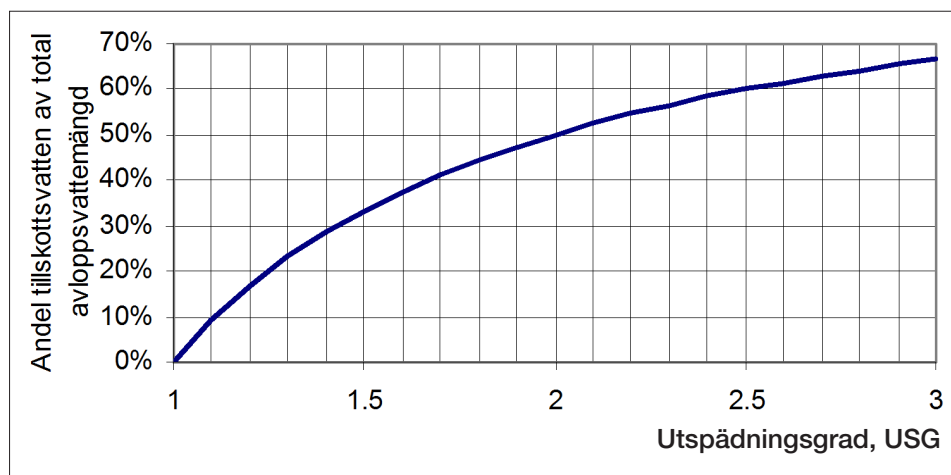
utspädningsgraden ingen detaljerad information om vilken påverkan eller konsekvenser tillskottsvatten har på ledningsnät och reningsverk, och inte heller någon vägledning för åtgärder. Utspädningsgrad rekommenderas därför inte som uppföljningsparameter för tillskottsvatten.



Figur 3.7
Innebörd av begreppet utspädningsgrad, där tillskottsvattenvolymen relateras till spillvattenvolymen.

Utspädningsgraden varierar beroende på regnvolym under perioden som beräknas. Det är vanligt att beräkna utspädningsgrad på årsbasis, vilket ger ett fluktuerande värde från år till år, beroende på om det varit ett torrt år eller nederbördsrikt år. Notera därför att USG som ett jämförelsevärde endast är meningsfullt som ett medelvärde över en lång period. Vid kortare perioder (enskilda år, månader och dagar) är variationerna stora. Erfarenhetsmässigt krävs flödesdata för en period om minst 4–5 år för att täcka in tillräckliga variationer i årsnederbörd.

Utspädningsgraden är direkt relaterat till nyckeltalet andel tillskottsvatten i procent av totalt avloppsvattenflöde, som troligtvis är det vanligaste nyckeltalet för uppföljning av tillskottsvattenproblematik. Sambandet mellan de båda ses i Figur 3.8.



Figur 3.8
Relationen mellan utspädningsgrad och tillskottsvattenmängd uttryckt som andel av total avloppsvattenmängd.

Tillskottsvatten i relation till ledningslängd eller anslutna personer

På samma sätt som för bidragande ytor kan tillskottsvattenflödet vid en specifik tidpunkt, eller medelflödet för en period, relateras till systemparametrar.

Ett vanligt förekommande nyckeltal är LDM (l/dygn och meter), där tillskottsvattenflöde divideras med ledningslängden. Detta används ofta vid sammanställning av resultat från kortvariga (momentana) flödesmätningar i många punkter inom ett avgränsat

område under en kort period (ofta under ett fåtal timmar nattetid då spillvattenflödet oftast är begränsat). Nyckeltalet är då en god indikator på vilka ledningssträckor/delområden som bör åtgärdas eller undersökas vidare via t ex TV-filmning.

Ett alternativ till LDM är att tillskottsvattenmängden relateras till antalet personer som är anslutna till aktuellt område, LPD (l/person och dygn). Detta kan tolkas som andel tillskottsvatten per fastighet, där ett högre värde kan indikera större tillskott på privat mark, via serviser eller dränering (förutsatt någorlunda likartad bebyggelse).

Av samma skäl som för utspädningsgraden (USG) rekommenderas inte ovanstående nyckeltal, varken LDM eller LPD, som lämpliga uppföljningsparameter för tillskottsvattnets utveckling över tid. Hänsyn måste då tas till både årstid och hur nederbördssituationen sett ut både före och under mätperioden. Detta resulterar oftast i en svår och osäker bedömning om man inte kan hänga upp jämförelsetidpunkterna i data från en referenspunkt med kontinuerlig flödesmätning, gärna kombinerat med beräkning av bidragande ytor eller hydrologisk modellering.

4 Samspel ledningsnät och reningsverk

Sverige har väl utbyggda avloppssystem och hårda regler för kontroll av utsläpp från avloppsreningsverk. Tillskottsvattnet som letar sig in i ledningsnätssystemet har stor påverkan både på ledningsnät och avloppsreningsverk, men konsekvenserna kan visa sig på olika sätt.

Snabbt och långsamt tillskottsvatten har olika konsekvens och påverkan på ledningsnät och reningsverk. Snabbt tillrinnande tillskottsvatten från ytor för snabb- och trög regnpåverkan orsakar källaröversvämningar på ledningsnätet, nödbräddning vid pumpstationer och bräddning från kombinerat system. Det kan därför vid utredning av problem på ledningsnätet vara av extra intresse att titta på nyckeltal för snabb regnpåverkan, men också trög regnpåverkan, speciellt vid kraftiga regn som föregåtts av långvariga blötperioder.

De flesta reningsverk i Sverige har någon typ av dokumentation på inkommande flöde över tid. Det är därför en bra plats att börja sin analys, både då en stor del av de utsläpp av näringsämnen som sker från avloppssystemet sker vid avloppsreningsverket, men också då det ger en bra helhetsbild över förhållandena på ledningsnätssystemet att utgå ifrån. Genom att fokusera på tillskottsvattnets variation vid, och påverkan på, reningsverket kan problemet ringas in och rätt typ av källa identifieras och åtgärdas.

4.1 Konsekvenser av tillskottsvatten på avloppsreningsverk

Reningsverkets förutsättningar att hantera inkommande avloppsflöde varierar från verk till verk, men bland de kommuner som medverkat i projektet återkommer en del problemställningar.

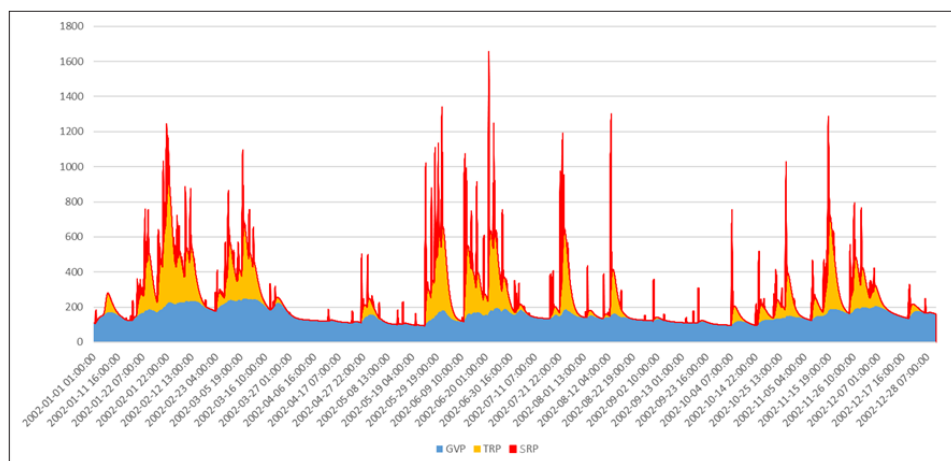
Stora volymer över tid kan orsaka problem på reningsverk med höga dimensionerande flöden, problem med slamflykt eller störning av reningsprocessen vid långvariga regnperioder eller snösmältning, samt slitage på pumpar och bassänger.

Toppflöden orsakar kapacitetsbrist i kritiska reningssteg i reningsverket, som gör att det flöde som inte får plats måste förbiledas delar av reningsprocessen. Alternativt så bräddas den del av flödet som inte får plats alls på reningsverket innan intaget och släpps ut orenat. Höga toppflöden kan också störa reningsprocessen med kraftiga variationer i utspädningsgrad och kan på så sätt göra det svårt att uppnå satta utsläppskrav.

Precis som för ledningsnät är det viktigt att veta fördelningen mellan snabbt och långsamt tillskottsvatten för att förstå vilka förutsättningar som råder i det anslutna upptagningsområdet. Det i sin tur är en förutsättning för att kunna avgöra vilka åtgärder som är mest effektiva för att förhindra de problem som tillskottsvatten orsakar.

Bräddning vid toppflöden orsakar höga halter vid utsläpp under kort tid och kan ha en chockeffekt på recipienten. Förbiledning orsakar istället stor utsläppt mängd under lång tid.

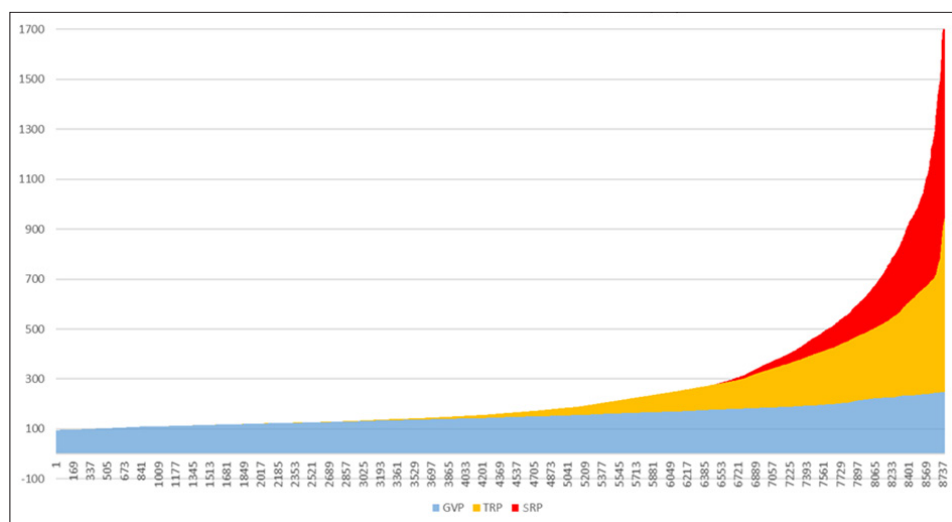
Genom att göra komponentanalysen som presenteras i kapitel 7.2 med högre upplösning över tid, kan trender och årstidsvariationer ge en djupare förståelse för hur ledningsnätet och avrinningsområdet fungerar. Ett exempel på detta ses i Figur 4.1 nedan där årsvariationen för inflödet av tillskottsvatten till ett svenskt reningsverk för ett enskilt år visas. Som för de flesta reningsverk så infaller de högsta flödestopparna i samband med nederbörd och snabb tillrinning från hårdgjorda ytor. Störst påverkan från trög regnpåverkan uppträder ofta i samband med längre medelintensiva nederbördsperioder



Figur 4.1

Tillskottsvattnets variation under normalåret, uppdelat i grundvattenpåverkan (GVP), trög regnpåverkan (TRP) samt snabb regnpåverkan (SRP).

För att ytterligare fördjupa analysen av årsvariationen så kan data i Figur 4.1 sorteras och visas i storleksordning, ett så kallat varaktighetsdiagram, vilket kan ses i Figur 4.2.



Figur 4.2

Varaktighetsdiagram över inkommande tillskottsvattenflöde till ett reningsverk. Den timme på året då det kommer in minst tillskottsvatten är timme 1 till vänster, sedan är flödet sorterat i storleksordning till den timme på året då det kommer in mest tillskottsvatten längst till höger. De tre komponenterna GVP (blått), TRP (gult) och SRP (rött) visar hur dessa komponenter fördelar sig över varaktigheten.

Varaktighetsdiagrammet ger en tydligare bild över hur de olika komponenterna bidrar till årsvariationen, samt kan ge en indikation på hur reningsprocessernas kapacitet påverkas av tillskottsvatten och dess varaktighet över året.

Kapaciteten i avloppsreningsverkets reningssteg är olika, och också olika känsliga för förändringar i flöden. Till exempel så kan reduktionen i fosfor upprätthållas till viss del även i avloppsvatten som bara genomgår försedimentering, på grund av dess partikelbundna form, medan reduktion av kväveföroreningar uteblir helt om reningssteget för kväve förbileds, då kväve oftare är löst i vattnet.

Med information om kapacitet och reningsförmåga i de olika reningsstegen på reningsverket, samt mätningar eller beräkningar på hur reningsgraden försämras vid olika flödesintervall, kan en uppskattning göras om hur mycket olika ytor bidrar till försämrade rening och ökade utsläpp till recipient.

Se exempel i kapitel 9 – Fallstudie Trollhättan.

5 Referenslitteratur

Följande litteratur har identifierats som synnerligen relevant inom området tillskottsvatten. Litteraturen har genomgått och värderats i relation till de analyser och slutsatser som dras i denna studie. Utvalda rapporter utgör ett bra komplement till föreliggande rapport och rekommenderas till läsaren som önskar förkovra sig i publicerat material inom tillskottsvatten.

VA-Forsk Rapport 1993-08

Indirekt Nederbördspåverkan i Spillvattensystem

Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin

Denna rapport ger en god beskrivning av såväl problemställning som utmaningarna med att lokalisera källor och att finna lämpliga åtgärder mot tillskottsvatten beaktande de lokala förutsättningarna. Behoven av att vid praktisk åtgärdsplanering ta hänsyn till de naturgivna förutsättningarna, såsom hydrogeologi och topografi, i den lokala skalan poängteras. Rapporten är grundläggande och rekommenderas till alla som arbetar med tillskottsvattenfrågor.

Naturvårdsverket 4480, 1995

Nyckeltal för läck – och dränvatten i avloppsnät

Gilbert Svensson, Ann-Marie Gustafsson

Föreliggande studie tar utgångspunkt i flera delar av denna rapport, både metoder för nyckeltalsberäkning och de resultat som presenteras avseende tillskottsvattensituation i Sverige i början av 1990-talet. Föreliggande rapport kan i vissa delar, bland annat kapitel 3 och kapitel 7, ses som en moderniserad version av Naturvårdsverket 4480.

VA-Forsk Rapport 1997-15

Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystemet

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

Rapporten beskriver bland annat hur miljökrav bör formuleras för avloppssystem. Ett stort antal åtgärder på ledningsnät och vid reningsverk utvärderas i rapporten och jämförs ur ett kostnads/nyttoperspektiv baserat på nyckeltalet ”kr per kg reducerad syretäring”. Rapporten är ett bra komplement till föreliggande studie och skäms inte för att ha dryga 20 år på nacken, med intressanta tankar om miljökrav som borde kunna inspirera dagens hantering av krav på tillskottsvattenarbete. Bland annat poängteras betydelsen av att de lokala förutsättningarna beaktas vid formulering av krav.

SVU-Rapport 2012-13

Undersökningsmetoder för att hitta källorna till tillskottsvatten

Ulf Lundblad, Jonas Backö

Rapporten ger en god beskrivning av olika praktiska undersökningsmetoder för att hitta källorna till tillskottsvatten, inklusive bedömning av dess för- och nackdelar. Bland annat värderas olika metoder för anslutnings- och överläkningskontroll. Här understryks även vikten av bra flödesmätning, att bedöma ”fiktiv ansluten yta” (benämnt snabb/trög regnpåverkan i föreliggande rapport), samt att effekter av åtgärder bör följas upp.

SVU-Rapport 2014-11

Juridisk och ekonomisk hantering av tillskottsvatten som sker till spillvattenförande ledning innanför förbindelsepunkt

Ulf Lundblad, Jonas Backö

En åtgärdsplan mot tillskottsvatten som ej beaktar bidragen från privat mark är en dålig plan (författarnas anm.), då dessa i många fall står för en ansenlig del av de totala tillskottsvattenflödena. SVU-Rapport 2014-11 ger värdefullt stöd då enskilda fastighetsägare skall åläggas att åtgärda fel och brister på sina egna ledningar, både vad som gäller juridiskt och ekonomiskt.

SVU-Rapport 2017-16

Omfattning av bräddning i svenska kommuner

Cecilia Wennberg, Hanna Nordlander, Claes Hernebring

Rapporten ger en god beskrivning av bräddningens omfattning i svenska kommuner, ett av de viktigaste problemen att hantera som följd av tillskottsvatten.

6 Enkätstudie

För att få en överblick över hur svenska kommuner hanterar och resonerar runt tillskottsvatten har en enkätstudie gjorts, där referenskommunerna i projektet har fått besvara totalt 16 frågor om kommunens tillskottsvattensituation och tillskottsvattenarbete. Frågorna besvarades i september 2018.

Nedan redovisas frågorna samt en sammanställning och resonemang angående svaren. Vad varje kommun svarat på respektive fråga redovisas i bilaga B.

Medverkande kommuner presenteras i kapitel 7.1 nedan.

6.1 Hur hanteras tillskottsvatten på kommuner i dagsläget

Vilka huvudsakliga källor ser kommuner till tillskottsvatten?

Kommuner som har kombinerade system ser ett betydligt bidrag från dem. De flesta kommuner förutsätter att den största volymen tillskottsvatten kommer från läck- och dränvatten och att felkopplade husdräneringar är en stor bidragande källa. Också inläckage från äldre och otäta spillvattenledningar är en ofta kommenterad källa.

Hur utreder och följer kommuner upp tillskottsvattenvolymer?

Många kommuner följer upp och beräknar tillskottsvattenmängd vid reningsverket. Även lokala flödesmätningar i problemområden är vanliga. Många kommuner har svårt att kvantifiera mer än årsvolym tillskottsvatten, men även denna siffra kan variera kraftigt från år till år eller mellan reningsverk i samma kommun trots liknande förhållanden.

Vilka problem upplever kommunerna att tillskottsvatten orsakar?

Flera kommuner i enkäten har problem med källaröversvämningar och bräddning från kombinerat ledningsnät och reningsverk samt nödbräddning från spillvattenpumpstationer pga. kapacitetsbrist. På reningsverket har kommunerna svarat att problemen i första hand är förbiledning/minskad effektivitet i rening, ojämn flödesbelastning och negativ påverkan på slamkvalitet/slamålder samt ökade kostnader för kemikalier och energi.

Problemen uppträder i första hand vid snösmältning, långvariga blötperioder eller kraftiga skyfall.

Hur har problemen lösts historiskt?

Historiskt har tillskottsvatten i sig inte varit en prioriterad fråga. Däremot jobbades det mycket på att minska bräddning, vilket gör att många kommuner har svarat att tidigare åtgärder har varit utjämningsmagasin, sanering av kombinerade ledningsnät och ökad avledningskapacitet i huvudledningsnätet mot reningsverket. Några skriver också att det historiskt fokuserat mycket på att minska utläckage av dricksvatten.

Hur prioriteras åtgärder och följs någon metodik i arbetet?

Många kommuner arbetar i första hand med kända problemområden och gör åtgärder när de hittar tillskottsvattenkällor. Åtgärderna är dock inte alltid fullt underbyggda i sin form, utan det antas eller förväntas ge en viss effekt som ibland uteblir. En ambition finns i de flesta kommuner att i framtiden jobba mer systematiskt och använda tillgängliga data och analyser. Vid prioritering är det flera kommuner som försöker göra någon typ av kostnads-nytta-analys. Flera har också öronmärkt pengar i investeringsplanen för tillskottsvattenåtgärder.

Hur har utvecklingen över tid sett ut och vad tror kommunerna om den framtida utvecklingen?

Kommunerna har lite eller dålig dokumentation på hur det faktiskt förhåller sig med utvecklingen av tillskottsvattenmängden över tid. Många förutsätter att den har ökat

eller är oförändrad. När det gäller den framtida utvecklingen så tror många att kraven på att begränsa tillskottsvattenmängden kommer öka, och flera har en förhoppning om att en ökad medvetenhet och fokus på problematiken och ökad förnyelsetakt ska göra att tillskottsvattenvolymen minskar. Andra tror att försämringar i ledningsnät och ökad regnintensitet kommer att förvärra situationen.

På reningsverk svarar alla kommuner utom en att de inte tar hänsyn till tillskottsvatten vid dimensionering av processer eller att de antar att tillskottsvattenmängden ska vara konstant som den är idag.

På vilket sätt har kommunerna utvärderat påverkan av tillskottsvatten på reningsverk?

Flera kommuner har gjort mindre utredningar och beräkningar som rör driftsekonomi/resurser på reningsverket, samt att flera följer upp och registrerar temperatur och flöde som kommer in till reningsverket och har noterat att tillskottsvattenmängden ökar och temperaturen sjunker vid långvariga regnperioder. En större kommun har gjort mer omfattande utredningar om påverkan och provtagningar medan andra mindre kommuner inte har utvärderat tillskottsvattenpåverkan på reningsverket alls.

Vilka åtgärder har varit framgångsrika för att minska tillskottsvatten?

Flera kommuner upplever att riktat arbete med felkopplingar och infordring minskar flödet i de åtgärdade områdena, men få har gjort uppföljande flödesmätningar för att bekräfta detta.

7 Resultat av uppdaterade tillskottsvattenanalyser

Ett av syftena med denna studie har varit att göra en kunskapsuppdatering av tillskottsvattensituationen i svenska kommuner. I kapitlet nedan beskrivs insamling och analys av tillskottsvattendata för medverkande VA-organisationer under perioden 2012–2017. Utöver detta redovisas exempel på hur man kan analysera flödesdata utifrån redovisade begrepp i kapitel 3.3 för ett enskilt reningsverk. Slutligen redovisas beräkningar och slutsatser genom jämförelse av mätdata och historiskt reproducerade data från de VA-organisationer som medverkade i den studie som genomfördes i början av 1990-talet (Gustafsson & Svensson 1995).

7.1 Medverkande parter och erhållen data

Data har erhållits från reningsverk i kommuner / VA-förbund som redovisas i Tabell 7.1.

Borås	Karlskrona	Luleå	Sundsvall
Göteborg	Kiruna	Lycksele	Trelleborg
Halmstad	Kungsbacka	Malmö – Klagshamn	Trollhättan
Helsingborg	Käppalaförbundet	Malmö – Sjölanda	Västerås
Kalmar	Linköping	Norrköping	Örebro

Tabell 7.1
Medverkande kommuner
/ VA-organisationer.

Vald tidsperiod för analys av flödesdata och nederbörd är 2012–2017 då perioden innehåller båda blötare och torrare år. Begärd indata (redovisas i Tabell 7.2) har i vissa fall kompletterats med antaganden då data ej varit tillgänglig.

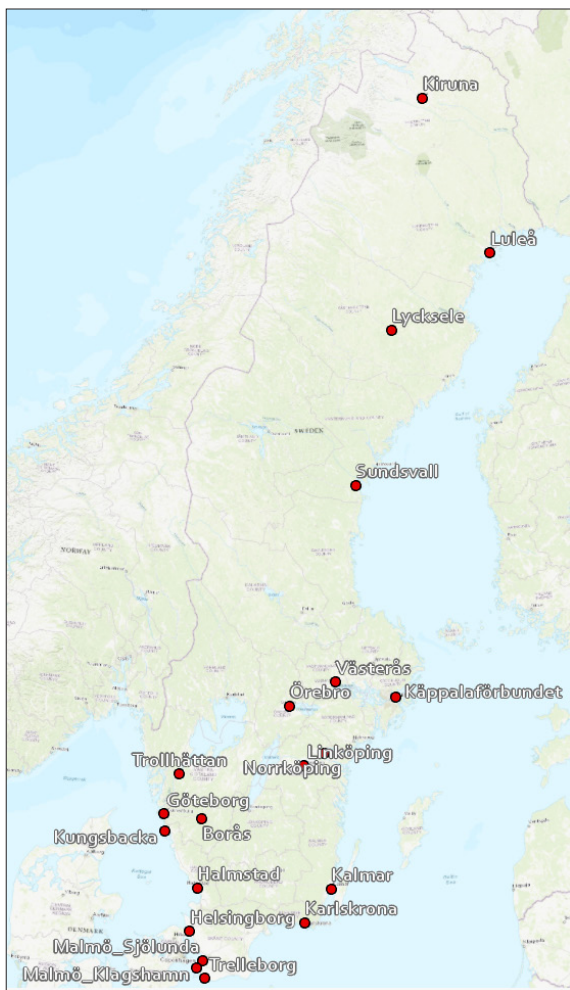
Typ av data	Enhet
Uppmätt flöde till reningsverk	m ² /s (högupplöst)
Uppmätt flöde till reningsverk samt regndata	m ² /s (lågupplöst), mm
Antal anslutna personer	PE
Ledningslängd (och typ) självfall	m
Vattenförbrukning / deb. mängd	m ² /s (lågupplöst)
Verksamhetsområdets yta, spill	m ²
Procent duplikatsystem	-
Procent drän till spill	-
Procent ledningar äldre än 1970	-
Kompletterande information/erfarenhet	-
Kompletterande information/erfarenhet	-

Tabell 7.2
Begärd indata för
medverkande parter.

Kvalité på indata är viktigt för att kunna få fram korrekta analysresultat. En stor del av utfört arbete har inneburit att hjälpa medverkande parter att tolka sin egen data på ett sådant sätt att korrekta analyser har kunnat genomföras. För att kunna beräkna snabb regnpåverkan (SRP) krävs högupplöst flödesdata samt nederbördsdata för motsvarande period. För beräkning av trög regnpåverkan (TRP) samt grundvattenpåverkan (GVP) krävs längre period av flödesdata, beräkningsmetoder kräver dock ej samma upplösning på insamlad data.

För en rättvis jämförelse av nyckeltal mellan olika orter så krävs också att indata redovisas på samma sätt av de medverkande kommunerna. Så har ej varit fallet i detta projekt, då redovisning av till exempel total längd på kommunala ledningar skilt sig åt mellan olika orter. Även redovisning av vad som är ansluten verksamhetsarea till reningsverket har definierats olika av olika medverkande orter.

För flera orter har det också varit ett stort jobb att samla in den data som vi efterfrågat. Det är vanligt att GIS-system inte är heltäckande eller innehåller gammal information som ej är verifierad eller uppdaterad. Viss data finns inte utan måste uppskattas eller antas. Det är också vanligt att information finns, men inte sammanställd på ett sätt så att den enkelt går att presentera eller extrahera. Detta ger dels en osäkerhet i underlag i projektet, men är också ett hinder för VA-organisationerna i sitt arbete med att förstå och därmed analysera sitt avloppssystem. Datainsamling kan också, trots moderna hjälpmedel, vara tidskrävande och komplicerat att samla in.



Figur 7.1

Geografisk spridning
av medverkande
VA-organisationer.

Medverkande parter har god geografisk spridning och spridning i antal anslutna PE till reningsverk. Erhållen indata finns redovisad i bilaga A.

7.2 Dagens tillskottsvattensituation

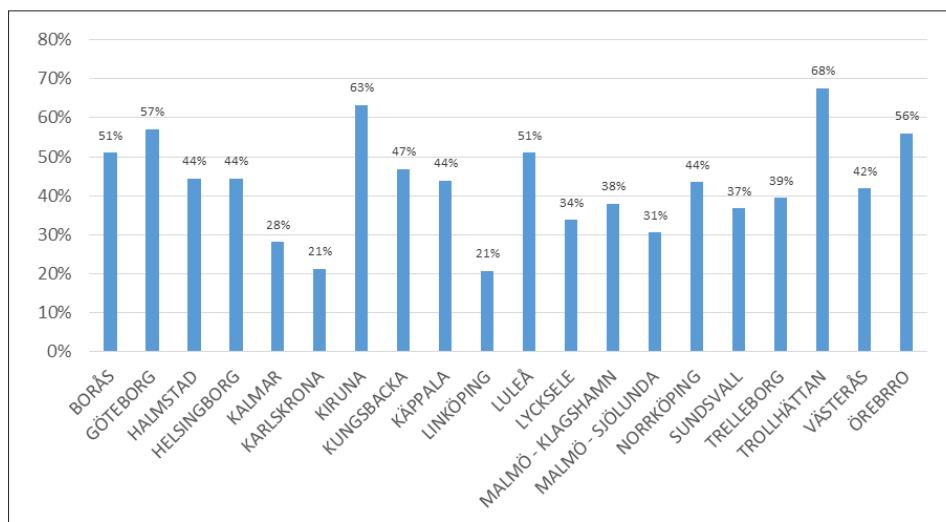
För varje medverkande kommun/tätort har fördelningen mellan de bidragande ytorna Snabb regnpåverkan (SRP), Trög regnpåverkan (TRP) och Grundvattenpåverkan (GVP) samt Utspädningsgrad (USG) beräknats. Då USG ej rekommenderas för uppföljning

eller jämförelse av tillskottsvatten redovisas denna endast översiktligt i början. Fokus i kapitlet är fördelning och analys av nyckeltal kopplat till bidragande ytor, eftersom detta ger bättre information om vilken påverkan och konsekvens tillskottsvatten har i de olika tätorterna, samt ger en indikation om vilken typ av åtgärder som skulle kunna göras för att minska tillskottsvattnets konsekvenser på ledningsnät och avloppsreningsverk.

De beräknade nyckeltalen för respektive ort kan användas i den metodik för tillskottsvattenanalys och åtgärdsplanering som presenteras i kapitel 8.

7.2.1 Andel tillskottsvatten

Det nyckeltal som används för uppföljning av flest kommuner är andel tillskottsvatten av total avloppsvolym. I nuläget varierar andelen tillskottsvatten i procent mellan ca 20–70 % av totalflödet in till reningsverk för de undersökta orterna. Andel tillskottsvatten i procent, vilket är en omräkning från det tidigare använda begreppet utspädningsgrad (USG) är, som tidigare beskrivet, starkt påverkat av de meteorologiska förhållandena. Värdet har här beräknats över en period på 5 år (2012–2017), vilket egentligen är i underkant för att få ett jämförbart värde.



Figur 7.2.

Andelen tillskottsvatten i procent av total avloppsvolym för hela perioden 2012–2017.

Andel tillskottsvatten säger väldigt lite om vilken typ av problem eller hur stora problem ett enskilt reningsverk eller ett ledningsnätssystem har med tillskottsvatten. Det är också svårt att utifrån enbart andelen se vilka åtgärder som skulle vara effektivast för att komma tillrätta med problem eller uppnå mål. I Tabell 7.3 ses medel och medianvärden för de medverkande reningsverken, både som andel tillskottsvatten och utspädningsgrad (USG).

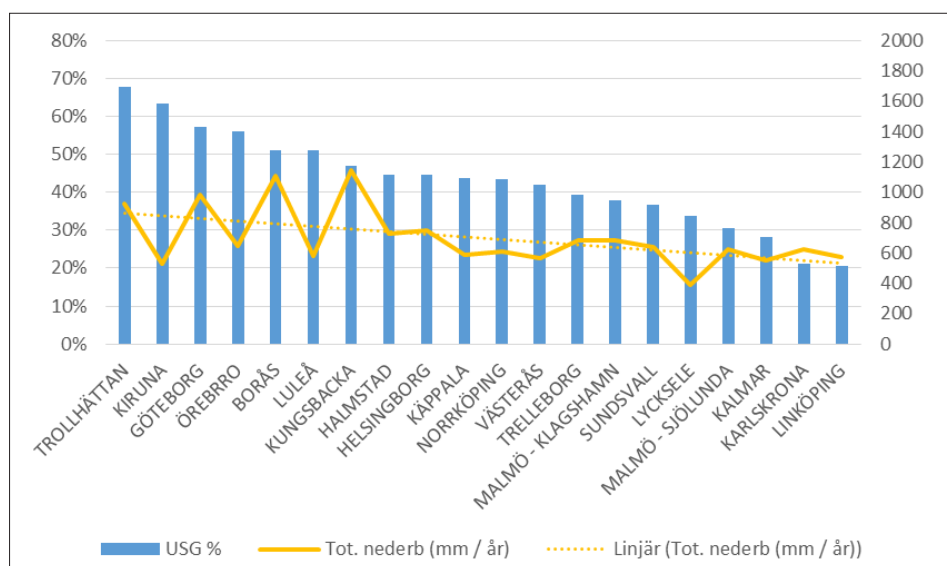
	Medel	Median
Andel tillskottsvatten, %	43	44
Utspädningsgrad	1,87	1,79

Tabell 7.3

Snitt för andel tillskottsvatten i % samt utspädningsgrad för studerade reningsverk.

Det är välbekant att mer nederbörd ökar risken för mer tillskottsvatten. Vid jämförelse av andel tillskottsvatten med årlig nederbördsvolym på respektive ort (Figur 7.3) ses visserligen ett svagt samband, men mönstret är långt ifrån entydigt.

Det är uppenbart att andra lokala förutsättningar har minst lika stor effekt på mängden tillskottsvatten i en viss kommun, såsom systemtyp, anslutningsförhållanden, topografi och hydrogeologi. Dessutom vill man tro att ett intensivt underhålls- och åtgärdsarbete i en kommun förr eller senare ger effekt.

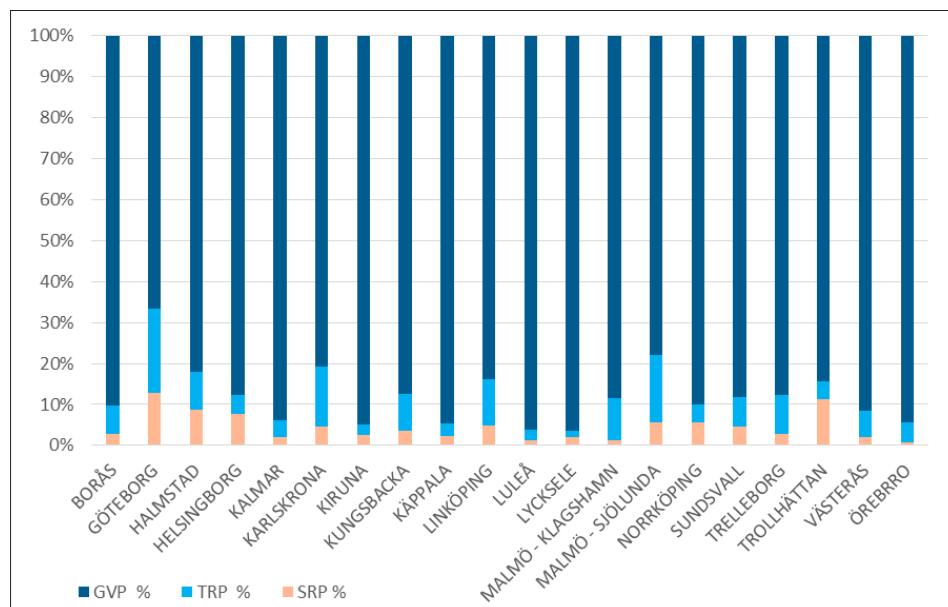


Figur 7.3
Andel tillskottsvatten (%) redovisad från högst till lägst (vänster axel) samt nederbörd per år (snitt) (höger axel, mm) för perioden 2012–2017

På frågan om det är möjligt att på förhand förutsäga hur tillskottsvattensituationen ser ut i en viss ort är svaret utan tvekan NEJ. Varje ort är unik med sina unika förutsättningar, vilket måste beaktas i det strategiska åtgärdsarbetet.

7.2.2 Bidragande ytor

För medverkande kommuner har också fördelningen mellan bidragande ytor beräknats. I Figur 7.4 nedan ses Grundvattenpåverkan (GVP) i mörkblått överst, Trög regnpåverkan (TRP) i ljusblått i mitten och Snabb Regnpåverkan (SRP) i beige nederst i stapeln, som procentuell fördelning av total bidragande yta.



Figur 7.4
Fördelning i % av total bidragande yta. Grundvattenpåverkan (GVP) i mörkblått, Trög regnpåverkan (TRP) i ljusblått och Snabb regnpåverkan (SRP) i beige.

Fördelningen säger något om vilken typ av tillskottsvatten som kan förväntas vara dominerande i årsvolym, men ger också information om vilka typer av problem som kan förväntas vara dominerande i den aktuella orten. Till exempel kan Göteborg, Malmö – Klagshamn och Trollhättan, som har större andel yta för Snabb- och Trög regnpåverkan (beige och ljusblå stapel) jämfört med flera andra orter, misstänkas ha problem med kraftiga toppflöden och bräddning eller förbiledning vid reningsverket i större

utsträckning än till exempel Lycksele och Örebro. I de sistnämnda orterna kan istället blöta långvariga regnperioder på hösten eller snösmältningsperioden på våren vara de tillfällen som orsakar mest problem för ledningsnät och pumpstationer.

I Tabell 7.4 ses medel och medianvärde för de tre komponenterna för bidragande yta, både i procentandel och i hektar för de medverkande reningsverken. Att skillnaden är så stor mellan medel och median för bidragande area (gråa fält) beror på att det är stor skillnad i storlek mellan de medverkande reningsverkens avrinningsområde.

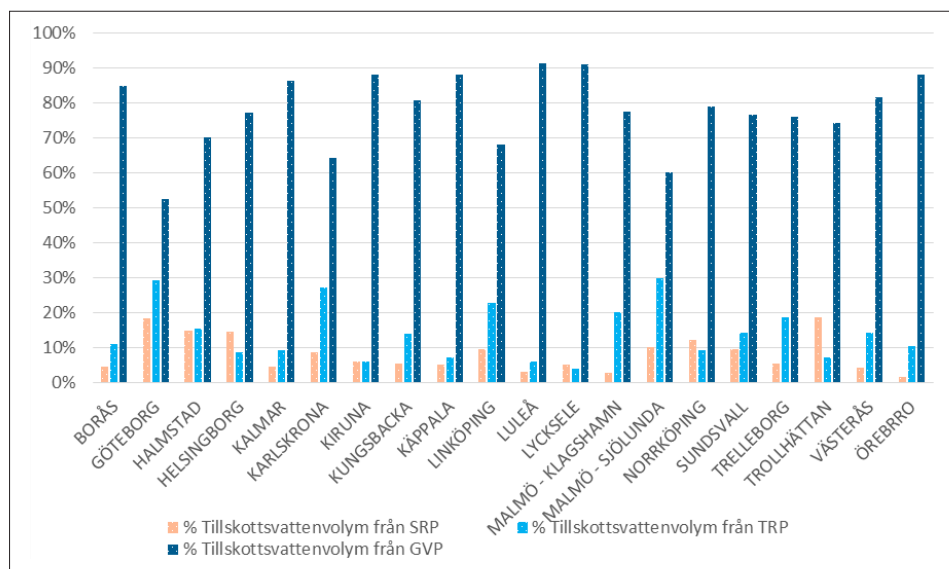
	Medel (%)	Median (%)	Medel (ha)	Median (ha)
SRP	4	3	181	45
TRP	8	7	289	89
GVP	88	88	2317	1 218

Tabell 7.4

Medel och median för SRP, TRP samt GVP för beräknade reningsverk.

En slutsats från Figur 7.4 är att en väldigt stor del av de bidragande ytorna är grundvattenpåverkade. Detta innebär att de stora volymerna, av tillskottsvatten, som kommer till reningsverket i huvudsak består av långsamt tillrinnande grundvattenflöden.

Utifrån ytor och nederbördstyp har en beräkning genomförts som redovisar totala volymer av tillskottsvatten indelade enligt SRP, TRP och GVP (Figur 7.5). Volymererna är beräknade utifrån nettonederbörd (avdunstning avdragen). Då den aktuella avdunstningen är högre för bidragande ytor med långsammare avrinningsförlopp jämfört med snabb avrinning, skiljer sig volymsfördelningen något från beräknade ytor i Figur 7.4.



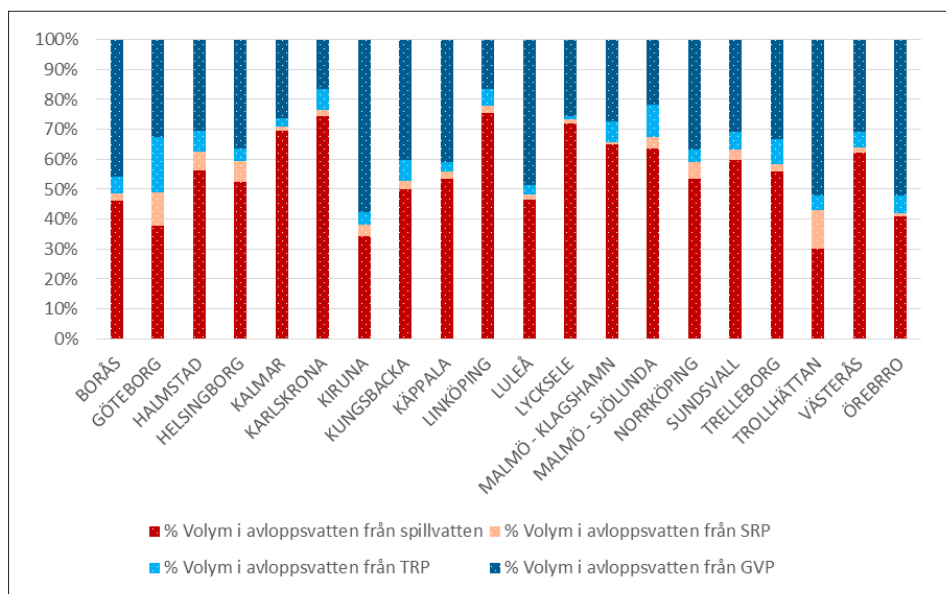
Figur 7.5

Fördelning av inkomna volymer tillskottsvatten.

Mönstret blir dock liknande och bekräftar tolkningen av Figur 7.4, att ytor för grundvattenpåverkan står för de största volymerna av tillskottsvatten.

Figurerna ovan visar bara fördelningen av ytor för själva tillskottsvattnet, en annan intressant aspekt är hur mycket av den totala avloppsmängden som är tillskottsvatten. I Figur 7.6 ses fördelningen av volymer över den beräknade perioden (samma volymer som i Figur 7.5, men även spillvattenvolymen är med).

I Figur 7.6 ses hur stor andel av det totala inflödet till reningsverket som är spillvatten och fördelningen av tillskottsvattnets olika komponenter i förhållande till det. Bräddade volymer på ledningsnätet är inte med i denna analys. Dessa står dock generellt för liten del av årsvolymer (0,4 % – 4 % av total tillrinning till avloppsreningsverket). Likt Figur 7.2 ger diagrammet ovan en bild av hur mycket av den inkommande volymen till reningsverket som är spillvatten respektive tillskottsvatten, men här fås även en uppfattning



Figur 7.6
Volymfördelning mellan spillvatten och tillskottsvatten uppdelat i komponenterna SRP, TRP och GVP för respektive medverkande ort.

om vilken typ av tillskottsvatten det rör sig om, vilket ger en fördjupad bild över hur reningsverket påverkas av anslutna ytor och den problematik som kan uppstå. I Tabell 7.5 ses medel och median i procent av total avloppsvolym för de olika komponenterna.

	Medel (%)	Median (%)
Spillvatten	55	55
Snabb regnpåverkan (SRP)	4	2
Trög regnpåverkan (TRP)	6	6
Grundvattenpåverkan (GVP)	35	33

Tabell 7.5
Snitt volymsfördelning.

Snabb regnpåverkan är kanske den komponent som är enklast att härleda, då den i stor utsträckning består av snabbt avrinnande flöde från hårdgjord yta. I separerade system betyder detta oftast felkopplade takytor eller vägytor som avleds via rännstensbrunn direkt till spillvattenförande ledningsnät, eller snabba kraftiga överläckage mellan dag- och spillvattenledning. Även nödutlopp mellan spillvattensystem och dagvattensystem i ledningsnätet kan bidra till stora toppflöden om de är fel utformade och låter dagvatten rinna in i spillvattenförande ledning vid kraftiga regn.

Långsammare flöden, som Trög regnpåverkan och Grundvattenpåverkan, står för de största volymerna men kan också bidra till höga toppflöden genom att orsaka förhöjda basflöden över lång tid. En blöt höstdag efter en lång regnperiod krävs mindre regnvolum än under en torr sommarperiod för att bräddning skall inträffa till exempel.

7.2.3 Nyckeltal

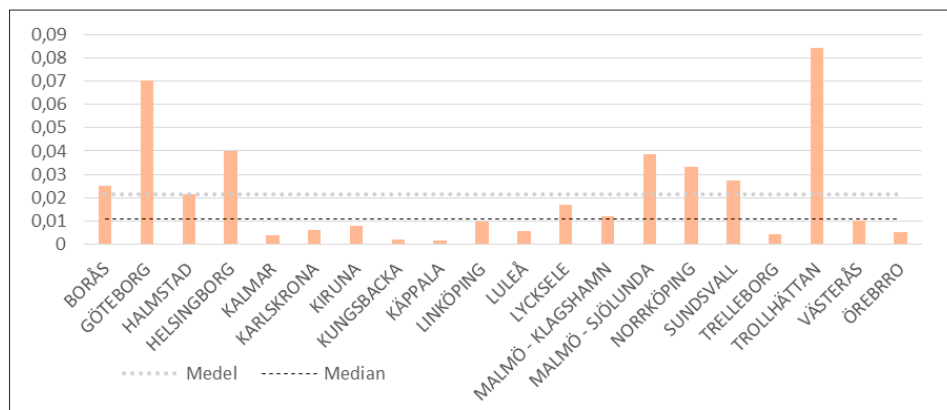
Eftersom skillnaden mellan de olika medverkande reningsverken är stora, både i kapacitet, nederbördsförhållanden och storlek på bidragande ytor, så är det svårt att göra jämförelser mellan orterna rakt av. Istället används nyckeltalen som beskrivs i kapitel 3.3.2.1 för att göra jämförelser. På detta sätt kan jämförelser ske både mellan olika orter som det görs i denna rapport, men framförallt kan nyckeltal användas av enskilda VA-organisationer för att jämföra anslutna delavrinningsområden med varandra och identifiera var åtgärder är mest effektiva.

Jämförelser i detta kapitel sker för beräknade ytor i relation till det tekniska avrinningsområdet, den totala ledningslängden och antalet personekvivalenter som är anslutna till reningsverken.

Bidragande yta i förhållande till tekniskt avrinningsområde

Bidragande yta för Snabb Regnpåverkan i förhållande till yta för tekniskt avrinningsområde (SRP/m²) är ett enhetslöst tal (m²/m²). Samma för Bidragande yta för Trög regnpåverkan i förhållande till yta för tekniskt avrinningsområdet (TRP/m²) och Bidragande yta för grundvattenpåverkan i förhållande till tekniskt avrinningsområde (GVP/m²).

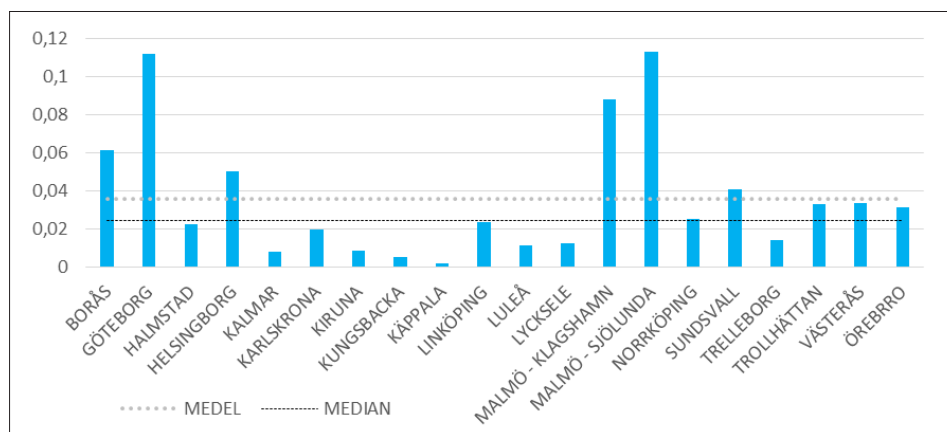
Jämförelse av SRP/m², TRP/m² och GVP/m² för medverkande orter visas i Figur 7.7, Figur 7.8 och Figur 7.9 nedan.



Figur 7.7

SRP/m²: Yta för snabb regnpåverkan i förhållande till det tekniska avrinningsområdet.

I Figur 7.7 ses att många kommuner har låga värden för SRP/m², men att ett fåtal sticker ut med höga värden. SRP/m² är ett bra nyckeltal för att hitta områden med hög påverkan på toppflöden. Höga värden för SRP/m² innebär att en stor del av tillskottsvattnet från det området är snabbt avrinnande, som till exempel stor andel kombinerat system, kraftiga överläckage mellan dag- och spillvattenledningar eller mycket felanslutningar av stuprör eller rännstensbrunnar. Denna typ av ytor är förhållandevis ”lätta” att identifiera och åtgärda, undantaget snabbt överläckage från dag till spill, som kan kräva omfattande undersökningar för att finna.

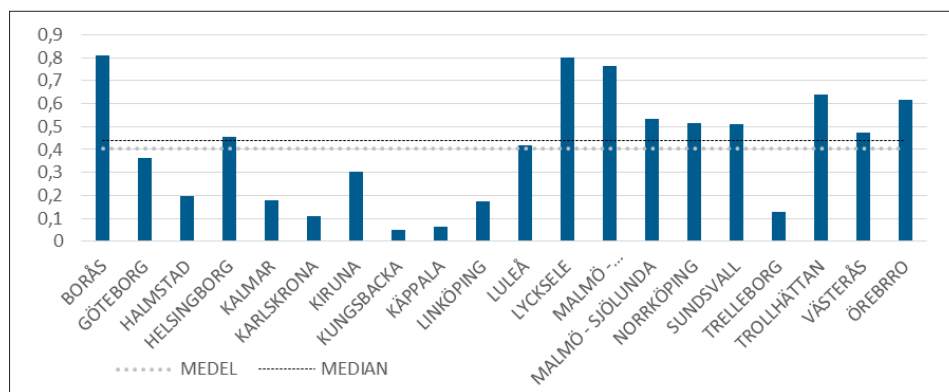


Figur 7.8

TRP/m²: Yta för trög regnpåverkan i förhållande till tekniskt avrinningsområde.

För TRP/m² är median och medel generellt högre än för SRP/m², vilket kan tyda på att ytor för trög regnpåverkan historiskt har varit svårare att identifiera och åtgärda. Källorna kan t ex vara anslutna husgrundsdräneringar, långsamma överläckage mellan dag- och spillvattenledningar, eller förhållandevis snabbt grundvatteninläckage.

Grundvattenpåverkan i förhållande till tekniskt avrinningsområde är det nyckeltal som är högst av de tre ovan visade nyckeltalen, vilket inte är förvånande med tanke på vad som visats i Figur 7.4 och Figur 7.5. Yta för grundvattenpåverkan är inte enbart kopplad till ledningsnätets typ och anslutningar, som t ex kombinerat system eller felkopplingar,



Figur 7.9
GVP/m²: Yta för grundvattenpåverkan i förhållande till tekniskt avrinningsområde.

utan påverkas också av andra naturgivna förutsättningar. Jordlagerföljd, topografi och djup till berg kan ha stor påverkan hur mycket infiltration och inläckage som letar sig in i ett spillvattenförande system. Även utläckage från dricksvattenledningar och ledningsnätets generella status/ålder kan påverka denna flödeskomponent.

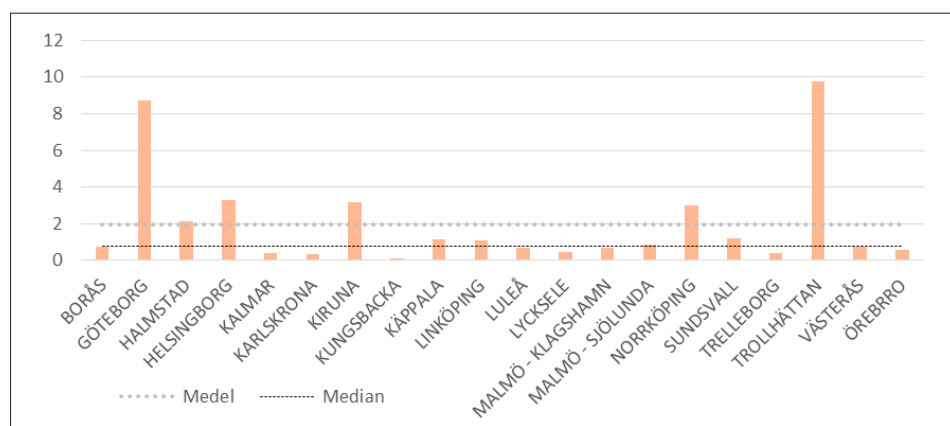
Grundvattenpåverkan är också den parameter som kräver längst mätserier för att kunna fastställas, eftersom inläckaget oftast är årstidsbundet och kraftigt varierande från år till år beroende på total nederbörd och dess fördelning under året.

Bidragande yta i förhållande till total spillvattenförande ledningslängd

Nedan följer jämförelse av bidragande yta i förhållande till total ledningslängd för de tre komponenterna Snabb regnpåverkan (SRP), Trög regnpåverkan (TRP) och Grundvattenpåverkan (GVP) i Figur 7.10, Figur 7.11 och Figur 7.12.

Total ledningslängd avser endast kommunala självfallsledningar för spillvatten. Servisledningar på privat mark ingår inte. Det är dock välkänt att inläckage och felaktigheter på privat mark ofta står för stor andel av den totala tillskottsvattenvolymen.

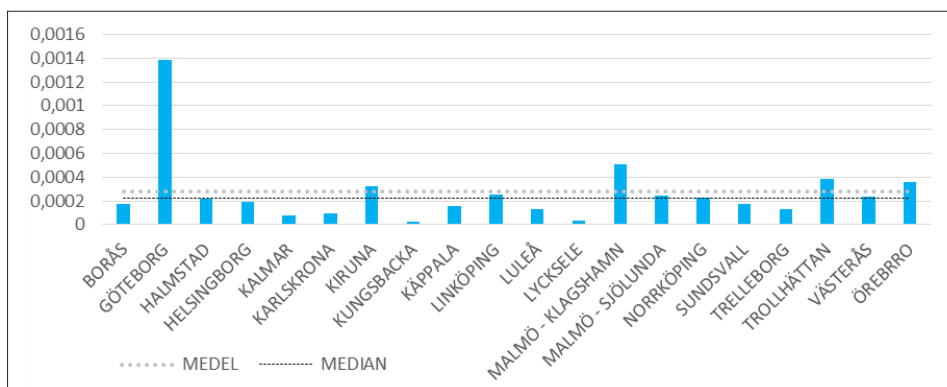
Nyckeltal per meter ledning ger en indikation om hur omfattande en tänkt åtgärd måste vara för att uppnå ett resultat. Om nyckeltalet är högt, som till exempel SRP/m för Trollhättan i Figur 7.10 nedan, så indikerar det att det finns möjlighet att reducera mycket yta på kort sträcka vid en åtgärd. Kostnadseffektiviteten för åtgärder bör alltså vara högre för områden som har höga nyckeltal i Figur 7.10, Figur 7.11 och Figur 7.12.



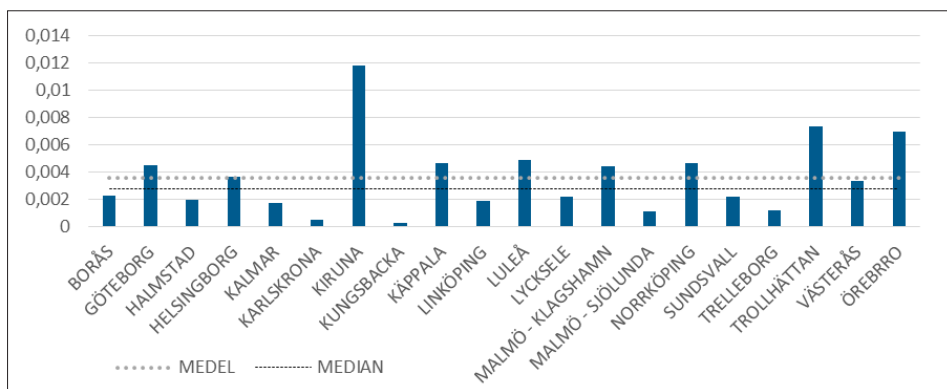
Figur 7.10
SRP/m: Yta för snabb regnpåverkan i förhållande till total kommunal ledningslängd.

Åtgärder som reducerar SRP/m kan till exempel vara att rätta till felaktigt anslutna stuprör eller rännstensbrunnar, eller separera ett kombinerat ledningsnätssystem.

Åtgärder som reducerar TRP/m kan till exempel vara att rätta till felaktigt ansluta husgrundsdräneringar, förhindra överläckage mellan dag- och spillvattenledningar eller separering av kombinerade ledningssystem där dräneringsledning ansluts till dagvattenledning.



Figur 7.11
TRP/m: Yta för trög regn-påverkan i förhållande till total kommunal ledningslängd.



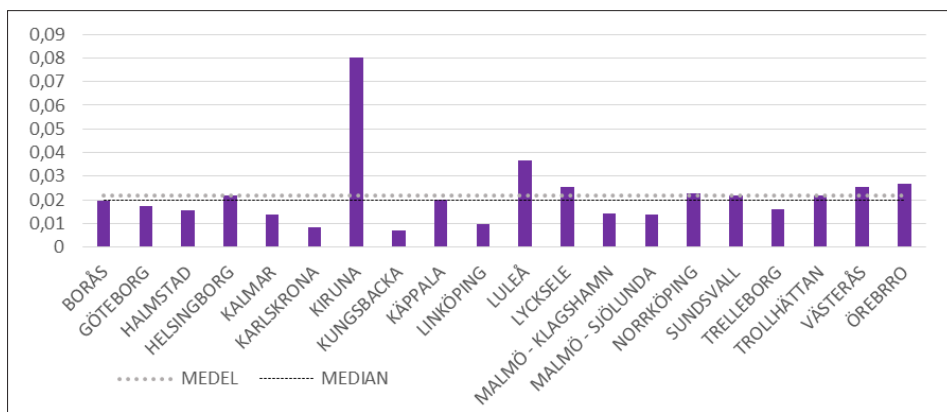
Figur 7.12
GVP/m: Yta för grundvatten-påverkan i förhållande till total kommunal ledningslängd.

Åtgärder som reducerar GVP/m kan vara till exempel tätning av ledningssträckor eller avskärande dränering.

Bidragande yta i förhållande till antal personer

Att relatera bidragande ytor till antal personekvivalenter liknar syftet med att använda utspädningsgrad som nyckeltal. Då relateras tillskottsvattnet till spillvattenflödet, men istället för att titta på själva flödet eller volymen över en period så används i denna jämförelse antal personekvivalenter, som ju står i direkt relation med dygnsmedel för spillvatten. Genom att samtidigt sätta bidragande yta, istället för total flödesvolym, i relation med personer, erhålls ett nyckeltal för tillskottsvatten som i mindre omfattning påverkas av nederbördsmängd och väderförhållanden enskilda år.

Antal personekvivalenter är beräknat på de som är anslutna till det aktuella reningsverket.



Figur 7.13
TDA/pe: Total dränerings-area i förhållande till antal anslutna personekvivalenter. TDA består här av summan av alla bidragande ytor (SRP+TRP+GVP).

Eftersom den totala dräneringsarean är summan av SRP+TRP+GVP så kommer orter med hög andel GVP i förhållande till TRP och SRP hamna högre i jämförelse med orter som har lägre andel, jämför Figur 7.4. Orter som i Figur 7.2 (andel tillskottsvatten) ligger högt på grund av riklig nederbörd får i denna jämförelse lägre värden eftersom effekten av nederbördsvolym på den enskilda orten i princip neutraliseras i denna typ av nyckeltal.

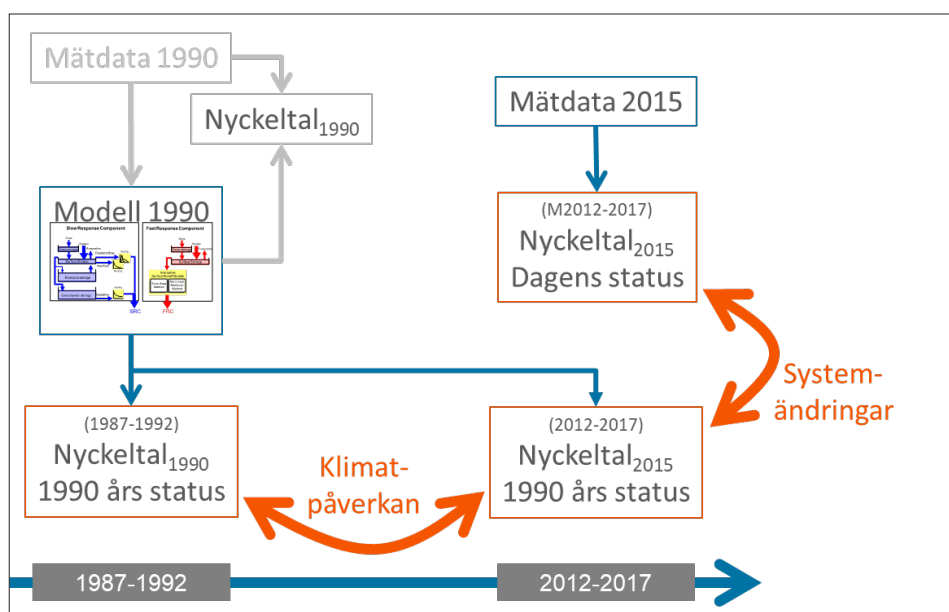
7.3 Tillskottsvatten – en historisk analys

Analyserna i denna rapport är till viss del gjorda som en uppdatering av analyserna i en tidigare studie som genomfördes under tidigt 1990-tal (Gustafsson & Svensson 1995). Det är därför av intresse att analysera vad som hänt under dessa dryga 25 år, dels avseende förändringar i tillskottsvattenflöden generellt till följd av åtgärder och eventuell förändrad kondition, dels avseende eventuella klimatförändringar och hur dessa påverkat tillskottsvattnet. Eftersom flera av orterna som medverkat i denna studie även deltog i studien under 1990-talet öppnas denna unika möjlighet.

7.3.1 Metodbeskrivning

Ursprunglig mätdata från 1987–1992 som låg till grund för analysen på 1990-talet finns tyvärr inte kvar. I den tidigare studien kalibrerades dock hydrologiska modeller mot den tidens data och dessa modeller har kunnat vaskas fram och användas på nytt och på så vis digitalt rekonstruera uppmätta flöden enligt den tidens ledningsnätetsfunktion för respektive ort under perioden 1987–1992.

Samma modeller (som alltså beskriver den tidens ledningsnätetsfunktion) har sedan även använts för att simulera flöden med dagens klimat för perioden 2012–2017. Resultaten från denna simulering illustrerar en teoretisk version av de flöden vi borde förvänta oss "idag" (2012–2017) under förutsättning att avloppssystemens status var helt oförändrade mot idag. Jämförs dessa flödesresultat för perioden 2012–2017 med rekonstruerade flöden för perioden 1987–1992, erhålls ett mått på den klimateffekt man haft i respektive ort under de gångna ca 25 åren. Jämförs samma beräknade flödesresultat för perioden 2012–2017 istället med ny insamlad mätdata för perioden 2012–2017, erhålls ett mått på de systemmässiga förändringar som skett i respektive ort (utan påverkan av klimat). En schematisk bild av ovan beskrivna jämförelseförlopp kan ses i Figur 7.14 nedan.



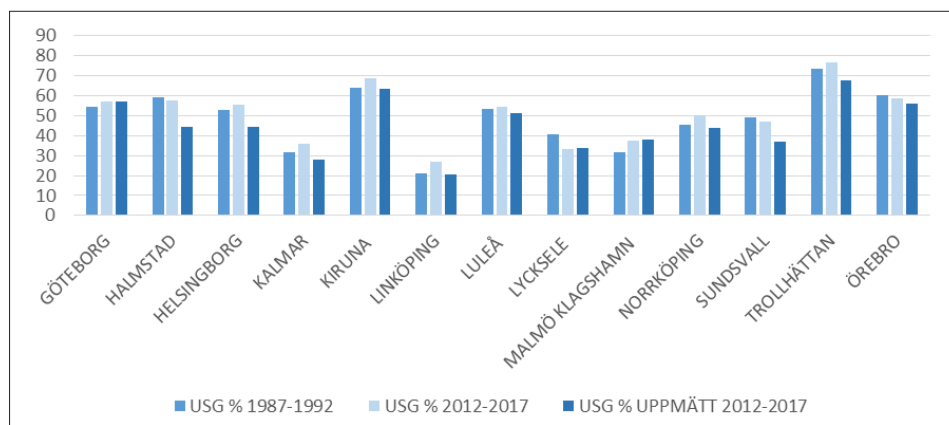
Figur 7.14
Metod för analys av
örändring för tillskottsvat-
tenvolym mellan tidigare
analys i början av 1990-talet
och förnyad mätdataanalys i
föreliggande studie.

7.3.2 Resultat

Resultat redovisas här i procentuell förändring. Detaljerad data visas i bilaga A.

Resultaten för andel tillskottsvatten visar att för två tredjedelar av de medverkande orterna har tillskottsvattenandelen minskat mellan jämförda tidsperioder. I Figur 7.15 ses förändringen i andel tillskottsvatten i procent per ort för de tre beräknade scenarierna. Den tredje (mörkblå) stapeln för varje ort är uppmätt andel tillskottsvatten för dagens läge (M2012–2017). Den andra (ljusblå) stapeln är hur andelen tillskottsvatten borde sett ut ”idag” (2012–2017) om inga förändringar hade skett i ledningssystemet (åtgärder, utbyggnad, förnyelse) under de gångna 25 åren. I figuren ses att många orter haft effekt av de åtgärder som de genomfört på sitt ledningsnät då andelen tillskottsvatten annars hade varit på den ljusblå nivån idag. Den första stapeln (mellanblå) visar hur andelen tillskottsvatten såg ut vid förra undersökningstillfället (1987–1992).

Skillnaden mellan den första (mellanblå) och den andra (ljusblå) stapeln visar istället förändringen som klimatet har gett upphov till. Här kan ses att de flesta orter upplevt en ökning i nederbörd mellan de två perioderna, som skulle gett upphov till en ökning i andel tillskottsvatten om de inte hade gjort några åtgärder på sitt ledningsnät. Till slut, skillnaden mellan den första (mellanblå) stapeln och den tredje (mörkblå) stapeln visar den totala skillnaden i andel tillskottsvatten som rapporterats mellan de två perioderna.



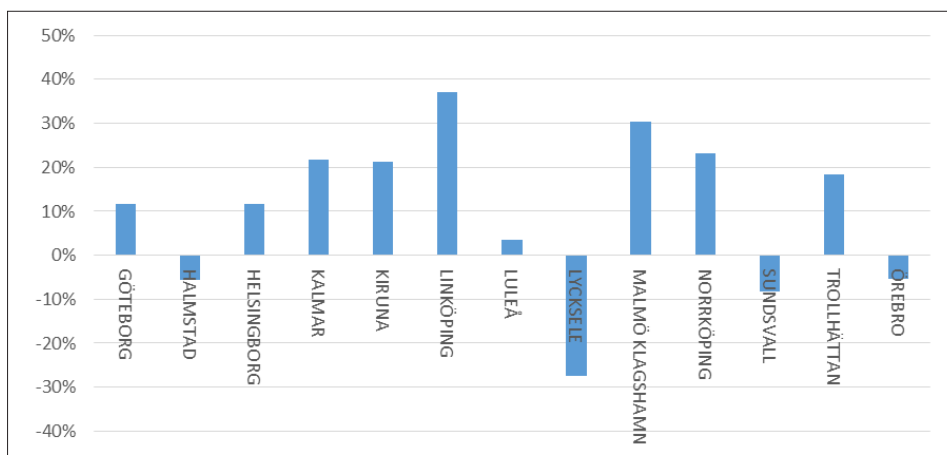
Figur 7.15

Andel tillskottsvatten i % för medverkande orter. Analys för modellerade data 1987–1992 (mellanblå), 2012–2017 års data modellerade på 1987–1992 års systemparametrar (ljusblå) samt uppmätt data M2012–2017 (mörkblå).

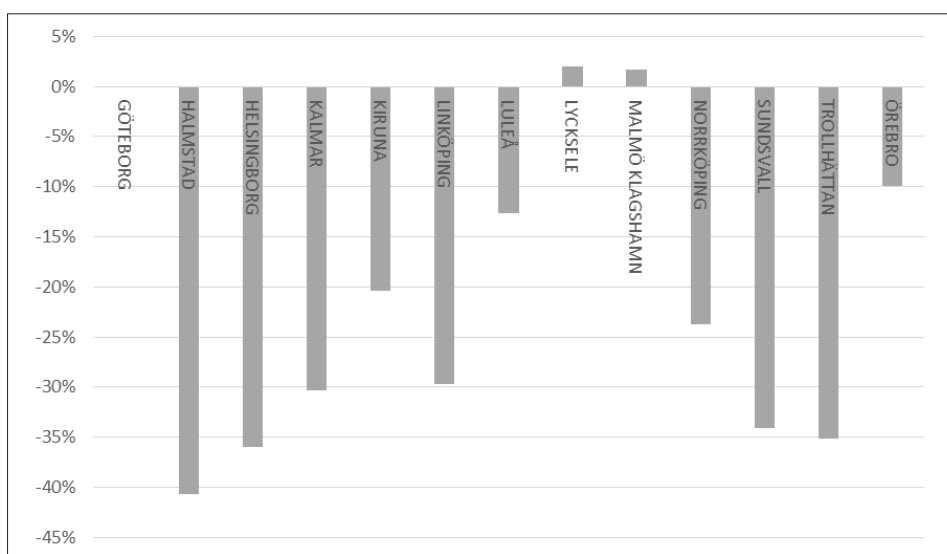
För att tydliggöra skillnaden som klimatförändringen gett upphov till mellan de två perioderna har den procentuella skillnaden mellan modellerade volymer beräknats och visas i Figur 7.16. Här kan ses att några orter upplevt en minskning i tillskottsvatten som konsekvens av nederbörd mellan de två perioderna, men för de flesta så har förändringen i nederbördsvolym gett upphov till en ökning i tillskottsvattenvolym. Notera dock att de studerade periodernas längd på 6 år egentligen är för kort period för att på ett klimatologiskt korrekt sätt kunna uttala sig om klimatförändringar. De förändringar som visas i Figur 7.16 bör därför snarare beskrivas som skillnader i väder mellan de studerade perioderna.

På samma sätt visas i Figur 7.17 förändringen mellan de uppmätta värdena för perioden 2012–2017 och de modellerade värdena för samma period, dvs modellerade utgående från den ledningsnätsfunktion som bedömdes 1987–1992. Skillnaden beskriver således den förändring som skett i ledningssystemen under de gångna 25 åren, exklusive påverkan av klimat- och väderförändringar mellan de båda perioderna. De flesta orter kan uppvisa en reduktion av tillskottsvattenvolymen till följd av åtgärds- och underhållsarbete. För de flesta orter ligger den teoretiska relativa minskningen av total tillskottsvattenvolym mellan 20–40 % sedan början av 1990-talet.

Som beskrivs i kapitel 7.2.2 så består största delen av tillskottsvattenvolymen av grundvattenpåverkan (GVP), och även trög regnpåverkan (TRP) kan ge upphov till stora volymer tillskottsvatten. Däremot är det främst den snabba regnpåverkan (SRP) som

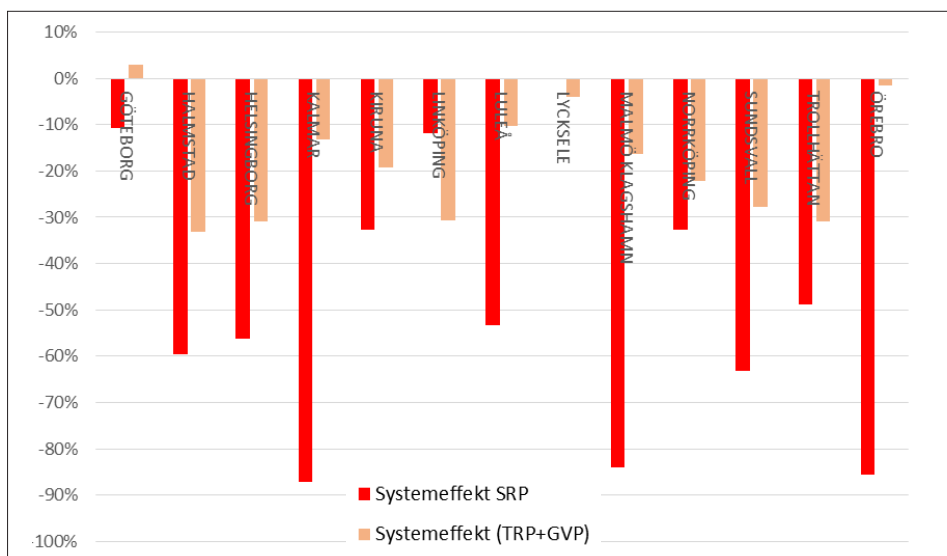


Figur 7.16
Skilnad i tillskottsvattenvolym som beror av förändring i nederbördsvolym, per medverkande ort. Skillnaden beräknas som förändringen mellan (2012-2017) och (1987-1992).



Figur 7.17
Bedömd systemförändring avseende tillskottsvattenvolym mellan perioden 1987-1992 och perioden 2012-2017. Minusvärde innebär att det spillvattenförande systemet belastas med mindre tillskottsvatten mellan de studerade perioderna.

ger upphov till toppflöden i ledningsnät och reningsverk, med risk för bräddning eller förbiledning av reningssteg på grund av kapacitetsbrist. Det är därför intressant att undersöka hur de systemförändringar som genomförts av kommunerna fördelar sig mellan snabba och långsamma flödestillskott, vilket ses i Figur 7.18 nedan.



Figur 7.18
Förändring i tillskottsvattenvolym % från systemförändringar uppdelat i snabb regnpåverkan (SRP) samt långsam regnpåverkan (TRP+GVP). *) Systemeffekt på SRP för Malmö-Klagshamn innehåller stora osäkerheter varför uppmätt effekt bör användas restriktivt.

I Figur 7.18 ses uppdelningen per ort. Röd stapel är förändringen i procent för Snabb regnpåverkan (SRP), och den beigea stapeln är förändringen för Trög regnpåverkan och Grundvattenpåverkan (TRP+GVP) tillsammans. Som kan ses så uppgår förändringen för Snabb regnpåverkan på vissa orter till nästan 90 %, det vill säga dessa orter har kraftigt minskat sina toppflöden och troligtvis också bräddutsläpp till recipient. Notera dock att summan av de två staplarna inte motsvarar den totala förändringen i Figur 7.17. Detta beror på att Snabb regnpåverkan för de flesta orterna är en så pass liten andel av den totala volymen, att en kraftig minskning av denna komponent har mycket liten effekt på förändringen av totalvolymen i Figur 7.17.

En jämförelse mellan Figur 7.17 och Figur 7.18 för Helsingborg visar till exempel att man trots 56 % minskning av volym från snabb regnpåverkan endast erhåller en minskning av total tillskottsvattenvolym på 36 %. Detta är ett tydligt exempel på att förändringar som kraftigt kan minska utsläpp genom bräddning eller förbiledning kan undervärderas eller förbises om uppföljning bara sker genom årlig andel tillskottsvatten som nyckeltal.

Att åtgärder och förändringar i systemen inte alltid syns på ett tydligt sätt i resultaten för andel tillskottsvatten gör att det blir extra viktigt att välja parametrar för uppföljning av åtgärder mot tillskottsvatten som faktiskt speglar det mål som är satt för verksamheten och för miljön. Om bräddning och nödavledning på grund av toppflöden orsakas av ytor med snabb regnpåverkan är andel tillskottsvatten ett dåligt nyckeltal för uppföljning.

8 Rekommenderad arbetsgång för strategiskt åtgärdsarbete

I följande kapitel redovisas en rekommenderad arbetsgång som kommuner eller VA-organisation kan följa för att förstå och analysera sin tillskottsvattenproblematik och vilken effekt olika typer av åtgärder skulle ha på det aktuella systemet.

Om problemen med tillskottsvatten är mer lokala, till exempel återkommande källaröversvämningar längs en ledningssträcka i samband med kraftiga regn, bör en mer lokal analys genomföras med nivå- och flödesmätningar längs aktuell sträcka och uppströms, kombinerat med nyckeltalsanalyser och åtgärdsutredning enligt kapitel 8.3.

Strategiskt tillskottsvattenarbete är ett långsiktigt arbete som för de flesta kommuner kommer vara kontinuerligt. Dels tar det tid att ställa om en organisation för att samla in data och underlag på ett sådant sätt att föreslagen arbetsmetod kan följas och mål för tillskottsvatten uppnås, men det är också viktigt att förstå och acceptera att ledningsnätets status aldrig kommer bli helt perfekt. Genom att ha en strukturerad metod för arbetet så kan dock tillskottsvattenflödena kontrolleras och hållas på en acceptabel och avvägd nivå, samt integreras i övriga verksamhetsplaner. Eftersom ledningsnätets ålder och status kan antas ha en viss korrelation med inläckage och tillskottsvattenvolym har VA-organisationer mycket att vinna på att integrera information och kunskap från tillskottsvattenarbetet i sitt övriga arbete med t.ex förnyelseplaner, och samordna dessa.

Ytterligare en aspekt för ett lyckat tillskottsvattenarbete är också att syfte och mål med arbetet är förankrat i hela organisationen. En tydlig behovsbeskrivning och målbild ger förståelse och acceptans både från medarbetare som inte är direkt påverkade av konsekvensen av tillskottsvatten men har en viktig roll i insamlande av information i fält eller analys och framtagande av data, och beslutsfattare som prioriterar resurser och investeringsmedel för hela organisationens arbete.

8.1 Analys av inkommande flödet till reningsverket

För att göra en inledande analys av tillskottsvattensituationen i ett område är det enklast att utgå från avloppsreningsverket. En mätserie på inkommande flöde med minsta upplösning per timme kan användas för den typ av analyser som förespråkas i föreliggande rapport, men även mätning med dygnsupplösning kan ge värdefull information. För att ge en rättvisande bild av hur årstidsvariationen i grundvattnet påverkar inläckage behövs en långvarig mätserie, minst 5 år är rekommenderat. Med det underlaget kan en uppdelning av flödet i snabbt och långsamt tillskottsvatten samt beräkning av nyckeltalen som presenteras i kapitel 3.3 göras.

8.2 Målformulering och uppföljningsparametrar

Med utgångspunkt i nyckeltalen, samt de problem som tillskottsvattnet orsakar i aktuell ort, kan en målformulering för tillskottsvattenarbetet tas fram. Målformuleringen bör vara kopplad till det problem och den konsekvens som ska adresseras, samt de lokala förutsättningarna i orten. Till exempel, om konsekvensen av tillskottsvattenproblematiken är att det släpps ut för mycket orenat spillvatten i en känslig recipient vid intensiva regn, antingen genom bräddning eller genom förbiledning vid verket, bör målformuleringen väljas så att målvärden och uppföljningsparametrar speglar detta. Här kan då förslagsvis bidragande yta för snabb regnpåverkan och bidragande yta för trög regnpåverkan vara intressanta parametrar att målsätta och följa upp. De snabba tillskottsvattenflödena i samband med kraftiga regn speglas bra i dessa.

Om problemställningen istället pekar mot stora volymer tillskottsvatten, med stora pumpkostnader eller kraftig utspädning vid snösmältning och blöta höstperioder med höga grundvattennivåer, bör istället målformuleringen inrikta sig på långsamma grundvattentillskott. I detta fall rekommenderas att bidragande yta för grundvattenpåverkan, och i viss mån trög regnpåverkan, används för uppföljning och utvärdering.

Att enbart använda andel tillskottsvatten utan komponentuppdelning rekommenderas inte för uppföljning eller som målvärde, då variationen i nederbörd och väderförhållanden från år till år gör det mycket svårt att se effekter av enskilda åtgärder på kort och lång sikt. Fördelen med att istället använda bidragande yta som målvärde är att denna är förhållandevis oberoende av nederbörden ett enskilt år och också enkelt kan beräknas efter åtgärder, förutsatt att flödesmätningar genomförs både före och efter att åtgärderna genomförs (se vidare under 8.5).

En aspekt som är viktigt att ta i beaktande vid målformulering och målvärden är hur stor del av tillskottsvattenproblematiken som uppstår på den kommunala delen av ledningsnätet. Beroende på ledningsnätets utformning och bebyggelsetyp och ålder i området så kan mer än hälften av tillskottsvattenvolymererna härstamma från privat mark, speciellt om stora delar av bebyggelsen har källare med husgrundsdräneringen kopplad till spillvattenledningen. Här krävs att fastighetsägare involveras i åtgärdsarbetet. Tillskottsvatten är inte ett problem som enbart uppträder på den kommunala sidan av ledningsnätet och kan heller inte enbart åtgärdas genom insatser i kommunala ledningar. Det räcker sällan med att "täta" den kommunala ledningen. Grundvattnet "hittar" då bara en annan väg, t ex via läckande serviser och dräneringsledningar. I SVU-Rapport 2014-11 (Lundblad & Backö 2014) ges råd och anvisningar om vad som gäller juridiskt och ekonomiskt då enskilda fastighetsägare skall åläggas att åtgärda fel och brister på sina egna ledningar.

8.3 Fördjupad analys och identifiering av fokusområden

För att identifiera var åtgärder är mest lämpade att utföras för att få bäst effekt till lägsta pris, måste en fördjupad analys göras. Här är det en fördel att dela in avrinningsområdet i mindre delar. Delavrinningsområdena bör väljas utifrån systemtyp och vara sammanhängande ledningsnätssystem, samt helst ha någorlunda liknande hydrologiska förutsättningar. För att göra fördjupade analyser av detta slag rekommenderas att en ledningsnätmodell tas fram, som kalibreras med flödesmätningar i fält. Fältmätningar får gärna permanentas i kritiska punkter för att få långvariga dataserier att använda för analys av långsamma tillskottsvattenflöden (GVP+TRP). För modellkalibrering av snabb regnpåverkan (SRP) kan kampanjmätningar under kortare tidsperioder användas.

När indelning och fältkalibrering av delavrinningsområden är gjorda, kan nyckeltal för respektive område beräknas. Då fås en fördjupad bild av problematiken och vilka områden som bidrar mest. VA-organisationers driftpersonal har också ofta värdefull information som inte alltid finns dokumenterad om hur flöden och utsläppspunkter fungerar eller svarar på olika regnhändelser. Samarbete mellan erfarenheter från teoretisk analys, driftpersonal på reningsverk och driftpersonal på ledningsnätet är A och O för att kunna skapa en bra heltäckande bild vid analys av problem och konsekvenser av tillskottsvatten.

Genom att använda nyckeltalet SRP/m², TRP/m² eller GVP/m² (beroende på problemställning och målformulering) identifieras områden som har en hög påverkansgrad på identifierade problem. Ju högre nyckeltal i jämförelse med andra områden, desto större påverkansgrad på nedströms liggande bräddpunkter, pumpstationer eller reningsverk.

Nyckeltalet SRP/m, TRP/m eller GVP/m indikerar var en åtgärd skulle ha bäst kostnadsnytta generellt sett. Högt nyckeltal här tyder på att stora bidragande ytor är

koncentrerade till kortare ledningssträckor, helt enkelt beroende på att en åtgärd längs en kortare ledningssträcka ofta kostar mindre och är enklare att utföra samtidigt som effekten i reducerad bidragande yta blir god.

8.4 Identifiering av åtgärder

I denna fas krävs kännedom och kunskap om de lokala förutsättningarna. Vilken åtgärd som skulle vara mest effektiv beror i stor utsträckning på vilken typ av system som finns i området, hur privata anslutningar ser ut, typ av bebyggelse och lokala förhållanden i topografi och hydrogeologi. Ofta behöver kompletterande fältundersökningar, hydrogeologiska GIS-analyser eller modellberäkningar göras för att säkerställa vilka källor som orsakar flödestillskotten och var detta sker.

Åtgärder ska såklart anpassas till den typ av problemställning som ska adresseras. En tätning av spillvattenförande ledningar har liten effekt på en bräddning som beror på felkopplade hårdgjorda ytor, medan till exempel åtgärd av felkopplade stuprör på ett enfamiljshus har liten effekt i minskad årsvolym av tillskottsvatten till reningsverket.

Problem eller målsättningar som är relaterade till snabbt tillskottsvatten i samband med regn bör föranleda åtgärder som minskar bidragande regnpåverkan (SRP+TRP), som att rätta till felanslutna stuprör, rännstensbrunnar, täta snabba överläckage mellan dag- och spillvattenledningar eller sätta backventiler på överkopplingar mellan dag- och spillvattennät. Om delar av ledningssystemet är kombinerat så är separering och ombyggnation av detta en effektiv, men ofta dyr åtgärd som kan vara svår att genomföra. Även magasinering och fördröjning, som kan omvandla snabbt tillskottsvatten till långsammare tillskottsvatten, kan ha mycket god effekt till förhållandevis låg kostnad, även om det inte reducerar tillskottsvattenvolymer totalt.

Om problem eller målsättningar är förknippade med totala tillskottsvattenvolymer så bör fokus ligga på åtgärder som reducerar den långsamma grundvattenpåverkan och delvis även trög regnpåverkan. Åtgärder kan då bestå av tätning av spillvattenförande ledningsnät på både kommunal och privat mark, rätta felansluta husgrundsdräneringar, samt separering av kombinerat ledningsnät. Dräneringsflöden och inläckage påverkas kraftigt av de hydrogeologiska och topografiska förhållandena, speciellt utsatt blir det om fastigheter har källare och spillvattenledningen ligger djupt i en svacka i topografin med naturliga utströmningsområden för grundvatten. I dessa fall är det mycket svårt att eliminera inläckage helt och hållet. Då kan åtgärder som avskärande dräneringsdiken eller separat dräneringsledning vara ett alternativ. Denna typ av "hydrogeologiska" åtgärder beskrivs och diskuteras bland annat i VA-Forsk Rapport 2002-5 (Gustafsson & Sundlöf 2002), där även juridiska aspekter och metoder för bedömning av dess effekter redovisas och exemplifieras.

8.5 Uppföljning

Åtgärder ska följas upp genom att fältmätning upprepas efter utförd insats. En ny flödesmätning kan då användas både till att mäta om åtgärden haft önskad effekt och för bedömning av om reduktionen av bidragande yta är uppnådd enligt förväntan, men också som en ny kalibrering för omräkning av nyckeltal för delavrinningsområdet. På så sätt kan nya fokusområden och åtgärder identifieras.

En brasklapp är dock på sin plats i detta avsnitt. Även om genomförda åtgärder i praktiken haft effekt på tillskottsvattenbidragen, är det inte ovanligt att dessa flödesförändringar överskuggas av de vädermässiga variationerna i flöden om mätningen endast avser en kortare period. Man skall därför inte underskatta behovet av bra flödesmätningar över längre perioder (gärna via permanenta mätare). Dessa kan då ligga till grund för löpande (t ex en gång per månad) beräkning av bidragande ytor, lämpligen baserat

på de senaste 12 månaderna (om även grundvattenpåverkan är av betydelse). Effekter av genomförda åtgärder kommer då visa sig som en successiv minskning i de beräknade bidragande ytorna av olika typ (SRP, TRP respektive GVP).

Ett ännu kraftfullare instrument för effektbedömning erhålls om man kompletterar metodiken ovan med hydrologisk modellering som kalibreras mot mätdata före genomförande av åtgärder, som sedan kan jämföras mot mätdata efter åtgärder.

9 Fallstudie Trollhättan

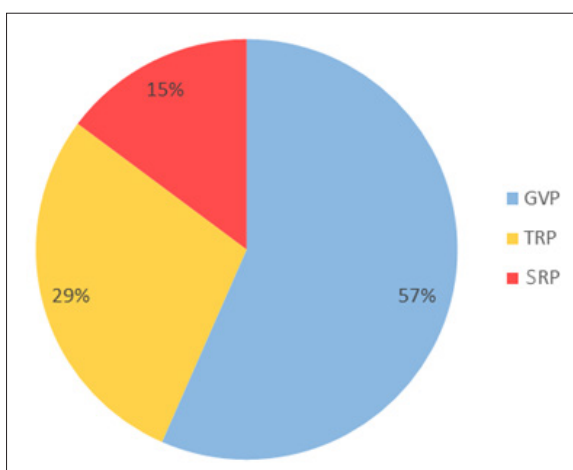
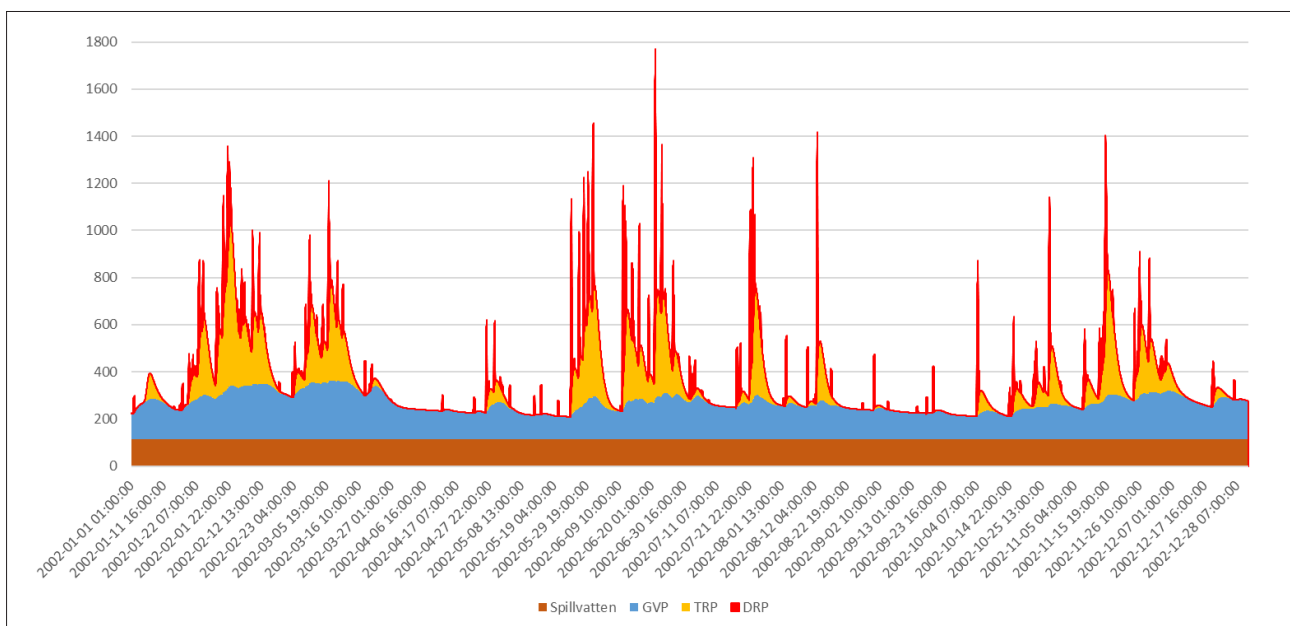
För att visa på hur en beräkning av flödeskomponenter kan se ut och vilket beslutsunderlag detta kan ge, beskrivs nedan en analys av tillskottsvattenflöden i Trollhättan kortfattat och övergripande.

9.1 Analys av inkommande flöde till reningsverket

I Figur 9.1 nedan ses inkommande flöde till avloppsreningsverket i Trollhättan under ett normalår. Flödet har delats in enligt metoden som beskrivs i kapitel 3.2. En summering av flödena visar att den största delen av tillskottsvattenvolymen under året kommer från grundvattenpåverkan (GVP), se Figur 9.2.

Figur 9.1

Tillskottsvattnets variation (samt spillvatten) för normalår i Trollhättan, uppdelat i grundvattenpåverkan (GVP), trög regnpåverkan (TRP) och snabb regnpåverkan (SRP).



Figur 9.2

Volymer tillskottsvatten som skapas av olika typer av bidragande ytor ett normalår i Trollhättan.

Bidragande yta för regnpåverkan (TRP och SRP) står för mindre andel av volymen på årsbasis. Samtidigt är det dessa komponenter som står för de kraftiga toppflödena enligt Figur 9.2. Dessa orsakar bräddning och förbiledning vid reningsverket.

Olika typ av bidragande yta påverkar alltså reningsverket olika, då andelen varierar med storlek på inkommande flöde. För att ge en ytterligare dimension till vilken påverkan tillskottsvatten har på föroreningsutsläpp så har det i Trollhättan gjorts en analys av hur reningsgraden för olika föroreningsämnen påverkas när förbiledning av reningssteg måste göras på grund av kapacitetsbrist.

Reningsprocessen i Trollhättan sker i tre steg, se Tabell 9.1. Först kommer försedimenteringen som har kapacitet upp till 1 000 l/s. Sedan går avloppet in i det biologiska reningssteget, Bio 2, som har en kapacitet på 500 l/s. Det sista reningssteget är byggt för kvävereduktion och har en kapacitet på 170 l/s.

	Reningsgrad per delström		
	Red BOD ₇	Red P-tot	Red N-tot
Bio 1 – < 170 l/s	98 %	94 %	70 %
Bio 2 – < 500 l/s	90 %	94 %	25 %
Endast fördsedimentering – < 1 000 l/s	30 %	40 %	0 %

Tabell 9.1

Bedömning av reningsgrad för olika flödesnivåer

I tabellen ses reningsgraden för tre olika föroreningsämnen beroende på hur stor del av reningsverkets processteg som avloppsvattnet genomgår. Bio 1 är full rening medan det flöde som endast genomgår försedimentering bara får reduktion av det som sedimenterar av fasta partiklar. Beroende på hur föroreningsens karaktär så skiljer sig reningsgraden över de olika reningsstegen. För totalkväve (N-tot) så sjunker reningsgraden drastiskt från 70 % i Bio 1, till 25 % i Bio 2 och 0 % i det avloppsvatten som endast genomgår försedimenteringen och förbileds övriga reningssteg. Det är stor skillnad mot för totalfosfor (P-tot) där reningsgraden är 94 % upp till och med flöden genom Bio 2 och som också sjunker, men bara till 40 %, för det avloppsvatten som endast genomgår försedimentering.

Det innebär att åtgärder som tar bort toppflöden, eller omvandlar toppflöden till flöden som Bio 2 har kapacitet att hantera, kommer ge stor förbättring i hur mycket fosfor som släpps ut, men inte lika stor effekt på hur mycket kväve som släpps ut. Siffrorna baseras på analys av uppmätta halter i inkommande och utgående flöden på Trollhättans avloppsreningsverk under en femårsperiod.

Tillskottsvatten från Grundvattenpåverkan orsakar stora tillskottsvattenvolymer men uppnår god reningsgrad. Tillskottsvatten som inkommer vid medelintensiva flöden härstammar till stor del av Trög regnpåverkan. Volymer från Trög regnpåverkan uppnår i reningsverket till största delen fortsatt god reningsnivå för fosfor, men en del av flödet måste ibland ledas förbi båda biostegen (vid $Q > 500$ l/s) vilket leder till sämre grad av rening, se Tabell 9.1.

Majoriteten av den Snabba regnpåverkan måste förbiledas båda biostegen och orsakar vid dessa tillfällen en kraftig utspädning med försämrad rening totalt sett. Vid kraftigare regn överskrids även verkets totala kapacitet med bräddning uppströms verket som följd.

Årsvolymen för Snabb regnpåverkan är liten i förhållande till totalvolymen tillskottsvatten, ca 15 %, men det är denna komponent som ändå främst orsakar stor tillförsel av föroreningsämnen till recipient. Åtgärder på ledningsnätet för att minska snabba tillflöden till reningsverket skulle alltså ha mycket god effekt för att minska utsläppen till recipienten.

Med ovanstående metodik kring komponentuppdelning och enkla betraktelser av ett reningsverks reningsförmåga i olika flödesintervall är det alltså möjligt att bedöma och peka ut vilka typer av flödesbidrag som ger störst miljöpåverkan. På liknande sätt kan metoden även användas för att beräkna förväntad reduktion av belastningen till recipient, för en specifik åtgärd i ett specifikt område, eller för en hel åtgärdsplan.

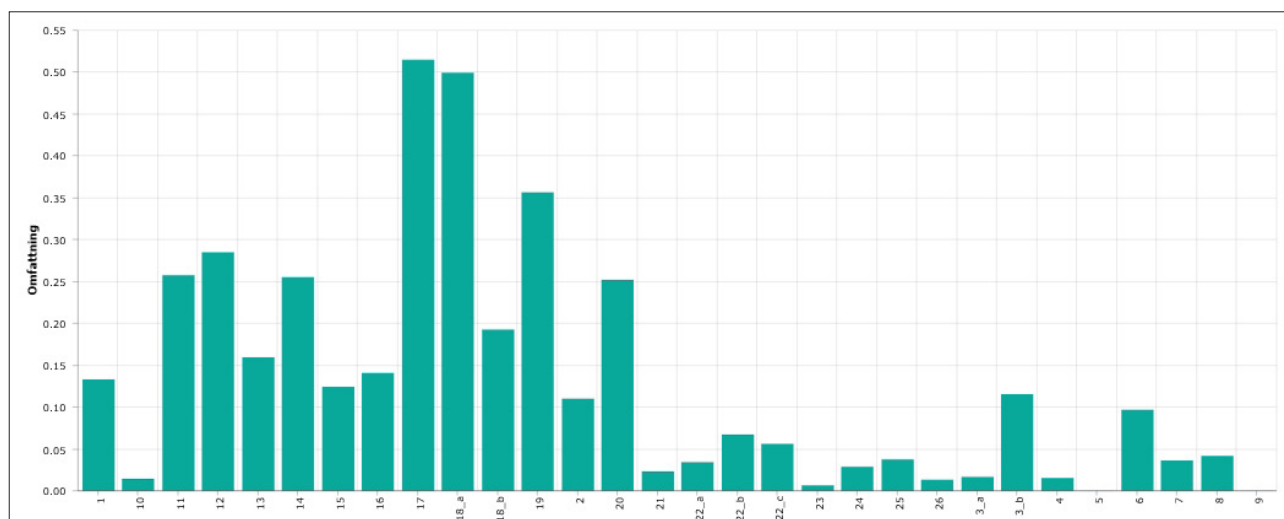
9.2 Målformulering och uppföljningsparametrar

Av analysen ovan framgår att primärt snabb och trög regnpåverkan (SRP och TRP) orsakar utsläpp av näringsämnen, både genom orenade bräddutsläpp men också genom förbiledning och störning av reningsprocesser på reningsverket i Trollhättan. Därför är rekommendationen för Trollhättan att fokusera på mål- och uppföljningsvärden för reduktion av snabb regnpåverkan generellt, samt reduktion av bräddning och förbiledning vid verk, vilket även innefattar reduktion av trög regnpåverkan.

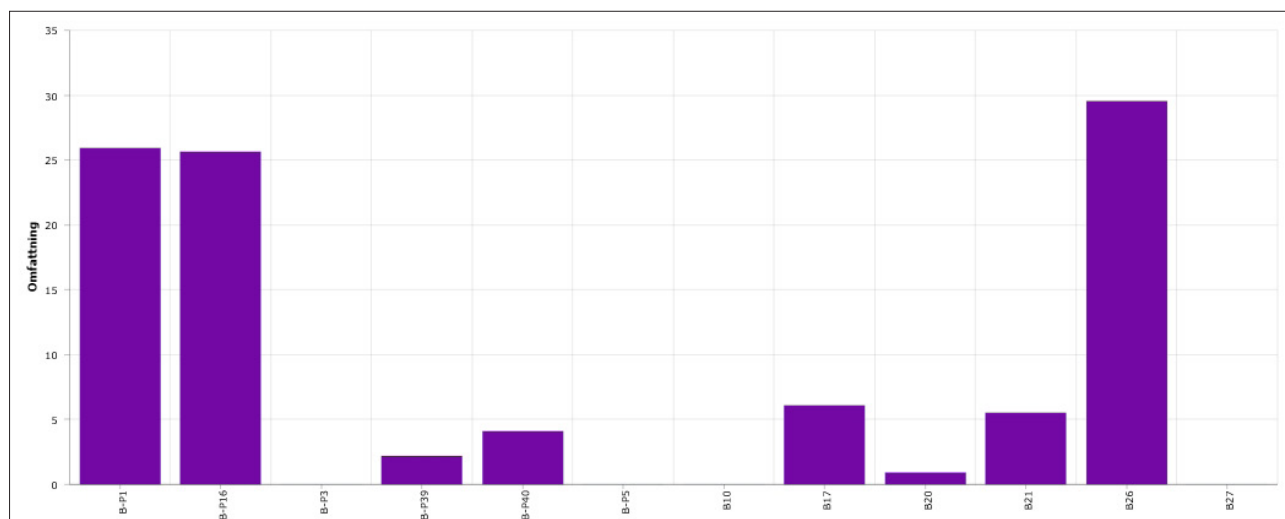
9.3 Fördjupad analys och identifiering av fokusområden

I Trollhättan finns ett begränsat antal fasta flödesmätare på ledningsnätet, men istället finns en avrinningsområdesmodell för huvudavloppssystem som successivt kalibrerats mot kampanjmätningar. Denna kan användas för flödessimulering och sedan framräkning av nyckeltal för respektive delavrinningsområde. I Figur 9.3 nedan ses nyckeltalet SRP/m² för Trollhättans tekniska avrinningsområden under ett framtaget normalår. Figuren visar att det finns några delområden som står för stor påverkan, och andra som inte bidrar lika mycket till snabba flöden och därmed toppflöden på reningsverket.

Figur 9.3
Snabb regnpåverkan per kvadratmeter total avrinningsyta i respektive tekniskt avrinningsområde i Trollhättan. Beräknat för ett medelår.



För bräddning ses resultaten i Figur 9.4. Här kan ses att tre bräddpunkter tillsammans står för 80 % av den totala bräddningen ett normalår. Genom att fokusera på dessa och på åtgärder i de lokala områdena uppströms kan arbetet med att radikalt minska bräddningen fokuseras till ett fåtal delområden. Med kännedom om vilka delavrinningsområden som påverkar respektive bräddpunkt och sedan se hur nyckeltalen för Snabb regnpåverkan och Trög regnpåverkan ser ut för dessa, kan förslag till lämpliga typåtgärder tas fram.

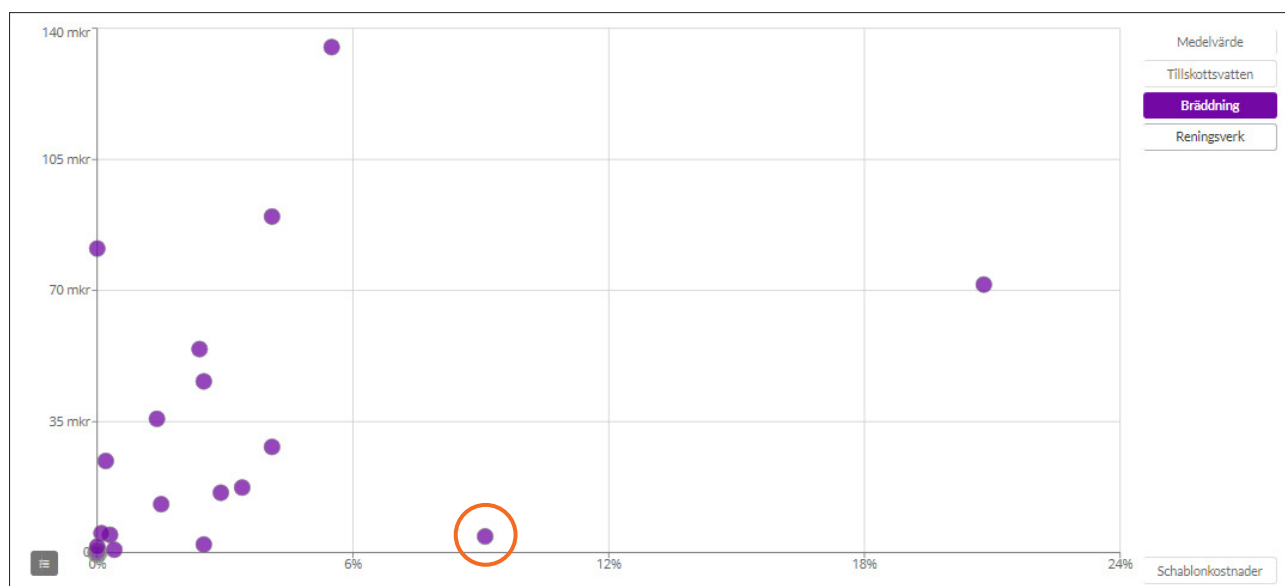


9.4 Identifiering av åtgärder

I Trollhättan har simulering av olika åtgärdsförslag utförts med Trollhättans avrinningsområdesmodell som finns inbakad i beslutsstödsystemet Future City Flow (www.futurecityflow.se). Genom att plotta resultaten för nytta (reduktion av tex bräddvolym) mot kostnaden för åtgärden så kan olika åtgärder ställas mot varandra. I Figur 9.5 ses resultaten i ett kostnads-nyttodiagram, där de mest kostnadseffektiva åtgärderna hittas så långt ner och så långt högerut som möjligt.

Figur 9.4

Bräddning från respektive bräddpunkt som procent av total bräddvolym ett medelår.



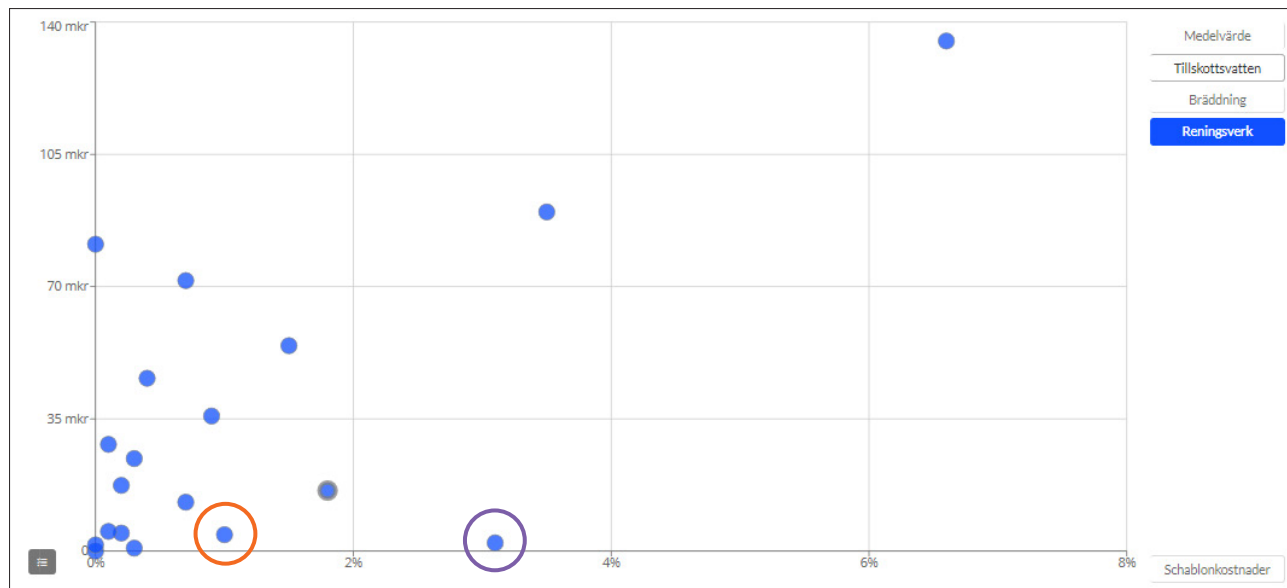
Den inringade pricken är ett förslag till åtgärdspaket som reducerar bräddningen med ca 9 % av total årsvolym, till en lägre kostnad än många andra föreslagna och simulerade åtgärds paket. Det utpekade åtgärdsalternativet är fokuserat på att reducera bidragande yta för snabb och trög regnpåverkan i ytterområden genom en blandning mellan separering av kombinerat ledningsnät, arbete med att identifiera och förelägga fastighetsägare att koppla sina privata ledningar rätt samt tätning av spillvattenförande ledningar.

Ovan utpekade åtgärdsförslag har dock marginell effekt vid reningsverket, endast ca 1 % reduktion av förbiledning av biostegen (orange färgad markering i Figur 9.6 nedan).

Figur 9.5

Kostnad kontra nytta (här reduktion av total bräddvolym) för studerade åtgärder i Trollhättan. Varje prick är ett åtgärds paket.

För att få bättre effekt vid verket krävs kompletterande åtgärder inom andra områden. Det med lila färg inringade åtgärdsalternativet är ett förslag som inkluderar tätning av spillvattenförande ledningar i ett duplikat område i utkanten av tätorten.



9.5 Uppföljning

Uppföljning planeras ske före och efter större investeringar för att säkerställa att de haft önskad effekt och samla information och erfarenheter om åtgärder till framtida åtgärdsförslag. En viktig del i detta är förbättrad mätdatainsamling och dataanalys via löpande nyckeltalsberäkningar, både från permanenta mätare och vid kampanjmätningar.

Trollhättan arbetar också aktivt med att justera och förfina sina långsiktiga åtgärdsplaner genom att strategiskt planera uppdateringar och uppföljning med deras avrinningsområdesmodell som löpande hålls ajour mot mätdata.

Figur 9.6

Kostnad vs nytta (reduktion av total förbiledad volym på reningsverket) för föreslagna åtgärds paket i Trollhättan. Varje prick är ett åtgärds paket.

10 Slutsatser och rekommendationer

Tillskottsvatten har varit lågt prioriterat i svenska VA-organisationer de senaste decennierna, men med nytt fokus på vattenmiljö och utsläpp av näringsämnen från landets tillsynsmyndigheter märks ett ökat fokus de senaste åren. Den genomgång av tillgänglig litteratur som gjorts i projektet visar att mycket av den information och beräkningsmetodik som togs fram på 1990-talet fortfarande är lika aktuell idag. Tyvärr är kunskapen och kompetensen om hur nyckeltal beräknas och dess innebörd ofta låg i svenska VA-organisationer, och den kunskap som funnits tillgänglig har inte omsatts praktiskt utan istället tappats eller glömts bort i stor utsträckning.

Den enkät bland medverkande kommuner som gjorts i projektet visar att många VA-organisationer har liten kunskap eller underlag om hur tillskottsvatten påverkar deras ledningsnät eller reningsverk. Flera medverkande kommuner har inte möjlighet att göra en detaljerad bedömning på grund av att de saknar underlagsdata, trots att de har ett uttalat fokus och avsatta medel för tillskottsvattenarbete.

Risken att arbeta med åtgärder mot tillskottsvatten utan att ha en tydlig bild av problemet, eller en uttalad målsättning, är att åtgärder slumpas ut och den långvariga effekten som VA-huvudmannen önskar istället uteblir. Stora investeringar kommer att krävas i Sveriges VA-system och att utföra åtgärder ”i blindo” och hoppas på ett positivt resultat kan i längden ge stora miljömässiga och ekonomiska konsekvenser för VA-kollektivet. Ett flertal kommuner indikerar också i enkäten att åtgärder ibland utförs utan att det finns en underbyggd anledning till att just den åtgärden väljs i just det området.

Flera tillsynsmyndigheter har de senaste åren börjat ställa tuffare och mer specifika krav på VA-organisationerna för att få till en bättre och mer medveten hantering runt tillskottsvattenfrågan. Däremot finns det ingen gemensam lagstiftning eller riktlinjer kring hur tillsynsmyndigheter ska tolka och kravställa utsläpp, varför vi erfar att kravnivå och resonemang kring uppföljningsparametrar och kravställning varierar mellan olika län. Kravställning runt tillskottsvatten ska, och bör, vara anpassad till det område och den parameter eller konsekvens som tillsynsmyndigheten vill minimera. Att sätta en uppföljningsparameter utan bakomliggande analys av orsaker och konsekvenser riskerar att tvinga VA-organisationer till åtgärder som är ineffektiva och dyra.

Det nyckeltal som har blivit mest populärt att använda för uppföljning eller beskrivning av tillskottsvatten idag verkar vara Utspädningsgrad, alternativt dess tvilling Andel tillskottsvatten i procent av total avloppsmängd. Projektgruppen vill dock lyfta tanken att Utspädningsgraden inte är ett lämpligt nyckeltal att använda, varken för målsättning eller uppföljning. Eftersom utspädningsgraden varierar med årstiden och nederbörds-mängden från år till år blir det mycket svårt att göra uppföljning av utförda åtgärder inom en vettig tidshorisont, om alls.

Utspädningsgraden säger heller ingenting om problembilden för det aktuella reningsverket eller ledningsnätet. Ett område med hög genomsnittlig utspädningsgrad, där tillskottsvattenflöden främst består av grundvattenpåverkan från läck- och dränflöden utan nämnvärd regnpåverkan, kan ha mycket god rening och försumbara utsläpp av orenat spillvatten till recipient. Ett annat område, där tillskottsvattnet i högre omfattning består av snabb och trög regnpåverkan, med kraftig bräddning och förbiledning vid verk som följd, kan ha en låg utspädningsgrad sett över ett helt år.

Rekommendationen är därför att VA-organisationer väljer målvärden och uppföljningsparametrar som är oberoende av väder ett enskilt år, till exempel bidragande yta. Vilken komponent som följs upp av Snabb regnpåverkan, Trög regnpåverkan eller

Grundvattenpåverkan måste anpassas till de lokala förutsättningarna, problemställningen och målbilden för tillskottsvattenarbetet i den enskilda organisationen.

Genom att därefter räkna fram nyckeltal som är relaterade till systemparametrarna i respektive delavrinningsområde kan fokusområden och åtgärdstyper som är mest kostnadseffektiva för uppställda mål identifieras. Uppföljning av förändringar och effekter sker lämpligen årsvis.

Resultaten från den historiska jämförelsen, där dagens tillskottsvattensituation jämförs med hur situationen såg ut för dryga 25 år sedan, visar att många kommuner trots allt haft en god effekt för minskning av snabb regnpåverkan, trots att tillskottsvatten inte varit en fokusfråga i sig. Detta antas bero på att bräddutsläpp och källaröversvämningar fortsatt varit en viktig fråga för kommunerna, samt att dessa problem främst åtgärdats genom separering av tidigare kombinerade ledningsnät. Däremot så uppvisar många kommuner en fortsatt hög tillskottsvattenvolym med stor andel grundvattenpåverkan och trög regnpåverkan.

Vid jämförelse mellan de medverkande orterna, har projektgruppen haft svårt att hitta statistiskt säkerställda samband för vad som påverkar om ett specifikt avloppssystem har mycket eller lite tillskottsvatten. Varken storlek på anslutet område, antal anslutna, ålder på ledningssystem eller densitet på bebyggelse har kunnat påvisas som signifikanta påverkansfaktorer. Den enda faktor som uppvisar ett samband är nederbörds-mängden på orten. Ju mer det regnar, desto mer tillskottsvatten blir det. Även här finns det dock medverkande orter som har hög nederbörd men lite tillskottsvatten. I praktiken är det en komplex kombination av väderförhållanden, topografiska och hydrogeologiska förhållanden, samt såklart övriga systemmässiga faktorer som systemtyp, anslutningsförhållanden och ledningskondition som i slutändan ger en viss mängd och fördelning av tillskottsvattenkomponenter – varje kommun och avloppssystem är således unik och behöver hanteras därefter.

Projektgruppen erfar också att det skiljer i hur mycket indata VA-huvudmän samlar in om sitt system, samt hur denna redovisas. Vid en jämförelse av den typ som gjorts i detta projekt så underlättas arbetet om det finns tydliga definitioner eller strukturer på hur data om ledningssystem och reningsverk redovisas och beskrivs. En nationell samordning kring hur olika systemparametrar och mätdata hanteras och analyseras till nyckeltal skulle underlätta framtida samarbeten mellan VA-organisationer för att tillsammans förbättra arbetet mot tillskottsvatten i svenska kommuner.

Rekommenderad arbetsgång enligt kapitel 8 är dock generell och kan användas som rättesnöre oavsett förutsättningar i respektive kommun.

Referenser

- Bäckman Hans, Hellström Bengt Göran, Jaryd Anders och Jonsson Åke, 1997. *Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem*. VA-Forsk Rapport 1997-15.
- Bäckman Hans, Marklund Björn, Olsson Rune, Peterson Bengt-Lennart och Wästlin Tore, 1993. *Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem*. VA-Forsk Rapport 1993-08.
- Gustafsson Lars-Göran, 1993. *Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – Mouse NAM*. VA-Forsk Rapport 1993-04.
- Gustafsson Ann-Marie, Svensson Gilbert, 1995. *Nyckeltal för läck – och dränvatten i avloppsnät*. Naturvårdsverket 4480.
- Gustafsson Ann-Marie, Svensson Gilbert, 1996. *Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät – Metodikmanual*. VA-Forsk Rapport 1996-06.
- Gustafsson Lars-Göran, Sundlöf Bertil, 2002. *Alternativa åtgärder mot grundvatten i avloppssystem - Att genomföra och förutsäga effekterna med stöd av datormodellering*. VA-Forsk Rapport 2002-5.
- Lundblad Ulf, Backö Jonas, 2012. *Undersökningsmetoder för att hitta källorna till tillskottsvatten*. SVU-Rapport 2012-13.
- Lundblad Ulf, Backö Jonas, 2014. *Juridisk och ekonomisk hantering av tillskottsvatten som sker till spillvattenförande ledning innanför förbindelsepunkt*. SVU-Rapport 2014-11.

Bilaga A – Resultat

Beräkningar samt underlag för jämförelser

	Andel tillskotts-vatten	SRP (ha)	TRP (ha)	GVP (ha)	Lednings-längd (m)	Tekniskt avrinnings-område (ha)	PE	Snitt-nederbörd per år (mm)
Borås	51 %	30,3	73,4	969,3	424 650,0	1 200,0	55 000	1 105
Göteborg	57 %	1 966,0	3 135,0	10 169,0	2 261 000,0	28 013,0	874 000	983
Halmstad	44 %	98,5	102,9	913,6	466 000,0	4 595,0	72 242	730
Helsingborg	44 %	72,4	258,5	2502,1	638 980,0	5 179,4	122 136	746
Kalmar	28 %	16,1	32,7	761,0	431 433,3	4 287,3	59 209	554
Karlskrona	21 %	16,7	52,5	290,0	524 878,5	2 688,5	43 541	621
Kiruna	63 %	40,0	40,9	1504,1	127 000,0	5 000,0	19 800	532
Kungsbacka Lerkil	47 %	1,3	3,3	31,9	112 136,0	628,0	5 354	1 144
Käppala	44 %	234,0	318,8	9 637,2	2 066 000,0	156 000,0	504 000	591
Linköping	21 %	66,0	157,0	1 160,0	608 861,3	6 702,0	143 883	569
Luleå	51 %	30,3	58,5	2 221,2	450 000,0	5 301,4	63 100	583
Lycksele	34 %	5,0	3,8	239,9	110 000,0	300,0	9 750	387
Malmö – Klagshamn	38 %	13,64	102,1	887,3	200 000,0	1 159,0	70 766	681
Malmö – Sjölanda	31 %	250,0	734,2	3475,8	3 000 000,0	6 500,0	324 940	625
Norrköping	44 %	165,0	124,6	2581,4	547 963,0	5 000,0	126 350	609
Sundsvall	37 %	50,0	75,0	936,0	423 114,8	1 838,3	48 432	642
Trelleborg	39 %	16,8	56,6	519,5	427 167,0	4 032,7	37 417	683
Trollhättan	68 %	169,0	66,3	1275,7	173 260,0	2 000,0	68 950	924
Västerås	42 %	65	217,8	3084,2	914 483,3	6 507,0	132 487	564
Örebro	56 %	26,6	162,8	3 189,6	454 833,0	5 177,3	125 930	647

Tabell A.1

Beräknade arealer samt underlag för nyckeltalsredovisning för de organisationer som medverkat i mätdata-analys (2012-2017)

Bilaga B–Enkät svar

Frågorna listas med svar för varje organisation. Siffran före svaret indikerar hur säker den svarande är på informationen som ges, på en skala från 1–5 (där 5 är mycket säker och 1 är osäker).

Fråga	1.1 Vad anser ni vara de huvudsakliga tekniska orsakerna till tillskottsvatten i din kommun?
Organisation 1	5 Överläckage och dräneringar Felkopplat dagvatten i separerade system Lågt liggande stora ledningar
Organisation 2	5 Största delen av totalvolymen är läck & drän vilket är den volymen vi jagar. Stora flöden kommer från fastighetsserviser även om de allmänna ledningar är inte helt oskyldiga.
Organisation 3	4 Felkopplingar samt gamla rör
Organisation 4	1 Det är svårt att ange var som är de huvudsakliga orsakerna, troligen är det en kombination av ett antal orsaker som är svåra att åtgärda, det tar lång tid och mycket resurser i anspråk. Vi har en stor andel kombinerade ledningar, som är byggda för att ta emot tillskottsvatten; från dessa leds sedan avloppet via kombinerade avloppstunnlar (till stor del, vissa områden och tunnlar är separerade) till reningsverket. Därmed är det en lång process för oss att sanera tillskottsvatten från kombinerade områden, som vi jobbat allt intensivare med på senare år.
Organisation 5	4 Kombinerat ledningsnät är den huvudsakliga orsaken, gissningsvis även en kombination av dåliga ledningar som genererar överläckage. Även problem med dräneringar, felkopplingar och dåligt nät på fastighetsägarens sida.
Organisation 6	4 Antagligen står dräneringar och överläckage för den stora mängden. Flödestopparna beror på felanslutningar och överläckage.
Organisation 7	5 Felkopplingar och inläckage
Organisation 8	4 Husdräneringar. Dåliga spillvattenledningar som kan ta in grundvatten vid hög nivå. Dåliga dag- och spillvattenledningar som leder till överläckage. I de områden vi gjort anslutningskontroller har det inte varit så mycket felkopplingar. Vi har även ett väl utbyggt dagvattennät. Vi har få källaröversvämningar, men en del bräddningar vid pumpstationer t ex vid regn och snösmältning.
Organisation 9	5 Äldre ledningar med brister, felkopplingar, dränering, kombinerat ledningsnät
Organisation 10	En kombination av alla, samt höga grundvattennivåer, stigande åar/bäckar, ytledes rinnande och stående vatten. Många dränledningar påkopplade på spill.
Organisation 11	Inläckage under snösmältningsperioden, inläckage på ledningsnätet, dränering och takavrinning som är kopplad på avloppsserviser
Organisation 12	Det är en blandning mellan många olika orsaker som till stort beror på vilket område i kommunen man befinner sig. Vissa områden är starkt påverkade av det snabba vatten som till exempel felkopplingar från fastigheter och hårdgjorda ytor. Medans andra områden har störst påverkan från långsamt vatten som dräneringar, dåliga ledningar mm.

Fråga	1.2 Vilka konsekvenser ger tillskottsvatten för er verksamhet?
Organisation 1	5 Källaröversvämningar Bräddning Nödutlopp pst
Organisation 2	5 Bräddningar ute på olika pumpstationer och vissa källaröversvämningar. Sedan har vi långa överföringslinor med många pumpstationer så ökade kostnader/slitage leder det till samt sämre rening i reningsverket.
Organisation 3	4 Nödbräddning, källaröversvämningar, ökade pumpkostnader och reningskostnader.
Organisation 4	5 Först och främst har vi ett villkor i reningsverkets miljötillstånd som anger maximal andel tillskottsvatten. I övrigt förekommer samtliga av de svarsexempel som nämns ovan. Samtidigt kan det nämnas att utspädningseffekten gör det lättare att hålla våra utsläppskrav (mg/l). Det gör det dock svårt att optimera reningsprocessen.

Organisation 5	5 Källaröversvämningar, bräddning (pga kapacitetsbrist i pumpstationer), nödbräddning vid reningsverk, ökade pumpkostnader och reningskostnader.
Organisation 6	5 Källaröversvämningar och bräddning mest påtagligt. Pumpkostnader och reningskostnader blir såklart högre eftersom vi har mycket tillskottsvatten, men inget som vi räknat på.
Organisation 7	5 Källaröversvämningar, ökade pumpkostnader, bräddning och ökade reningskostnader
Organisation 8	4 Bräddning samt onödiga pumpkostnader och reningskostnader. Sällan källaröversvämningar.
Organisation 9	5 Källaröversvämningar, bräddning, ökade pumpkostnader (el/slitage), ökade reningskostnader på reningsverk, ökad miljöpåverkan
Organisation 10	Alla, reducerad/utslagen kväverening
Organisation 11	Risk för bräddning, och ev, källaröversvämningar vid mycket kraftiga regn
Organisation 12	Som svaret ovan så blir konsekvenserna många och lite olika beroende på regnmängd och intensitet. Vi hade 2011 vid ett skyfall över 900 översvämmade källare, alla var dock inte direkt knutna till ett överbelastat spillvattennät. Men under mer normala regn och snösmältningar så ser vi ökade driftskostnader på våra pumpstationer och i vissa fall även kapacitetsbrist. Bräddningar förekommer frekvent på vissa punkter. (Framst i samband med vårt kombinerade ledningsnät).

Fråga	1.3 Hur har er verksamhet arbetat med tillskottsvatten på ledningsnätssidan (uppströms)?
Organisation 1	5 Tätat ledningar Letat läck – och dränkällor Försökt hitta dagvatten från naturmark som kan kopplas bort Högvattenluckor – genomgång av status på bef och behov
Organisation 2	5 Kontinuerlig läcksökning på vattenledningsnätet. Tre arbetslag som enbart jobbar med VA-förnyelse där tillskottsvatten är en sak som ligger till grund för prioriteringen av ordningen. (Relining/nyläggning) Flödesmätning på ledningsnätet och utvärdering av övervakningsdata från pumpstationer
Organisation 3	3 Vi har börjat med flödesmätningar och renoverat dåliga ledningar. Filmat vissa ledningssträckor.
Organisation 4	3 Resurserna har främst lagts på att separera kombinerade ledningsnät och täta ledningar.
Organisation 5	4 Flödesmätning för att identifiera problemområden i duplikatsystemet och för att följa upp genomförda åtgärder. Avlasta det kombinerade ledningsnätet från dagvatten genom separeringsåtgärder, kravställning mot fastighetsägare, öppna dagvattenlösningar samt förnyelse av ledningar. Senaste året har projektet ”tillsammans gör vi plats för vattnet” med syfte att bli inspirera fastighetsägare.
Organisation 6	5 Portabla flödesmätare kampanjvis, följt av anslutningskontroller och lagning av läckor. En hel del strumpning.
Organisation 7	5 Vi röker och färgar utvalda områden systematiskt. Filmar. Åtgärddar efter behov.
Organisation 8	5 Sedan 2013 har vi arbetat mer systematiskt enligt SVU-rapport 2012-13 Undersökningsmetoder för att hitta källorna till tillskottsvatten. Vi har därmed anlitat fler konsulter för flödesmätning, anslutningskontroll och tv-undersökning. Vi har hunnit med att undersöka 4 större områden. Dessa har valts ut utifrån mycket bräddning från pumpstationen, för högt flöde till reningverket enligt tillståndet samt önskan att bygga nya bostadsområden intill ett område där vi har hög USG och hade mycket källaröversvämningar i början av 2000-talet. Detta arbete tar tid, vi håller nu på med tredje etappen av åtgärder i det område vi utredde 2013. Före 2013 var vi ute mer planlöst och letade felkopplingar själva, filmade lite, men det är tveksamt hur mycket det gav.
Organisation 9	5 Letat felkopplingar (rök/dämning), Flödesmätning i vissa område, studerat flöden vid pumpstationer, sanerat kombinerat område, renoverat ledningsnät
Organisation 10	Dagvattenutbyggnad, separering, flödesmätning, färgning/rökning, TV-inspektioner, relining, brunnsrenoveringar, arbete mot fastighetsägare för bortkoppling av felkopplingar.
Organisation 11	Åtgärder på ledningar där problem upptäckts
Organisation 12	Som svaret ovan så blir konsekvenserna många och lite olika beroende på regnmängd och intensitet. Vi hade 2011 vid ett skyfall över 900 översvämmade källare, alla var dock inte direkt knutna till ett överbelastat spillvattennät. Men under mer normala regn och snösmältningar så ser vi ökade driftskostnader på våra pumpstationer och i vissa fall även kapacitetsbrist. Bräddningar förekommer frekvent på vissa punkter. (Framst i samband med vårt kombinerade ledningsnät).

Fråga	1.4 Om åtgärder har genomförts vad har motiverat investeringar?
Organisation 1	5 Reningsverkets kapacitet Översvämningar Kapacitet lokala pumpstationer
Organisation 2	4 Minska belastningen på reningsverket (ekonomi+juridik) Politisk vilja och ambition/medvetenhet inom organisationen om att det är ett problem
Organisation 3	4 Risk för källaröversvämningar tredje man. Miljömässiga skäl samt väldigt dåliga ledningar och brunnar.
Organisation 4	4 Historiskt sett har så har vi haft ett kombinerat nät, detta bidrog till att det blev översvämningar och bräddningar inom vissa områden, liksom påverkan på rening i reningsverket. Tillståndprocesser har bidragit till ökat fokus på bräddningar och tillskottsvatten på senare år. Därmed har budgeten för nyinvesteringar i nätet, liksom utredningar, ökat.
Organisation 5	5 Gällande det kombinerade nätet finns det ett krav på att vi ska ha åtgärdsplaner för arbete med separering av det kombinerade nätet. Även översvämningar och en kombination av politisk vilja och miljömässiga skäl.
Organisation 6	5 Vi har krav att arbeta med tillskottsvatten. Få bort bräddningar och minska översvämningar.
Organisation 7	4 Ekonomi, miljö samt minska översvämningar.
Organisation 8	4 Vi har mål som säger att drift- och underhållskostnaden för behandling av avloppsvatten ska minska (kr/ansluten). Vi ska även minska energiförbrukningen till följd av tillskottsvatten. Vi vill även öka förnysetakten så detta går lite hand i hand. se även fråga 1.3
Organisation 9	5 Översvämningar och öka förnysetakten för att ha ett hållbart ledningsnät.
Organisation 10	Politisk vilja, påtryckningar från miljömyndigheter (motiverat prioriteringsordning), överbelastning på reningsverk, pumpstationer och ledningsnät, översvämningar, påtryckningar från lokala intresseföreningar, förutsättningar för exploatering.
Organisation 11	Förebygga problem på ledningsnät
Organisation 12	Åtgärderna som genomförs är för att minska mängden tillskottsvatten i vårt spillförande ledningsnät och då för att vi ska uppfylla dom regler/krav som vi som VA-huvudman ska följa. Ekonomi är även en del då det hela tiden gäller att prioritera olika åtgärder mot varandra. Vilken åtgärd gör mest nytt för oss och för våra kunder.

Fråga	1.5 Hur prioriteras åtgärder gällande tillskottsvatten?
Organisation 1	5 Kostnadsnyttoanalys (värderingstal)
Organisation 2	4 Det är en del av prioriteringsurvalet för val av förnyelseområden
Organisation 3	5 Bedömd nytta av åtgärd.
Organisation 4	3 Tidigare har åtgärdsplanering skett utifrån kända problem på ledningsnätet, antal källaröversvämningar mm har t.ex. bidragit stort. På de senaste 1–2 åren har bedömd nytta av åtgärd med avseende på tillskottsvatten och bräddningar fått större fokus.
Organisation 5	5 Det finns två enheter med avsatt budget som kontinuerligt arbetar med förnyelse och förbättring av va-ledningsnätet. Vi har nyligen börjat titta på mer systematiska kostnads-nyttoanalyser.
Organisation 6	4 Vi har krav att arbeta med tillskottsvatten. Få bort bräddningar och minska översvämningar.
Organisation 7	4 Prioriteringen ligger i de område med mkt bräddningar/översvämningar. Nyttan med detta märker vi på minskade översvämningar. Kostnaden budgeteras i den årliga budgeten.
Organisation 8	5 Vi försöker få in åtgärderna i den vanliga förnyelseplanen. När vi utrett större områden blir det ofta omfattande åtgärder som behöver delas upp på flera år för att inte ta för stor del av budgeten.
Organisation 9	5 Öronmärkta investeringsanslag för förnyelse av ledningar. Prioritetsanalys till viss del. Även vissa ekonomiska nyttokalkyler.
Organisation 10	Källaröversvämningar, påtryckningar från miljömyndigheter, överbelastning på pumpstationer (bräddning) och reningsverk. Centralisering, nedläggning av mindre ARV.
Organisation 11	Bedömd nytta av åtgärd
Organisation 12	Vi håller på att arbeta fram en förnyelseplan som långsiktigt ska arbeta med att förnya vårt ledningsnät strategiskt, i den planen kommer en av dom tyngsta posterna när åtgärder vägs mot varandra vara om den planerade åtgärden minskar andelen tillskottsvatten eller utläckage. Idag så väger vi in vart man får mest effekt sett till kostnaden.

Fråga	1.6 Följer ni någon metodik för att utreda åtgärder för tillskottsvatten?
Organisation 1	5 Åtgärda största källor/områden enl flödesbalans för tillskottsvatten ”Åtgärda det man hittar” – drifttekniker med på banan åtgärda i områden där tillskottsvatten orsakar översvämningar
Organisation 2	4 Vi vet att det inte är en quick fix utan krävs ett långsiktigt arbete som kommer att ta många år. Själva meto- diken vi jobbar efter är att vi först identifierar områden med störst inläckag sedan identifierar vi vilken typ av tillskottsvatten det är. Där efter ringar vi in områden med störst potential för minskning av tillskottsvatten. Detta sker med flödesmätning/okulär inspektion/inventeringar av fastigheter. För att bestämma åtgärder och skaffa bevis filmar vi sedan de områden vi identifierat vid tex höga grundvattennivåer.
Organisation 3	5 Bygger bort felkopplingar samt i första hand åtgärda större felkällor. Prioriterar byar som skall växa.
Organisation 4	3 Vi har använt oss av en kombination av ovanstående strategier för att identifiera lämpliga åtgärder.
Organisation 5	5 Vi utgår från den kunskap och erfarenhet som finns i organisationen. Vi försöker även identifiera konstigheter i våra modeller och kartor samt vid observationer från driften. Ambition finns att utveckla ett mer systematiskt arbetssätt.
Organisation 6	4 Kampanjmätning i områden kända för mycket tillskottsvatten. Alla felkopplingar åtgärdas.
Organisation 7	5 Vi spolar och filmar systematiskt alla ledningar. Där vi har mycket tillskottsvatten tillsätter vi en utredning. Dels tätheten i våra egna ledningar, felkopplingskontroller på fastigheter samt ev läcksöka v-ledning.
Organisation 8	5 När vi identifierat ett område som vi vill utreda så gör vi det systematiskt enligt SVU-rapport 2012-13. Problemen med tillskottsvatten är tydligast i ytterområden, eller områden med egen pumpstation där man kan upptäcka bräddning och beräkna USG. I år har vi flödesmätt i centrala staden, där vi inte har pumpstationer, så att vi nu fått mätningar för sju olika delområden. De ska vi analysera vidare för att se var problemen med tillskottsvatten är störst och vi således behöver utreda vidare.
Organisation 9	5 Systematisk genomgång med åtgärder områdesvis, prioriterat efter kända problem.
Organisation 10	I det korta perspektivet ”släcka bränder”, åtgärda större källor. Metodiskt gå igenom/utreda problemområden och täta allmänna ledningar och åtgärda felkopplingar.
Organisation 11	Problem sträckor på ledningsnätet filminspekteras och åtgärdas vid behov
Organisation 12	Vi har provat lite olika metodiker och kommer arbeta om vårt flöde med arbetet med att minska tillskottsvatten i närtid. Sett till tidigare så har vi arbetat område för området med att först filma upp ledningsnätet för att se status och sedan gå in och inventera fastigheter. Vi har på senare tid börjat använda något som vi kallar tillskottsvattendigram där man analyserar pumpstatio- ners flöde under föregående år, och då med att sortera på storleksordning och formler får fram hur stor andel av totalt pumpad mängd är rent spillvatten, direkt samt indirekt påverkan av tillskottsvatten. Detta gör att vi då kan anpassa vilken metod vi går vidare med i olika områden, då det skiljer sig åt beroende på om det är det snabba direkta vattnet eller det långsamma indirekta flödena som man letar efter. Vi har även provat i ett avgränsat område relinat hela spillvattennätet och då även arbetade ihop med en entre- prenör för att få med oss boende inom området att åtgärda sin del av spillvattenservisen. Kunder som vi kunde se hade inläckage på sin del blev tvingade att åtgärda medans dom som vid undersökningstillfället inte hade något inläckage blev erbjudna att åtgärda sin del. Tyvärr tar den typen av kundkontakter väldigt mycket tid och utfallet blev inte som vi hade hoppats. Ett stort problem när det gäller tillskottsvatten är att en stor del av ledningsnätet ligger inne på privata tomtet i form av servisledning och att få kunder att åtgärda denna är som sagt mycket tidskrävande.

Fråga	1.7 Vilka myndighetskrav ser ni som reglerande gällande tillskottsvatten i din kommun?
Organisation 1	5 Krav på utsläpp för reningsverket Krav på utspädning i kombinerat system
Organisation 2	3 Bräddvolym
Organisation 3	4 Regleras i våra tillstånd/beslut för respektive reningsverk.
Organisation 4	5 I reningsverkets miljötillstånd har vi tre paragrafer rörande tillskottsvatten. Se bifogat. I övrigt finns det motsättningar kring de villkor som reglerar tillskottsvatten kontra bräddning och utsläppskrav (mg/l).

Organisation 5	5 Vi har följande eller motsvarande formulering i ett flertal tillstånd: Avloppsledningsnätet skall fortlöpande ses över och underhållas i syfte att så långt möjligt dels begränsa tillflödet till reningsverket av regn, grund- och dräneringsvatten, dels förhindra utsläpp av obehandlat eller otillräckligt behandlat avloppsvatten. Det fortlöpande saneringsarbetet skall redovisas inom ramen för den årliga miljörapporteringen
Organisation 6	4 Att vi jobbar med tillskottsvatten och redovisar arbetet i saneringsplan.
Organisation 7	3 Bräddvolym.
Organisation 8	3 Villkor angående inkommande volym till reningsverket.
Organisation 9	5 Lagar, publikationer och politiska beslut.
Organisation 10	Till viss del andel tillskottsvatten, avloppsvolym – dock trubbigt mått (kombisystem, problemfria områden med stora volymer)! Äldre tillstånd med andel tillskottsvatten, följer bräddningar vi tillsyn.
Organisation 11	Den totala avloppsvolymer / år. och under snösmältningsperioden. Ev, bräddning
Organisation 12	Bräddvolym är något som vi ser som reglerande och det är även med i vårt viktning av åtgärder. Sedan ska vi naturligtvis följa dom lagar och publikationer som finns.

Fråga	1.8 Åtgärdas problem av tillskottsvatten genom åtgärder för att minska inläckage eller främst genom att öka kapacitet i systemen och hur har det varit historiskt?
Organisation 1	5 Historiskt har man ökat kapaciteten. Nu försöker vi minska inläckaget. I områden där vi inte kommer klara hantera tillskottsvattenmängderna kommer vi i framtiden ev öka kapaciteten i problemområden för att undvika översvämningar.
Organisation 2	4 Historiskt i staden har man försökt att minska tillskottsvattnet med vissa punktsatser. Men dessa har inte alltid gett den effekt som man hoppas då och då har intresset svalnat. Så en stor del av insatser har även varit att ta bort falskhalsar i ledningsnätet med ökad kapacitet så att man kan styra var det ska få brädda.
Organisation 3	5 Problemen åtgärdas för att minska inläckaget. Detta gör att vi kan ansluta fler i tillväxtbyar.
Organisation 4	4 Med tanke på tunnelsystemet, och att det är en lång väg att arbeta bort tillskottsvatten från vissa områden, kan man säga att vi har gjort både och, periodvis. Vi ökar kapaciteten då det "ytliga" ledningsnätet byggs om till dess att omkoppling av ledningar till tunnel sker, och tills spillvattenledning i tunnel är utbyggd. Dock har vi inte ökat kapaciteten i några kombinerade ledningar.
Organisation 5	4 Främst ökad kapacitet genom separering av kominerat nät. Utjämningsmagasin för kombinerat avloppsvatten har byggts.
Organisation 6	5 Minska inläckage. Vi har även ökat kapacitet med magasin. Men huvudsakligen vill vi åtgärda problemet vid källan, alltså stoppa inläckaget.
Organisation 7	4 Åtgärder med krav på fastighetsägare, bygga duplikat där det finns kombinerat samt att aktivt leta vattenläckor och inläckage.
Organisation 8	4 Vi försöker minska inläckaget, men visst händer det att vi byter pump och slipper bräddning pga ökad pumpkapacitet. Då hamnar det området längre ner i prioriteringen.
Organisation 9	5 Åtgärder för att minska inläckage. Historiskt är många ledningar överdimensionerade dock okänt om syftet varit inläckage.
Organisation 10	Kombination av alla, men störst är sanering och dagvattenutbyggnad. Historiskt även utjämningsmagasin.
Organisation 11	Åtgärder för att minska inläckage, historiskt så har det väl inte varit prioriterat
Organisation 12	Vi arbetar för att minska andelen tillskottsvatten, dock är det ett arbete som tar lång tid och kostar mycket pengar. Hittills har det ökat kapacitet i vissa pumpstationer.

Fråga	1.9 Hur har problem med tillskottsvattenutvecklats över tid?
Organisation 1	5 Ökande trend, ca 1 % per år. Översvämningstrenden ökar dock inte.
Organisation 2	3 Ingen utvärdering har gjorts i detalj idag men uppföljning av genomförda projekt ska följas upp i närtid för att utvärdera effekten. Generella trenden är dock att tillskottsvattenmängden minskar om man ser till VASS.
Organisation 3	3 Ökat
Organisation 4	3 Efter att ett par större bräddpunkter på ledningsnätet stängdes, ökade problemen med tillskottsvatten på reningsverket. Vi kan inte se någon mätbar effekt på de åtgärder som sker på ledningsnätet. Dessutom har tillståndprocesser bidragit till ökat fokus, se fråga 1.4.
Organisation 5	3 Svår att värdera, numera högre medvetenhet om att även duplikatsystemet har tillskottsvattenproblem.

Organisation 6	4 Snarare sett en minskning av flödet till reningsverket med tanke på att staden växer och flödet borde bli större.
Organisation 7	4 Min uppfattning är att vi har minskade bräddningar.
Organisation 8	4 Storleken av problemet verkar vara ganska oförändrad. Det tar lång tid att åtgärda och beror även på vädret, så tyvärr är det svårt att se någon förändring om man ser i stort. Vi hoppas kunna se förändring när vi tittar på område för område. Jag upplever inte att vi fått ökade krav på att minska tillskottsvattnet varken från myndighetshåll eller från politiker. Internt har vi sett att det kostar mer pengar och energi att ta hand om tillskottsvattnet än att överproducera dricksvatten pga utläckage. Detta har ökat medvetenheten inom organisationen för att det är viktigt att jobba med tillskottsvatten. Tidigare var det mer fokus på vattenläckor och vattenledningarna.
Organisation 9	5 Ökat problem med åldrande och växande ledningsnät.
Organisation 10	Ökat – större volymer, högre miljökrav, klimatfaktor, ökad befolkning, gammal och under dimensionerat ledningsnät, ökade hårdgjorda ytor.
Organisation 11	Har ingen dokumentation på detta
Organisation 12	Då mängden tillskottsvatten är kraftigt beroende av nederbörd och grundvattennivåer är det svårt att avgöra om mängden minskar eller ökar då det varierar ganska kraftigt. Känslan är att det håller sig på en relativt jämn nivå sått över kommunen.

Fråga	1.10 Vilka åtgärder har varit framgångsrika gällande tillskottsvatten och hur har det märkts?
Organisation 1	5 Ändring i antalet översvämningssärenden i problemområden som infodrats – dock svårt att veta pga nederbördsvariationer. Vi vill i framtiden utvärdera vissa utvalda projekt för att bilda ett underlag för framtida åtgärder. Just nu liten uppföljning av åtgärder som görs.
Organisation 2	4 Införa backventiler på bräddar...ingen utvärdering är gjord ännu för mer detaljer.
Organisation 3	3 Vi har relinat och även bytt ut gamla ledningar och det har märkts genom minskat inläckage.
Organisation 4	1 Det har varit mycket svårt för oss att avgöra vilken typ av projekt som har gett resultat.
Organisation 5	3 I modellerna har vi sett att ombyggnad till duplikatsystem lett till minskad bräddning.
Organisation 6	3 Vi har varit tydliga med information i utskick och på hemsida för att få kunder medvetna om problemet och för att få kunder att åtgärda sin felkopplingar. Kunder skickar nu in bilder på åtgärder såsom tak över spygatter och bortkopplade stuprör. Vi har inte hunnit med att följa upp strumpningar och lagningar med nya flödesmätningar.
Organisation 7	5 Våra felkopplingskontroller har gett resultat. Läcksökning, tätning av ledningar samt fördröjningar på dagvattenledningsnätet. Minskade bräddningar och minskade översvämningar i källare.
Organisation 8	3 Sedan vi började arbeta strukturerat 2013 har vi inget område där vi kommit i mål med alla åtgärder än. I en pumpstation har vi bytt pumpar och den bräddar i princip aldrig sedan dess, men mängden tillskottsvatten är nog ungefär lika stor. Vi har fått bort en del felkopplingar där och gjort lite åtgärder på ledningsnätet, men det stora var nog byte av pump. I ett område där många drabbades av källaröversvämningar har det lagts dubbla spillvattenledningar och sedan dess har det inte varit några källaröversvämningar just där, men hela området har fortfarande mycket tillskottsvatten. Vi är nu där och utreder igen.
Organisation 9	5 Sanering av kombinerade system (ger såklart tydlig effekt). Renovering av ledningar ger effekt (dock krävs även servisledningarna ofta för lyckat resultat).
Organisation 10	Separering av kombinerade system, åtgärda felkopplingar, tätning av ledningar (relining), brunnsrenoveringar, dagvattenutbyggnad, fördröjningsmagasin, ökad pumpmagasin. Minskar bräddningar/nödavlopp/källaröversvämningar.
Organisation 11	Minskat flöde på ledningssträckor som åtgärdats genom relining
Organisation 12	Vi har ett område där vi nu håller på med en uppföljning av resultatet men som till dags datum ser överaskande positivt ut, det är ett område där vi tidigare tätat vissa kortare ledningar men nu tagit ett lite större grepp och tätat upp längre sträckor och i samband med detta även sett över brunnar och tätat dessa. Hittills är utfallet på det projekt mycket positivt. Annars är min känsla att ett kombinerat arbetssätt där vi ser över vår del av ledningsnätet och samtidigt arbetar tätt ihop med våra kunder i området för att få dessa att koppla bort dräneringar och se över deras eget ledningsnät som det bästa sättet att minska andelen tillskottsvatten.

Fråga	1.11 Vad tror ni om den framtida utvecklingen gällande tillskottsvatten?
Organisation 1	5 Vårt mål är att hålla andelen tillskottsvatten till reningsverket på samma nivå som i dag. På kort sikt kommer vi inte kunna nå detta målet utan det får komma över tid.
Organisation 2	4 Den kommer att minska. Vi jobbar långsiktigt med detta och kommer ta en ny dräneringspolicy som gör att vi tydligare kan visa vilka krav som gäller för anslutan fastigheter till det kommunala ledningsnätet. Det är också en politisk vilja (vallöfte) om att förnyelsetakten ska ner till 100 år i kommunen vilket kommer att innebära ett arbetslag till som jobbar enbart med detta som innebär mindre tillskottsvatten.
Organisation 3	5 Det kommer att öka pga dåliga ledningar och brunnar samt sättningar på grund av markrörelser.
Organisation 4	3 Vi hoppas på att hitta bättre metoder för att tydligare se samband mellan orsak och verkan avseende åtgärder för tillskottsvatten, både inom FCF (Future City Flow) och detta forskningsprojekt. Jag misstänker att vi har en ökande andel tillskottsvatten, dock har vi inga bevis för hur det egentligen ligger till. Vår förhoppning är också att myndighetskraven kommer att "normaliseras" och bli jämförbara mellan kommuner, samt att innebörden av kraven avseende tillskottsvatten kommer att vara tydligare i framtiden.
Organisation 5	2 Myndighetskraven kommer att öka. Mängden tillskottsvatten minskar förhoppningsvis, men det finns en tröghet då fastighetsägarna inte är medvetna om sin betydelse. Sen finns det även en farhåga att klimatförändringen kommer att väga emot förbättringsåtgärderna.
Organisation 6	3 Om man framöver kommer bygga mer och mer separerade system för BDT och svartvatten kommer belastningen till reningsverken inte bli lika stor jämfört med om man bygger som vanligt. Dock beroende på hur man hanterar BDT. Vi hoppas såklart att mängden kommer att minska då vi kör ganska hårt med kravställen på felanslutna kunder. Vi har filmning i egen regi och ser till att filma sträckor där vi ser stor påverkan genom att pumpstationerna går mycket vid regn.
Organisation 7	3 De mer intensiva regnen gör nog att vi kommer att se en ökning per tillfälle men över en årsbasis kommer det att minska pga våra insatser för minskade mängder tillskottsvatten.
Organisation 8	3 Man hoppas väl att det ska minska med tiden, allteftersom ledningsnätet förnyas, men det tar ju väldigt lång tid. Det skulle också kunna minska genom att felanslutna ytor och dräneringsvatten sakta kommer minska allteftersom vi bygger ut dagvattennätet (enskilda gator som saknar idag) och gör anslutningskontroller och ställer krav.
Organisation 9	5 Kraven kommer troligen att öka. Ambitionen är att förnyelsetakten ska bidra till minskade mängder tillskottsvatten över tid.
Organisation 10	Mer arbete kommer att göras för att få bort tillskottsvatten, för att minska problem med pumpstationer, reningsverk, översvämningar, tillmötesgå skärpta myndighetskrav, källaröversvämningar, klimatanpassning etc.
Organisation 11	Risk att det kan öka pga ledningsnätets ålder, oftare förekommande intensiva regn
Organisation 12	Min förhoppning och tro är att den kommer att minska i framtiden, detta i takt med att vi kommer igång med ett strategiskt förnyelsearbete, har en ökad kundkontakt i samband med våra projekt. Och att man i förnyelsearbetet börjar se över en separering av vårt kombinerade ledningsnät.

Fråga	2.1 På vilka sätt har ni utvärderat / uppskattat påverkan av tillskottsvatten på ert avloppsreningsverk?
Organisation 1	5 Påverkan på slamkvalitet. Dvs beräknat vilka föroreningsmängder kommer från tillskottsvatten baserat på provtagningar vid olika flödesförhållanden. Beräknat tillkommande framtida investeringkostnader vid olika framtida flödesutveckling. Uppskattat flödets påverkan på historiska investeringars storlek. Uppskattat tillkommande reningskostnad, kemikalieförbrukning med mera på grund av tillskottsvatten. Beräknat ökade massflöden av föroreningar till vattenrecipient på grund av extra tillskott av vatten. Testat utspädningsmetoden enligt en svenskt vatten rapport från 1990-talet. Utvecklat värderinstal tillsammans med ledningsnätsavdelningen. Beräknat tillskottsvattenmängder i olika tunnelgrenar med hjälp av utspädning av spillvattenrelaterade parametrar (P och N).
Organisation 2	3 Vi uppskattar mängd ovidkommande vatten genom Inkommande vattenflöde på reningsverket – debiterad mängd dricksvatten (m³/år). Vi har inte gjort ekonomiska eller miljörelaterade kalkyler.
Organisation 3	1 Ingen utvärdering är gjord.
Organisation 4	4 Vi har gjort tekniska utredningar i samband med nytt tillstånd, nyckeltal för driftsekonomi. Vi har inte utfört miljörelaterade studier.
Organisation 5	3 Vi har resonerat kring påverkan, men inte kvantifierat den.
Organisation 6	3 Vi ser att det blir kallare vatten på vintern vilket till stor del kan bero på tillskottsvatten. Det hämmar biologin i verket. Vid torra somrar ser vi att metallhalterna är mindre än om det har varit en regnig sommar.

Organisation 7	4 De jobbar aktivt med flödesmätningar i sina pumpstationer.
Organisation 8	4 Inte alls, mer än att vi konstaterat att det är en stor andel och därmed troligen ger betydande påverkan.
Organisation 9	5 Beräknat kostnader för energi, kemikalier etc per kubikmeter tillskottsvatten.
Organisation 10	Jämförelse mellan torra och blöta år, avseende energiförbrukning och utsläppsvärden.
Organisation 11	Några utvärderingar av tillskottsvatten har nog inte gjorts mer än att flödet och temperaturen på avloppsvattnet varierar med årstider
Organisation 12	-

Fråga	2.2 Vilka konsekvenser ger tillskottsvatten vid ert reningsverk?
Organisation 1	5 Ökade investeringar, större utsläpp, sämre slamkvalitet, högre driftkostnader, större markbehov, större växthuspåverkan och övrig miljöpåverkan, större tillgänglighetskrav, mer komplex drift, högre krav på personalen, större personalbehov, större arbetsmiljörisker, högre känslighet för tillgång och pris på kemikalier och el. Svårare att genomföra planerat underhåll och akuta åtgärder.
Organisation 2	5 Kallare och tunnare vatten vilket ger sämre kväverening speciellt under den kalla årstiden
Organisation 3	4 Ökad bräddning, utspädningen av avloppsvattnet ökar.
Organisation 4	4 Tillskottsvattnet leder till att vi har högt Qdim vilket gör att många processer måste överdimensioneras. Samtidigt ger tillskottsvattnet en utspädningseffekt vilket gör att det blir lättare att efterleva utsläppskraven. Detta leder sammantaget till att det är svårt att optimera reningsprocessen.
Organisation 5	5 Ojämn flödesbelastning, förbiledning vid högflöde leder till försämrat reningsresultat och påverkar utsläppsvärden negativt. Bräddning och nödbräddning.
Organisation 6	4 Ökad risk för bräddning, kostnader i form av kemikalier och pumpning.
Organisation 7	5 Ökade kostnader för rening av dagvatten och naturligtvis miljökonsekvenser pga bräddningar.
Organisation 8	5 Vi har inte utrett konsekvenserna, men det ger ökad energiförbrukning, ökad kemikalieförbrukning och ökade utsläppsmängder.
Organisation 9	5 Ökade kostnader, kapacitetsbegränsningar, varierande flöden ej bra för processer.
Organisation 10	Minskade uppehållstider samt problem att hålla rätt slamåder pga av slamflykt ger framförallt problem med kväverening.
Organisation 11	Ökade flöden, kortare uppehållstider i bassänger eftersom det går på självfall genom verket
Organisation 12	-

Fråga	2.3 Vid vilka situationer ger tillskottsvatten störst konsekvenser?
Organisation 1	5 Långvariga blöta perioder i kombination med större regntillfällen i de områden som ligger samlade och har kombinerat system och stor andel hårdgjorda ytor, vilket innebär att flödestopparna för delområdena når reningsverket vid ungefär samma tidpunkt. En sådan yttre situation i kombination med elavbrott eller haveri för kritiska anläggningsdelar blir ännu värre. Eftersom området ännu inte haft nederbördsperioder med riktigt hög återkomsttid har vi inte erfarenhet av dessa.
Organisation 2	5 Intensiva regn, långvariga blöta perioder, Stora snösmältningar
Organisation 3	5 Vid snösmältning och intensiva regn.
Organisation 4	2 Vid regn vinterperioder, samt höga grundvattennivåer.
Organisation 5	3 Mest problem med plötsliga intensiva regn då de sköljer ur ledningsnätet och ger en plötslig och hög belastning av rens som får gallren att sätta igen.
Organisation 6	3 Mest påtagliga är översvämningar och bräddningar vid kraftiga regn.
Organisation 7	4 Intensiva regt och snösmältning.
Organisation 8	5 Intensiva regn och snösmältning.
Organisation 9	5 Skyfall och hastiga snösmältningar. Men även långvariga regnperioder.
Organisation 10	Störst konsekvensen långvariga blöta perioder.
Organisation 11	Snösmältningsperioden, intensiva regn
Organisation 12	-

Fråga	2.4 Hur mycket tillskottsvatten tar er reningsverk emot i dagsläget?				
Organisation 1	År	Q tot (m³/år)	Q spill (m³/år)	Q tillskottsvatten (m³/år)	Procent tillskottsvatten
	2013	115 332 570	51 378 004	63 954 566	55,5 %
	2014	133 624 226	51 923 000	81 701 226	61,1 %
	2015	142 970 014	52 458 480	90 511 534	63,3 %
	2016	119 358 521	52 401 589	66 956 932	56,1 %
	2017	133 630 569	52 762 735	80 867 834	60,5 %
Organisation 2	5 25 %				
Organisation 3	3 Under 2017 tog vi emot ca 3,3 miljoner m³ tillskottsvatten.				
Organisation 4	4 Medeltal för andel tillskottsvatten till reningsverket under perioden 2013–2017 är 67 %.				
Organisation 5	4 De större reningsverken har i genomsnitt runt 25 %, medan de mindre reningsverken i byarna kan ha allt från ca 20 – över 90 %.				
Organisation 6	År	Tillskottsvatten (m³)	Utspädningsgrad	Andel	
	2014	7 286 640	1,72	42 %	
	2015	8 065 486	1,79	44 %	
	2016	5 586 116	1,53	35 %	
	2017	6 534 406	1,63	39 %	
Organisation 7	4 Ca 40 % tillskottsvatten				
Organisation 8	5 Ca 45 % av inkommande flöde utgörs av tillskottsvatten. På de mindre reningsverken i kommunen kan det vara betydligt mer.				
Organisation 9	5 Vi har bedömt tillskottsvatten på reningsverk 1 samt reningsverk 2, Reningsverk 1: 2015: 39 % 2016: 41 % 2017: 50 % Reningsverk 2: 2015: 39 % 2016: 40 % 2017: 47 %				
Organisation 10	Reningsverken i de större orterna har ca 50 % tillskottsvatten, medan i en del av de små och medelstora reningsverken kan ha mer än 70 %.				
Organisation 11	Har ingen bra statistik på detta				
Organisation 12	-				

Fråga	2.5 Dimensioneras processer för ökad mängd tillskottsvatten?
Organisation 1	3 Ja vi räknar med den flödesutveckling som ägarkommunerna förutspår. Historiskt har vi lagt på en klimatkompensator. Vi har i pågående miljöprövning räknat med befolkningsutveckling med mera under relativt kort tid framöver (till 2030) eftersom det skulle ge väldigt stora ekonomiska konsekvenser att framskriva pågående flödesutveckling i kombination med befolkningsökning över en längre period än så.
Organisation 2	5 Nej, vi jobbar mycket med förnyelse för ledningsnät och räknar med mindre procent tillskottsvatten framöver.
Organisation 3	1 Har ej varit aktuellt.
Organisation 4	4 Vi dimensionerar för närvarande utifrån att mängden tillskottsvatten är konstant över en längre tidsperiod.
Organisation 5	5 Vid de senaste ombyggnationerna har det främst gällt mindre verk och då har vi utgått från nuvarande förhållanden och bara lagt på för befolkningsökningen. Vi har gjort antagandet att åtgärderna mer eller mindre tas ut av klimatkompensatorn. Nu när vi har för avsikt att bygga ut vårt största reningsverk, har vi för avsikt att göra en mer djupgående analys för att ta fram en prognos för tillskottsvattnet.
Organisation 6	1 Vet ej
Organisation 7	5 Nej vid dimensioneringen i samband med utbyggnad av Sjöhögs ARV räknade man med att andelen tillskottsvatten skulle vara stabil, eller minskade under verkets livstid, ca 35 år.
Organisation 8	5 Nej, hänsyn har inte tagits till ökad mängd tillskottsvatten på grund av klimatkompensatorn.

Organisation 9	5 Det vi kan utgå från är den kommande utbyggnaden av reningsverk 1. Inför denna utbyggnad bedöms tillförseln av ovidkommande tillskottsvatten i princip förbli oförändrad. För tillkommande tillrinningsområden räknas inte med något tillskottsvatten, utan att ev. sådant kompenseras av saneringsinsatser inom befintliga tillrinningsområden. Vidare har förutsatts att maxbelastningen av tillskottsvatten vid extrema tillfällen (snösmältning, kraftig nederbörd) ligger kvar på nuvarande nivå, d.v.s. en ökad basflödesnivån förutsätts kompenseras av ytterligare verksamma insatser på ledningsnätet för att minska specifikt regnvattentillförseln till reningsverket.
Organisation 10	Nej vi dimensionerar inte för ökat tillskottsvatten, utan att historiskt kolla på vad flöden är. Möjlighet till förbiledning av vissa steg. Första steget dimensioneras för att klara alla senarier.
Organisation 11	-
Organisation 12	-

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se