



CHALMERS



Regnvattentunnor som metod för att minska flödestoppar av dagvatten, bräddningar och översvämningar

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

ANGELICA LEXELL
ERIKA LINDQVIST
ANTON NILSSON
CAROLINE NILSSON

Regnvattentunnor som metod för att minska flödestoppar av dagvatten, bräddningar och översvämningar

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet

Väg- och vattenbyggnad

ANGELICA LEXELL

ERIKA LINDQVIST

ANTON NILSSON

CAROLINE NILSSON

Institutionen för Bygg- och miljöteknik

Chalmers tekniska högskola

Förord

Detta kandidatarbete är utfört vid institutionen Bygg- och miljöteknik, avdelningen Vatten Miljö Teknik, på Chalmers tekniska högskola i samarbete med Kretslopp och vatten, Göteborg stad. Det är av stort intresse för Kretslopp och vatten att utreda om regnvattentunnor kan vara en lämplig och kostnadseffektiv metod för att minska flödestoppar av dagvatten, bräddningar och översvämningar. De har därför fastställt de yttersta ramarna för arbetet. Rapporten ger en rekommendation om metoden är en lönsam investering för Göteborgs Stad.

Ett särskilt stort tack till vår examinator Ann-Margret Strömwall och handledare Karin Björklund för det stöd och den rådgivning vi fått under projektets gång. Vi vill även tacka Jenny Lindh, Linn Wahlgren, Jonas Persson och Emelie Alenius på Kretslopp och vatten för den kunskap, hjälp och information som de bidragit med. Utöver detta vill vi tacka DHI Sverige för möjligheten att använda deras programvara Mike Urban och för den support vi fått. Det finns även fler personer som har bidragit med information och hjälp som vi är tacksamma för.

Sammanfattning

På grund av stadsutveckling och klimatförändringar har höga flöden i det urbana avloppsledningsnätet blivit allt vanligare. Speciellt i kombinerade ledningar är problemen stora på grund av de flödestoppar av dagvatten, bräddningar och översvämningar som de höga flödena leder till. I Göteborg var det vanligt att anlägga kombinerade ledningar fram till 1950-talet och detta har lett till att stora delar av centrala staden har kombinerade system. Nya metoder behövs för att hantera den ökande mängden nederbörd som förväntas med ett förändrat klimat. Regnvattentunnor är en metod som samlar upp regnvatten från tak för att sedan låta det infiltreras eller fördröjas för att minska flödesvariationerna i avloppsledningsnätet och få ett jämnare flöde i ledningarna. Att använda regnvattentunnor i detta syfte och i stor skala har inte testats i Sverige tidigare. Syftet med detta kandidatarbete är att undersöka möjligheten för regnvattentunnor som metod för att minska flödestoppar, bräddningar och översvämningar i Göteborg. I projektet utvärderas om metoden är en verkningsfull och kostnadseffektiv investering för Göteborgs Stad.

För att analysera och värdera metoden med regnvattentunnor studeras ett fallstudieområde närmre. Området som valts ut är en del av stadsdelen Örgryte i östra Göteborg. Detta område har ett kombinerat avloppssystem och har problem med återkommande översvämningar. För att dimensionera en regnvattentunna med avseende på storlek och utloppsventil utfördes en litteraturstudie, vilket gav underlag till beräkningar av in- och utflöde vid två specifika regntillfällen. Regnvattentunnornas effekt på flödestoppar, bräddningar och översvämningar i fallstudieområdet analyserades med hjälp av simuleringar i programmet Mike Urban.

Beräkningar från två enskilda regn visar att en 300 liters regnvattentunna har kapaciteten att fördröja 25 - 60 procent av det totala inflödet till tunnan. Beräkningarna med flödesmodelleringen över fallstudieområdet visar dock på att flödestoppar, översvämningar och bräddningar påverkas ytterst lite av regnvattentunnorna och resultaten visar snarare på att flödet i ledningsnätet ökar. Detta är något som antas vara föga sannolikt och tyder på att något inte stämmer vid simuleringen i Mike Urban. Trots de något osäkra resultaten visar beräkningar på att metoden är kostnadseffektiv sett till värderingstalet. För regnvattentunnor ligger värderingstalet i stora drag på samma nivå som kostnaden för att leda allt vatten till Ryaverket. För att fastställa om metoden är en verkningsfull och kostnadseffektiv investering för Göteborgs Stad behöver metoden utredas vidare. Ett första steg i framtida studier kan vara att utföra fler simuleringar i Mike Urban för att utvärdera olika parametrars påverkan på resultaten. Modellen bör även felsökas ytterligare för att säkerställa att resultatet som erhålls är tillförlitligt. Även förbättringspotential av metoden genom att kombinera den med andra metoder för lokalt omhändertagande av dagvatten som till exempel regnrabatter bör utvärderas i fortsatta studier.

Omslag:

Bilden är från Kretslopp och vatten och visar en översvämning.

Institutionen för Bygg- och miljöteknik
Göteborg 2016

Rainwater barrels as a method to reduce flow peaks of stormwater, overflows and flooding

Bachelor Thesis

Building and Civil Engineering

ANGELICA LEXELL

ERIKA LINDQVIST

ANTON NILSSON

CAROLINE NILSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Chalmers University of Technology

Abstract

Due to urban development and climate change high flows in the urban wastewater network will become more frequent. The high flows lead to major problems because of flow peaks, storm water overflow and floods, especially in the combined sewers. It was common to build combined sewer systems in Gothenburg until the 1950s and due to this large parts of downtown Gothenburg have combined systems. New methods for storm water management is needed to manage the expected increase of rainfall due to climate change.

Rainwater barrels is a method that collects rainwater from the roof and let it infiltrate or delays' it to reduce flow variations in the sewer network and smoothing the flow in the pipes. In Sweden, rainwater barrels have not been tested for this purpose and in a large scale before. The aim of this bachelor thesis is to examine the possibility of rain barrels as a method to reduce flow peaks, overflows and floods in Gothenburg. This project evaluates if the method is an efficient and cost-effective investment for the City of Gothenburg.

A case study was conducted to analyze and evaluate the rainwater barrel method. The selected area is a part of the neighborhood Örgryte in eastern Gothenburg. This area has a combined sewer system and have problems with recurrent flooding. To design the rain barrel regarding to size and outlet valve a literature study was performed. The literature study provided the basis for inflow and outflow calculations at two specific rain events. The barrels' effect on flow peaks, overflows and floods in the case study area were analyzed using simulations in the program Mike Urban.

Estimates from two individual rain shows that a 300 L rain barrel has the capacity to delay 25 to 60 percent of the total inflow to the barrel. The calculations that were made in the simulation software shows that the flow peaks, flooding and overflows were insignificantly affected by the rainwater barrels and the results rather shows that the total flow in the pipes increases. This is believed to be unlikely and indicate errors in the Mike Urban simulation. Based on the somewhat uncertain results, calculations show that the method is cost effective in terms of the valuation figure for rainwater barrels as the figure is approximately the same as the cost of direct all the wastewater to the wastewater treatment plant, Ryaverket.

To determine whether the method is an efficient and cost-effective investment for the City of Gothenburg, the method needs to be further investigated. A first step in future studies may be to perform more simulations in Mike Urban to evaluate the impact on the results of different parameters. The model should also be debugged further to ensure that the result obtained is reliable. Also improvement of the method by combining it with other methods for local disposal of surface water, such as rain gardens, should be evaluated in further studies.

Innehåll

Förord	III
Sammanfattning	IV
Abstract.....	VI
Innehåll	VII
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Avgränsningar.....	2
1.4 Problemformulering och frågeställningar	3
2 Teoretiska grunder	4
2.1 Dagvattenhantering	4
2.1.1 Avloppssystem i Göteborg.....	4
2.1.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten	6
2.2 Tidigare studier	8
3 Beskrivning av fallstudieområde	10
3.1 Markförhållanden.....	11
3.2 Lokal påverkan på närliggande vattendrag	11
4 Metod	13
4.1 Användning av litteratur.....	13
4.2 Insamling och tillämpning av data för fallstudieområdet.....	13
4.2.1 Medeltakarea och antal stuprör	13
4.2.2 Användning av regnserier	13
4.3 Beräkningsmetoder med avseende på flöden i en enskild regnvattentunna	14
4.3.1 Inflöde av avrinningsvatten från tak	14
4.3.2 Utflöde genom utloppsventil.....	15
4.4 Flödesmodellering för fallstudieområde i simuleringsprogrammet Mike Urban	16
4.4.1 Anpassning av modell för att använda regnvattentunnor i flödesmodelleringen	16
4.4.2 Simuleringsinställningar i Mike Urban.....	17
4.4.3 Uträkning av parametrar för simulering med regnvattentunnor	18
4.4.4 Simuleringsverktyg för regnvattentunnor	19
4.4.5 Anpassning av antal tunnor utifrån ändring av hårdgjord yta.....	21
4.4.6 Analys av resultat i Mike View	22
4.5 Ekonomisk utvärdering; kostnadsberäkningar och jämförelser	22
4.5.1 Projektkostnad för implementering av regnvattentunnor	22
4.5.2 Värderingstal.....	23
4.5.3 Kostnadsjämförelse mellan regnvattentunnor och rörmagasin.....	24
4.5.4 Jämförelse med ersättningskostnader för översvämningar	24
5 Resultat, analys och diskussion.....	25
5.1 Förutsättningar och dimensionering av regnvattentunnan	25
5.1.1 Medeltakarea och antal stuprör i fallstudieområdet.....	25
5.1.2 Regnserier för 2- och 10-års regn	26
5.1.3 Val av utloppsventil	27
5.1.4 Val av storlek på tunnan	28

5.1.5	Årstidsvariation.....	29
5.1.6	Förändringar i nederbörd från år 2013 till 2050	29
5.2	Resultat med avseende på flöden i en tunna.....	30
5.2.1	In- och utflöde vid ett 10-års regn.....	30
5.2.2	In- och utflöde vid ett 2-års regn.....	32
5.3	Indata till och utfall av flödesmodellering	34
5.3.1	Indata till flödesmodellering.....	34
5.3.2	Påverkan på fördröjningseffekt till Ryaverket.....	34
5.3.3	Bräddningar i avloppsledningsnätet.....	35
5.3.4	Analys av översvämningar.....	36
5.3.5	Diskussion kring resultaten från Mike Urban och Mike View	37
5.4	Resultat extrapolerat till hela Göteborg	38
5.5	Kostnadseffektivitet	39
5.5.1	Projektkostnad för implementering av regnvattentunnor i fallstudieområdet samt i hela Göteborg.....	39
5.5.2	Värderingstal.....	42
5.5.3	Kostnadsjämförelse mellan regnvattentunnor och rörmagasin.....	43
5.5.4	Jämförelse med ersättningskostnader för översvämningar	44
6	Övergripande diskussion.....	46
6.1	Deltagarvillighet och implementering av regnvattentunnor i stor skala.....	46
6.2	Metoden i kombination med andra LOD lösningar	46
6.3	Övergripande diskussion om kostnader	47
7	Rekommendation och slutsats	48
	Referenser.....	49
	Bilaga 1, Felmarginal.....	1
	Bilaga 2, Framtagning av parametern C	1
	Bilaga 3, Antal tunnor och takarea per avrinningsområde	1
	Bilaga 4, Takareor i fallstudieområdet	1
	Bilaga 5, Antal stuprör i fallstudieområdet.....	1
	Bilaga 6, Regndata och Excel-beräkningar	1
	Bilaga 7, Beräkningar för totalt avloppsflöde och bräddningar	1
	Bilaga 8, Översvämningar.....	1
	Bilaga 9, V_d baserad på Excel	1

1 Inledning

Stadsutveckling och urbanisering leder till hydrologiska förändringar som vid regn ofta leder till ökade toppflöden och fler små översvämningar (Page et al., 1999). Framförallt urbanisering och stadsutveckling gör att fler ogenomträngliga ytor, det vill säga hårdgjorda ytor så som tak och vägar, skapas och leder till stor förändring i den hydrologiska cykeln. En vanlig följd blir att den genomsnittliga årliga avrinningen i form av dagvatten ökar, framförallt till följd av minskad möjlighet till infiltration i mark och evapotranspiration från träd och växter. Även flödets karaktär blir förändrat vid urbana avrinningsytor i jämförelse med naturliga: toppflödet ökar, basflödet och grundvattenbildningen minskar samt tiden från regnets start till toppflöde blir kortare. Dessutom förväntas nederbörden öka på grund av förändringar i klimatet (SMHI, 2015). Enligt Berglöv et al. (2015) kommer årsmedelnederbörden i Västra Götaland öka med 10–25 procent de kommande 100 åren. Även den kraftiga nederbörden och den maximala dygnsnederbörden förväntas öka.

På grund av urbanisering samt klimatförändringar är nya lösningar för att hantera den förväntade ökningen av avrinningsflöde från hårdgjorda ytor, det vill säga dagvattenflödet, ett högst aktuellt ämne för Sverige och inte minst för Göteborgs Stad.

1.1 Bakgrund

En intensifiering av nederbörd kommer att leda till större påfrestningar på befintligt avloppsledningsnät. Uppskattningsvis är en fjärdedel av avloppsledningsnätet i Göteborg kombinerat, vilket innebär att spill- och dagvatten rinner genom samma avloppsledning (Kretsloppskontoret, 2007). Toppflöden av regnvatten kan leda till överbelastning i avloppsledningsnätet enligt Alenius¹, projektledare på Kretslopp och vatten, Göteborgs Stads. När ledningskapaciteten överskrids finns det risk att orenat avloppsvatten temporärt släpps ut till recipient, det vill säga risk för bräddning. Till följd av överbelastning kan det även ske översvämningar i källare och på gator.

Extrem nederbörd leder dessutom till höga flödestoppar i Göteborgs avloppsreningsverk, Ryaverket (Mattson, 2015). Vanligtvis ska avloppsvattnet genomgå ett antal kemiska samt biologiska reningsprocesser innan det släpps ut i recipienten Göta Älv, men vid hög belastning bräddas det överflödiga vattnet till en alternativ kemisk reningsprocess. Lumley², driftchef på Ryaverket, förklarar att den alternativa processen är effektiv sett till utfällning av fosfor men betydligt sämre gällande omvandlingen av näringsämnet kväve. År 2014 genomgick nära 8 000 000 m³ vatten den alternativa kemiska processen vilket motsvarar cirka sex procent av det årliga inflödet till Ryaverket (Mattson, 2015).

Göteborgs Stad (u.å.a) uppger att totala volymen av bräddat avloppsvatten från ledningsnätet under år 2014 var nästintill 200 000 m³, vilket lett till stora utsläpp av de miljöpåfrestande ämnena kväve och fosfor. Bräddning påverkar även kvaliteten på råvatten i Göta älv då andelen partiklar och halterna av tarmbakterier höjs (Bengtsson Sjörs, 2014). Bräddning anses därför vara en betydande parasitkälla och hälsorisker finns om exempelvis ytvattentäkter, grundvattentäkter eller badplatser utsätts för bräddat vatten. När orenat

¹ Emelie Alenius, projektledare på Kretslopp och vatten, 2016-03-14

² Douglas Lumley, driftchef Ryaverket, kontakt via telefon 2016-04-07

avloppsvatten når recipienten uppstår inte bara problem med bakteriell förorening, utan även ökad syreförbrukning och utsläpp av toxiska ämnen. Metallerna koppar och zink samt organiska miljögifter inklusive polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är några exempel på toxiska ämnen (Butler and Davies, 2010). Att förebygga förekomsten av bräddning har således flera positiva effekter.

Genom att använda separata ledningar för spill- och dagvatten, infiltrera dagvatten lokalt och använda fördröjningsmagasin går det att minska belastningen på avloppsledningsnätet och Ryaverket (Svenskt Vatten, 2016). En metod som inte har testats i Sverige i syfte att minska flödestoppar är att använda sig av regnvattentunnor. Regnvattnet rinner vanligtvis från en takyta, genom ett stuprör och sedan direkt till avloppsledningsnätet (Svenskt Vatten, 2016). Om regnvattnet istället leds via en regnvattentunnel innan det når avloppsledningsnätet kan tunneln fungera som ett lokalt fördröjningsmagasin, vilket minskar belastningen på ledningsnätet. Ett annat alternativ är att regnvattnet från tunneln infiltreras lokalt vilket också avlastar avloppsledningsnätet.

Detta kandidatarbete utreder om det är möjligt att minska flödestoppar samt minska risken för källaröversvämningar och bräddning av avloppsvatten till recipient genom att använda sig av regnvattentunnor. Detta görs genom att studera ett fallstudieområde. Projektet utförs i samarbete med Kretslopp och vatten, en kommunal förvaltning i Göteborgs Stad som bland annat arbetar med vatten- och avloppsfrågor.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att undersöka regnvattentunnor som metod för att minska flödestoppar, bräddningar och översvämningar. Det är även att utföra beräkningar för att utreda om metoden är en kostnadseffektiv investering för Göteborgs Stad. Dessutom ska det klargöras vilka faktorer som är viktiga att ta hänsyn till om metoden tillämpas och om det finns utvecklingspotential för metoden.

1.3 Avgränsningar

Denna studie är geografisk avgränsad till ett specifikt fallstudieområde, en del av stadsdelen Örgryte i Göteborg. Till viss del genomförs dock studien även med avseende på hela Göteborg. Rapporten är avgränsad till att undersöka om metoden är användbar för Göteborgs regnmängder och klimat. Andra geografiska områden undersöks inte.

Fallstudieområdet är valt eftersom det har ett kombinerat avloppssystem, samt på grund av att en färdig modell av området finns tillgänglig från Kretslopp och vatten i programmet Mike Urban. Att välja ett fallstudieområde med kombinerat avloppssystem är väsentligt för studien. Detta eftersom bräddningar och källaröversvämningar främst sker i denna typ av avloppssystem. Separata system avhandlas inte då fördröjningsnyttan på en separat dagvattenledning anses vara mycket liten.

Studien behandlar i första hand regnvattentunnor som en separat metod. Andra lösningar och metoden i kombination med andra metoder kartläggs men studeras inte i större utsträckning. Hur regnvattentunnorna installeras och underhålls behandlas inte djupare i denna rapport. Deltagarvillighet hos fastighetsägarna är en inverkande faktor som inte heller undersöks. Tunnornas utformning är begränsat till det som rör inflöde, utlopp och storlek. Detaljerad design så som materialval, konstruktion och design behandlas inte.

Vid analys av regnvattentunnor med avseende på nederbördsmängder görs detta i första hand med nederbörd från år 2013, men även för ett regntillfälle 2014. Det görs även en framtidsuppskattning till år 2050 av framtida nederbördsmängder men analysen begränsas till dagens ledningssystem och de krav som ställs på ledningsnätet idag.

1.4 Problemformulering och frågeställningar

För att genomföra en analys om regnvattentunnor är en effektiv lösning för att minska flödestoppar, bräddningar och översvämningar fokuserar studien på ett fallstudieområde. Området som studeras ligger i östra Göteborg och är en del av stadsdelen Örgryte. Området har ett kombinerat avloppssystem och bebyggelsen består främst av villor. Fallstudien används för att genomföra en kvalitativ flödesmodellering i simuleringsprogrammet Mike Urban. Tidigare internationella studier ligger till grund för att göra antaganden inför beräkningar och flödesmodellering. Följande frågeställningar besvaras för att uppfylla studiens syfte och således ge en rekommendation angående metoden med regnvattentunnor:

- Hur ser förutsättningarna i fallstudieområdet ut med avseende på mark, miljö, föroreningskänslighet, bebyggelse och infrastruktur?
- Vilka antaganden kan göras vid dimensionering av regnvattentunnorna med avseende på takyta, stuprör, årstidsvariation, storlek och utloppsventil?
- Hur mycket vatten kan fördröjas per regnvattentunna?
- Hur påverkas tunnornas fördröjningseffekt, det vill säga volymen fördröjt vatten, med varierande nederbördsmängder och tider på året?
- I vilken utsträckning kan flödestoppar och översvämningar minskas i det aktuella området?
- På vilket sätt och i vilken utsträckning kan regnvattentunnor vara kostnadseffektivt för att minska flödestoppar och översvämningar?
- Hur kan resultatet från fallstudieområdet tillämpas för att utvärdera regnvattentunnor som lösning för att åstadkomma minskade flödestoppar i hela Göteborgs stad?

2 Teoretiska grunder

Kapitlet behandlar dagvattenhantering i Göteborg och vattenrelaterade problem som kan uppstå i stadens avloppsledningsnät. Även olika metoder för att omhänderta dagvatten lokalt beskrivs i detta kapitel. Därefter följer en redogörelse av tidigare studier som behandlar regnvattentunnor som metod för att minska flöden i urbana avloppsledningsnät.

2.1 Dagvattenhantering

Nya sätt att hantera dagvatten är något som bör tas i beaktning inför framtida klimatförändringar med mer intensiva regn (Svenskt Vatten, 2011). Idag ställs det stora krav på att byggnader, infrastruktur och andra samhällsfunktioner utformas på ett sätt som kan hantera extrem nederbörd utan att konsekvenserna blir allvarliga. Även inom befintlig bebyggelse bör åtgärder genomföras för att förhindra att dagvatten orsakar problem. Vilka åtgärder som kan utföras beror på förutsättningarna på avloppssystemets uppbyggnad. De specifika förutsättningarna som gäller för Göteborg och fallstudieområdet Örgryte finns beskrivet i avsnittet nedan.

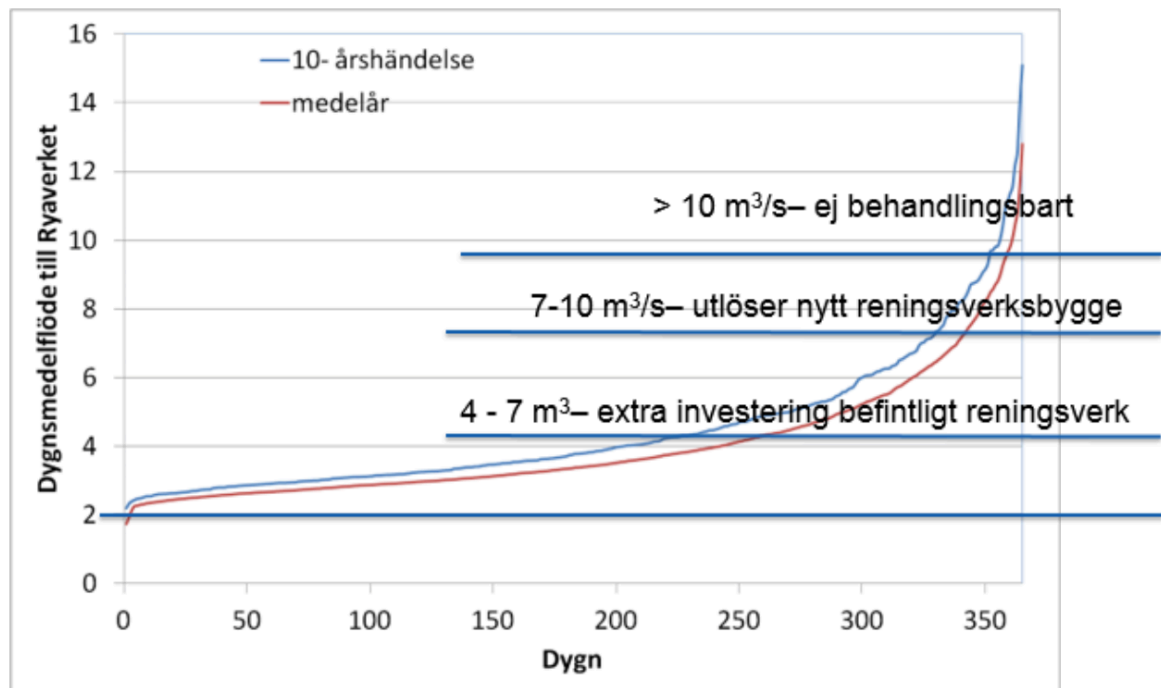
2.1.1 Avloppssystem i Göteborg

I Göteborg finns både kombinerade och separerade avloppssystem, varav cirka en fjärdedel är kombinerade (Kretsloppskontoret, 2007). Vid nybyggnation anläggs separerade avloppssystem i vilka dagvatten och spillvatten flödar i separata ledningar.

Dagvattenledningarna dimensioneras efter mängden regnvatten och spillvattenledningarna dimensioneras efter befolkningens mängd. Fram till 1950-talet var det vanligare att installera kombinerade ledningssystem, vilket medför att det finns kvar kombinerade system i äldre delar av staden (Svenskt Vatten, 2016). Kombinerade system innebär att både spillvatten och dagvatten leds i samma avloppsvattenledning.

Vid extrema regn blir det, som nämnts tidigare, flödestoppar både i ledningssystemet och i Ryaverket. Det kombinerade ledningssystemet är inte dimensionerat så att det vid kraftig eller långvarig nederbörd klarar av dagvattenflödet (Kretslopp och vatten et al., 2016). Detta på grund av att dessa extrema nederbördsperioder inträffar relativt sällan. Att dimensionera efter dessa perioder skulle leda till att det totala kapacitetsutnyttjandet under ett helt år blir mycket lågt.

Stora mängder dagvatten i de kombinerade avloppssystemen leder även till att avloppsvatten bräddas i bräddbrunnar ute i ledningssystemet, vilket innebär att det inte sker någon rening av vattnet innan det når närmsta recipient (Kretsloppskontoret, 2007). I perioder med höga flöden klarar inte heller Ryaverket av att rena allt inkommande vatten med fullständig reningsprocess (Mattson, 2015). Figur 2.1 visar en schematisk bild över att flödestoppar som överstiger 7 kubikmeter per sekund (m^3/s) utgör en stor påfrestning på anläggningen. Ett nytt reningsverk skulle behövas byggas om det inte vidtas åtgärder för att minska inflödet.



Figur 2.1 Dygnsmedelflöde till Ryaverket i förhållande till dygn på ett år, samt vilka åtgärder som krävs vid olika flöden.

Områden med kombinerade ledningssystem är många gånger extra utsatta för översvämningar eftersom de är uppbyggda så att lägsta utlopp ofta är i källarplanet i en byggnad, enligt Alenius. Då avloppsledningskapaciteten överskrids, till följd av exempelvis extrem nederbörd, höjs trycklinjen i ledningen. Det sker en översvämning då trycklinjens nivå överstiger nivån för en källar- eller gatubrunn. Det är därför svårt att som fastighetsägare skydda sig mot källaröversvämningar till följd av kraftiga regnmängder.

Källaröversvämningar i områden med kombinerade system är ett utbrett problem i Göteborg och mörkertalet tros dessutom vara stort. År 2011 drabbades staden av ett 100-årsregn, det vill säga ett regn som sannolikt inträffar en gång på 100 år, vilket ledde till många källaröversvämningar. Till följd av några enskilda extrema regntillfällen betalade Kretslopp och vatten ut mer än 21 miljoner kronor i skadeersättning under 2012 och 2013.

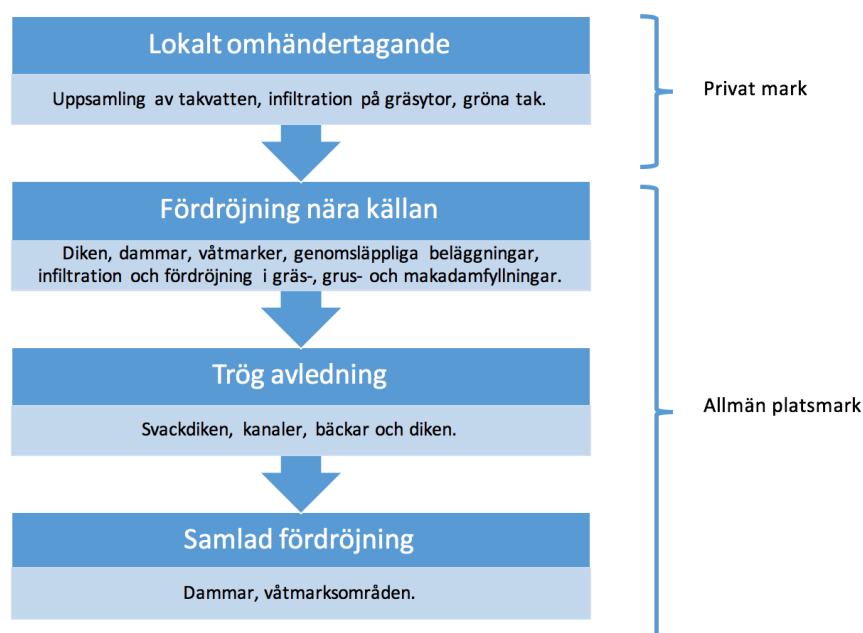
Örgryte blev två gånger under 2013 drabbat av lokala kraftiga regn, vilket ledde till källaröversvämningar i 19 fastigheter enligt Alenius. Dessutom översvämmades några av fastigheterna två gånger under det året. Ersättningskostnaderna för området är dock till viss del missvisande menar Lindh³, projektingenjör inom Avloppsprojektenheten på Kretslopp och vatten. Flera av fastighetsägarna är nämligen så vana vid översvämningar att de väljer att inte inreda sina källare i syfte att skydda sig mot skador orsakade av översvämningar. Det finns därför troligen ett mörkertal av incidenter som inte rapporteras. Det betalas därför generellt ut mindre skadeersättningsbelopp i området än vad det hade gjorts om fastighetsägarna inte förebyggt risken för eventuella skador.

³ Jenny Lindh, projektingenjör på Kretslopp och vatten, kontakt via e-post 2016-04-13

2.1.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten

Enligt Alenius går problemen med kombinerade ledningar inte att lösa på ett enkelt och kostnadseffektivt sätt genom att bygga om kombinerade system till separata. De befintliga 400 km kombinerade ledningarna skulle kosta omkring 10 miljarder kronor att göra om till ett separerat system. Ombyggnationen skulle dessutom, med nuvarande takt för utbyte av ledningar, ta mellan 75–100 år att genomföra. Det behövs därför enklare lösningar som går att implementera snabbare.

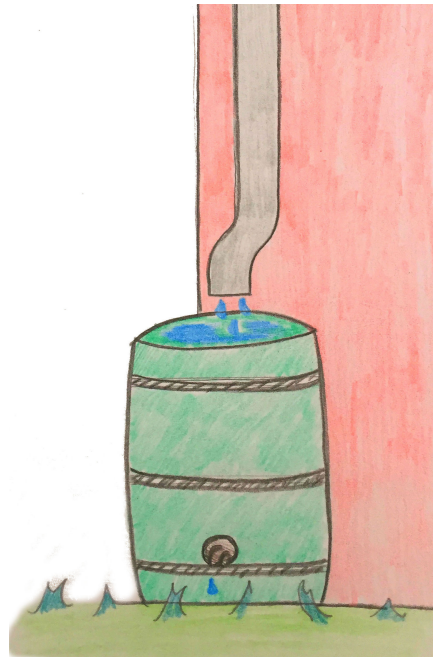
För att uppnå en hållbar dagvattenhantering är huvudprincipen; lokalt omhändertagande, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning, vilket visas i Figur 2.2 (Svenskt Vatten, 2011). Det bästa sättet att lösa problemen med kombinerade system är att använda lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) (Butler and Davies, 2010). Vid LOD tas dagvattnet omhand på privat mark. Det finns fördelar med att behandla dagvattnet högt upp i systemet och nära källan eftersom det är mindre mängder vatten samt att vattnet är renare ju högre upp i systemet det är. Inom befintlig bebyggelse är ambitionen att fördröja dagvattenflöden till den grad att det inte orsakar problem för bebyggelsen, som till exempel källaröversvämningar (Svenskt Vatten, 2011). Fördröjning innebär att vattnet lagras, exempelvis i en regnvattentunna, tills dess att ledningen eller recipienten har kapacitet att ta emot vattnet och leda det vidare. På så sätt blir flödet jämnare och mer kontrollerat.



Figur 2.2 Huvudprincipen för hållbar dagvattenhantering. Vid lokalt omhändertagande tas dagvattnet om hand långt upp i kedjan, nära källan och på privat mark.

Genom att använda regnvattentunnor för att samla upp den nederbörd som faller på hustak kan en mer hållbar dagvattenhantering uppnås (Abi Aad et al., 2010). Nederbörden från taken leds via stuprör ner till en tunna där vattnet förvaras för att minska vattenvolymen i ledningsnätet, se Figur 2.3. I många fall sparas detta vatten för att sedan kunna användas i bevattningssyften. Enligt Calhill (2012) fungerar regnvattentunnor mest effektivt i kombination med att låta vattnet infiltreras lokalt. Om det inte finns möjlighet att infiltrera vattnet är det ändå av värde att samla upp och fördröja vattnet innan det når

avloppsledningarna, i avsikt att minska flödestoppar i dessa ledningar (Mohammad Pour, 2013).



Figur 2.3 Regnvattentunna kopplad till stuprör.

Syftet med regnvattentunnor kan även vara att öka tillgången till vatten, om så är fallet finns det lösningar där regnvatten samlas i tunnor eller cisterner för att sedan användas. Jones and Hunt (2010) tar upp exempel där regnvatten samlas upp och används till spolvatten i toalett, till biltvätt och för bevattning i större omfattning.

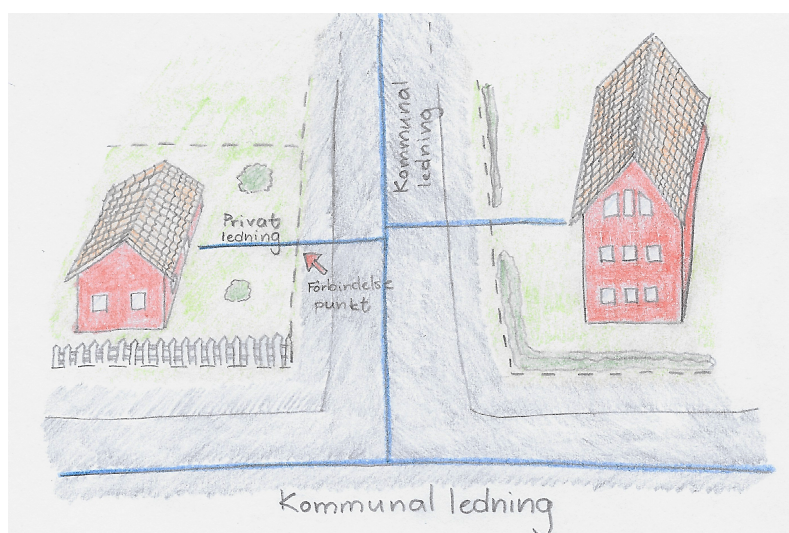
Ytterligare exempel på LOD är gröna tak som används för att minska avrinningen från taktytor (Svenskt Vatten, 2011). Avrunnen vattenvolym är kopplad till växtbäddens djup, ju djupare växtbädd desto mindre av vattenvolymen rinner av. Taken fungerar bäst för mindre regn och många regntillfällen. Vid enskilda kraftiga regntillfällen hanteras endast de första 5 mm medan all nederbörd däröver rinner av. Gröna tak har fler positiva effekter än att bara minska avrinningen (Calhill, 2012). Till exempel kan avdunstningen från taket användas till att kyla ned huset och därmed minskar energibehovet för byggnaden. Andra fördelar är ljudreducering inne i byggnaden, ökad livslängd för taket samt förhöjt estetiskt värde.

Ett sätt att fördröja dagvatten som redan används i Göteborg är med regnrabatter, även kallade rain gardens. I regnrabatter kan dagvatten sakta rinna ner till en växtbädd där vattnet infiltreras innan det når avloppsledningsnätet (Göteborgs Stad, u.å.b). På detta sätt kommer dagvattnet att fördröjas och minska flödestoppar vilket också minskar risken för översvämningar och bräddningar beroende på var i systemet de används. En annan stor fördel är att dagvattnet renas från föroreningar medan det filtreras genom växtbädden, vilket gör regnrabatter till en bra metod att använda vid till exempel stora parkeringsplatser samt vägar där vattnet transporterar de föroreningar som ackumulerats från asfalt och bilar.

Ytterligare en metod för att uppnå en fördröjning nära källan är att välja ett vattengenomsläppligt material istället för täta asfaltytor (Svenskt Vatten, 2011). Genomsläppliga beläggningar är försedda med fogar eller öppna hål där dagvattnet kan infiltreras till en dränerad överbyggnad. Det är vanligt att hålen fylls med gräs eller makadam. Dessa beläggningar kräver mycket underhåll för att förhindra att hålen sätts igen

av till exempel sand, sediment och spill från bilar och andra fordon. Förutom att metoden kräver mycket underhåll för att inte sättas igen är det svårt att beräkna infiltrationskapaciteten på dessa beläggningar.

Kretslopp och vatten har enligt Alenius endast ansvar för vattenhanteringen på kommunal mark vilket medför att fördröjning av dagvatten på privat mark är svårt att detaljstyra. Flera av lösningarna med LOD fungerar mestadels endast på privat mark, även om vissa lösningar som till exempel regnrabatter kan användas på andra platser. Kretslopp och vatten har därför inga befogenheter att specificera vilken typ av fördröjningslösningar som en fastighetsägare ska använda sig av. Vad de däremot kan ställa krav på är att det ska kunna fördröjas 10 mm regnvatten per kvadratmeter hårdgjord yta per fastighet. Det innebär att en enskild fastighetsägare måste se till att tillräcklig fördröjning sker innan vattnet når förbindelsepunkten mellan kommunal- och privatledning, se Figur 2.4. Användningen av LOD lösningar är ett sätt att uppnå det kravet, men det går alltså inte i nuläget att styra på vilket sätt enskilda fastighetsägare möter kravet. Det kan därför antas att vissa fastighetsägare väljer att inte installera en specifik lösning, till exempel regnvattentunnor.



Figur 2.4 Exempel på var i gatubilden som kommunala respektive privata ledningar vanligtvis är placerade. Förbindelsepunkten ligger vanligtvis vid fastighetsgränsen.

2.2 Tidigare studier

Studier som undersöker om regnvattentunnor är en fungerande metod för att ta hand om dagvatten från tak har inte gjorts i större utsträckning i Sverige tidigare. Däremot har ett antal studier inom området gjorts i bland annat USA och Kanada. Några av dessa studier är empiriska där regnvattentunnor har installerats i ett specifikt område och mätningar har gjorts på effekten av dessa. Motsatsen till empiriska studier är teoretiska där det endast har gjorts beräkningar utan någon anknytning till ett specifikt område. Både empiriska och teoretiska studier har använts i denna rapport. De huvudsakliga studierna som har använts presenteras nedan.

I en kanadensisk masteruppsats har det undersökts om regnvattentunnor är en bra metod för att hantera dagvatten i staden Burnaby i delstaten British Columbia (Mohammad Pour, 2013). Studien är ett pilotprojekt i samarbete mellan kommunen Burnaby och University of British Columbia som utfördes mellan åren 2009 till 2011. I studien undersöktes både vilken

utformning på tunnan som passar ändamålet bäst samt hur regnvattentunnor kan implementeras i staden på ett bra sätt, studien är således empirisk. Dessutom belystes betydelsen av samverkan med deltagande markägare. I studien användes självdränerande tunnor och en stor del av studien bestod av att utforma designen av regnvattentunnan. Det installerades 40 tunnor i 26 hushåll och mätningar gjordes före och efter installation av tunnorna. Detta projekt fortlöpte under ca 30 månader och resultatet visade på en signifikant skillnad i ledningsnäten vid nederbördstillfällen. Studien visade genom fältarbete att små och lokala fördröjningsmagasin kan ha en stor effekt på flöden i urbana avloppsledningar.

En liknande empirisk studie, också utförd under åren 2009 till 2011, gjordes i kommunen North Huron i Ontario, Kanada (Insurance Bureau of Canada, 2011). Studien var ett samarbete mellan kommunen i North Huron och försäkringsbolaget Insurance Bureau of Canada där 458 tunnor installerades för att samla upp regnvatten från hustaken i samhället Wingham. Till skillnad från Mohammad Pour (2013) användes ingen självdränerande tunna, tunnorna som installerades behövde tömmas efter varje enskilt nederbördstillfälle. Då detta inte efterlevdes på önskvärt sätt blev tunnornas effekt på flödena i avloppsledningarna mindre omfattande. I studien rekommenderades det därför att i framtida liknade projekt använda en självdränerande tunna. Då studien är gjord av ett försäkringsbolag är den mer kommersiell och fokuserar mest på praktiska aspekter gällande deltagarvillighet och hur installationen av regnvattentunnor i ett samhälle kan utföras på bästa sätt.

I en vetenskaplig artikel från tidskriften Journal of Environmental Engineering presenteras en analys av hur implementation av regnvattentunnor kan reducera dagvattenflödena i en stad (Jennings et al., 2013). Studien är enbart teoretisk och fokuserar på området öst om staden Cleveland i Ohio, USA. I studien används det uppsamlade regnvattnet för bevattningssyften till hushållens tillhörande trädgårdar. När regnvattentunnan blir full leds överflödigt vatten ner i ledningsnätet. Resultatet av studien visar på att den årliga avrinningen minskar med 1,4 till 3,1 procent i området på grund av regnvattentunnorna.

I en vetenskaplig artikel av (Jones and Hunt, 2010) undersöktes regnvattentunnors effekt på tre utvalda platser i North Carolina, USA. Studien är teoretisk och simuleringar av regnvattenflödena görs i ett datorprogram. Liksom artikeln av Jennings et al. (2013) används det uppsamlade vattnet i andra syften än enbart fördröjning, som till exempel att ha vatten i reserv vid torka. Studien visar på att metoden har en bristfällig kapacitet sett till hur mycket vatten som kan fördröjas och att tunnan översvämmades vid de flesta nederbördstillfällena.

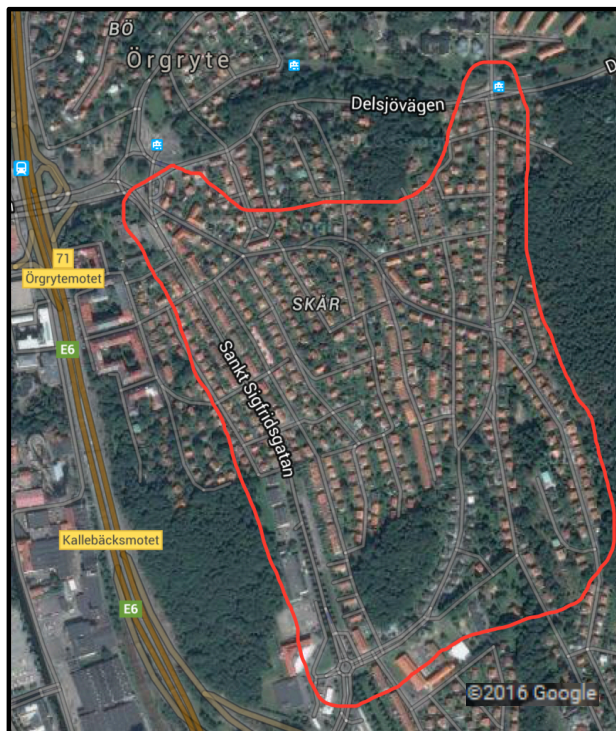
I en studie gjord i Cincinnati, Ohio, USA undersöktes bland annat en självdränerande regnvattentunna med översvämningsventil (Abi Aad, 2009). Utöver den självdränerande regnvattentunnan undersöktes också en tunna utan ventil. Studien är teoretisk och modelleringen är gjord i EPA SWMM-5 som är ett simuleringsprogram för nederbördsavrinning. Utifrån flödesmodelleringen kunde slutsatsen dras att av de tre studerade metoderna var regnrabatter den metod som fördröjde regnvattnet i störst utsträckning. Regnvattentunnorna kunde endast fördröja 2,4 % vatten av det nederbördstillfälle som studerades jämfört med 8,3 % för de studerade regnrabatterna.

3 Beskrivning av fallstudieområde

Fallstudieområdet Örgryte ligger i östra delen av centrala Göteborg, se Figur 3.1 och Figur 3.2. Området består mestadels av villor med trädgårdar men det finns även radhus. Anledningen till att detta område är intressant är att det till stor del är anslutet till ett kombinerat ledningssystem, enligt Alenius. Eftersom området till största del består av villor med trädgårdar kan det vara ett bra område för implementering av regnvattentunnor, eftersom vattnet som avleds från tunnan kan infiltreras på fastigheternas tillhörande trädgårdar. Örgryte väljs även ut för att det finns mycket information tillgänglig från Kretslopp och vatten.



Figur 3.2 Karta över centrala Göteborg. Fallstudieområdet ligger inom den röda markeringen till höger i bilden. (Grundkartan är hämtad från Google Maps)



Figur 3.1 Detaljerad karta över fallstudieområdet. Området avgränsas av den röda markeringen. (Grundkartan är hämtad från Google Maps)

3.1 Markförhållanden

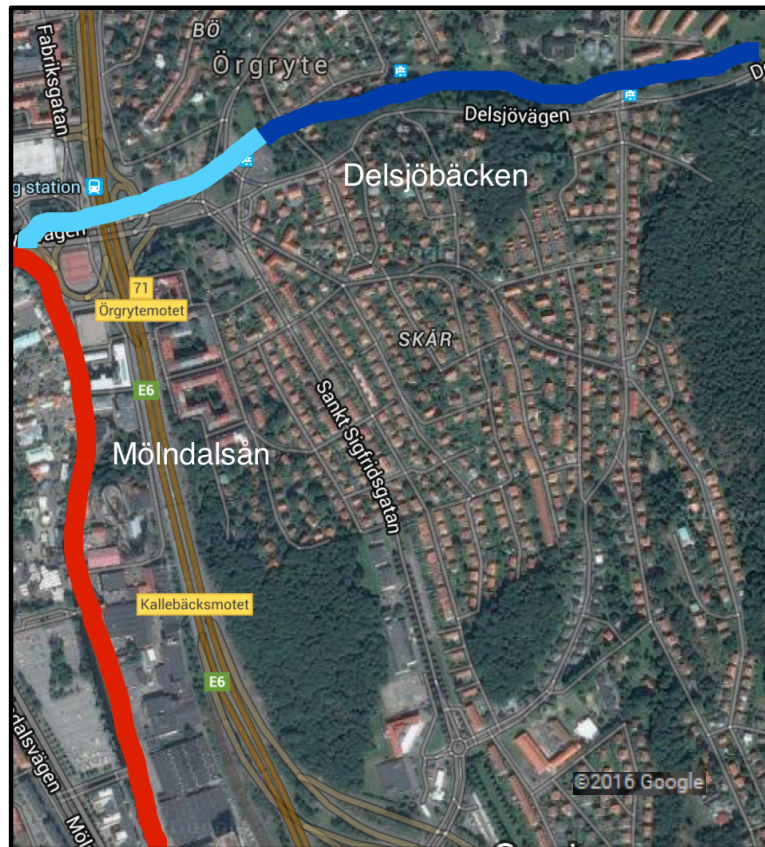
Infiltrationsförmåga är ett mått på vilken hastighet vatten kan absorberas av jordmaterialet i marken (Butler and Davies, 2010). Infiltrationsförmågan är kopplad till flertalet parametrar, till exempel jordart, jordmån och vattenmättnadsgrad. Sveriges geologiska undersökning (SGU) är en myndighet vars syfte är att tillhandahålla samhällsnyttig geologisk information. Enligt Sveriges geologiska undersökning (u.å.) finns det mycket glaciär lera i området. Lera har generellt sett en mycket låg permeabilitet och hög täthet vilket gör den ofördelaktig i infiltrationssyfte (Larsson, 2008). Trots detta antas det att vattnet från regnvattentunnorna kan infiltreras i marken tack vare trädgårdarnas gräsmattor och andra mer genomsläppliga ytor.

Befintligt ledningssystem och hantering av dagvatten

Enligt Alenius behandlas dagvatten idag inte lokalt i området i någon större utsträckning och eftersom ledningssystemet är kombinerat leds såväl spillvatten som dagvatten för rening i Ryaverket. Området följer äldre dimensioneringskrav som beskrivs i publikation P90 från Svenskt Vatten (2004). Under våren 2016 kommer rekommendationer från publikation P110 att börja appliceras i Göteborg. De nya dimensioneringskraven gällande återkomsttid för regn för fyllda ledningar skiljer på nya system och befintliga avloppssystem (Svenskt Vatten, 2016). För kombinerade befintliga avloppssystem i fallstudieområdet är kraven att de ska vara dimensionerade för ett 10-års regn, i både P90 och P110. Ett 10-årsregn är ett regn som har återkomsttiden tio år. Dimensionerande återkomsttid är 30 år för nybyggda ledningar enligt P110, men eftersom det i detta arbete endast är av intresse att studera befintliga avloppssystem utgår studien från P90 standard.

3.2 Lokal påverkan på närliggande vattendrag

I anslutning till fallstudieområdet finns Delsjöbäcken och Mölndalsån. Vatten som bräddas från fallstudieområdet når direkt eller indirekt något eller båda vattendragen. Det framgår inte helt om vatten från fallstudieområdet direkt är kopplad till bräddpunkter som mynnar i vattendragen, men det ska enligt Stadsbyggnadskontoret (2003) finnas tre direktutlopp för bräddning till Delsjöbäcken. I modelleringsprogrammet Mike Urban visas flera bräddbrunnar i nära anslutning till fallstudieområdet och med två direkt kopplade till ledningar från det område som studeras. Det är rimligt att anta att minst ett av dessa skulle vara i nära anslutning till fallstudieområdet. Det går att se placeringen av vattendragen i förhållande till varandra i Figur 3.3.



Figur 3.3 Mölndalsån visas med röd markering i vänstra delen av bilden, medan Delsjöbäcken visas med mörkblått i den övre delen. Den ljusblå linjen visar den bit av Delsjöbäcken som är kulverterad. (Grundkartan är hämtad från Google Maps)

Vilken behandling av dagvatten som krävs innan det går ut i en recipient bedöms utifrån dagvattnets kvalitet och recipientens känslighet (VA-verket Göteborg, 2001). Delsjöbäcken klassas med ett högt naturvärde, främst på grund av förekomsten av två ovanliga sorters backsländor men även fisk i form av öring samt en snäckart (Stadsbyggnadskontoret, 2003). Mölndalsån erhåller inte en lika hög skyddsklass. Då Delsjöbäcken mynnar ut i Mölndalsån och har ett högre naturvärde är den i detta fall dimensionerande vid bedömning av vilken rening som krävs av dagvatten.

I samband med Stadsbyggnadskontorets naturvärdesbedömning 2003 fastslogs det att Delsjöbäcken var föga påverkat av näringsämnen, organiskt material och av andra sorters föroreningar (Stadsbyggnadskontoret, 2003). Vattendraget ansågs år 2005 dessutom vara mycket lite eller obetydligt påverkad av metallbelastning (Engdahl, 2005). Lindh menar dock att ökande trafik på Delsjövägen, se Figur 3.3, avger så pass mycket föroreningar att åtgärder krävs. Enligt gällande riktlinjer från Kretslopp och vatten så krävs det enklare rening vid utsläpp av allt dagvatten i större mängd till Delsjöbäcken. I fallstudieområdet har de flesta byggnaderna tak gjorda av tegelpannor vilket skådats genom okulär besiktning. Vilka föroreningar som finns i det vatten som avrinner från tak beror starkt på vilket material taket är gjort av. Tak bestående av till exempel koppar ger upphov till föroreningar i dagvattnet som kan ge skadliga effekter på mark- och vattenorganismer (Stockholms Stad, u.å.). Regn som faller på tak gjorda av tegelpannor blir betydligt renare (Ahlman et al., 2004). Regnvattentunnorna behandlar endast avrunnet vatten från tak och vattnet anses därför inte vara i behov att någon särskild rening. Därför utreds inte föroreningsproblematiken vidare i denna studie.

4 Metod

Ett flertal olika metoder tillämpas för att besvara frågeställningarna. De som används är litteraturstudie, datainsamling, beräkningsmetoder med avseende på en regnvattentunna, flödesmodellering i simuleringsprogrammet Mike Urban och ekonomiska utvärderingar. Nedan följer detaljerad beskrivning av respektive metod.

4.1 Användning av litteratur

Litteraturen som studeras är främst vetenskapliga rapporter och artiklar, men även böcker och information från hemsidor används. De vetenskapliga rapporter och artiklar som används är företrädesvis utgivna av universitet och statliga institutioner. Både empiriska och teoretiska rapporter studeras. Informationen hämtad från hemsidor kommer i huvudsak från statliga eller kommunala myndigheter men även från branschorganisationer. All litteratur som studeras är publicerad mellan år 1999 och 2016. Information om hur ledningsnätet ser ut i Göteborgs Stad har till stor del erhållits från en muntlig presentation av Emelie Alenius, projektledare på Kretslopp och Vatten.

Informationen från litteraturen ligger till grund för de antaganden som görs vid dimensionering och utformning av en regnvattentunna. Litteraturstudien syftar även till att utreda miljö- och hälsoeffekterna av bräddning, föroreningar i takvatten samt förväntad nederbörd år 2050.

4.2 Insamling och tillämpning av data för fallstudieområdet

Data rörande fallstudieområdet insamlas främst från Göteborgs stad, men även från andra offentliga institutioner. De data som rör förutsättningar i fallstudieområdet är representativ medeltakarea och antal stuprör på en villa. Lokala data för nederbörd i fallstudieområdet hämtas från en databas online av DHI Sverige AB (u.å.) Insamlade data har analyserats och använts till flödesmodellering och kostnadsberäkningar.

4.2.1 Medeltakarea och antal stuprör

Takarea i fallstudieområdet är centralt för att göra beräkningar på regnvattentunnor, både för beräkningar på en enskild tunna i Microsoft (MS) Excel och i modelleringsprogrammet Mike Urban. För att beräkna medeltakarea i fallstudieområdet har verktyget "Solkartan" på Göteborgs Energis hemsida använts, där det går att undersöka takytan på varje enskild fastighet i centrala Göteborg (Göteborgs Energi, u.å.). Takytan för varje fastighet i fallstudieområdet har sammanställts i MS Excel. Mindre byggnader, exempelvis garage eller förråd har uteslutits.

Antal stuprör är också relevant information för beräkningar och dimensionering av regnvattentunnor. På två gator i området har antal stuprör på byggnader som inte är garage eller förråd insamlats genom okulär besiktning. Då endast framsidan har kunnat besiktas, har antagandet gjorts att antal stuprör på baksidan är lika många som på framsidan.

4.2.2 Användning av regnserier

Två olika typer av regnserier, enskilda regn och nederbördsdata för ett helt år, har tagits fram för olika syften. Först analyserades två enskilda nederbördstillfällen för att utvärdera effekten av tunnorna vid två olika sorters regn. Därefter användes en regnserie för ett helt år för modelleringen i Mike Urban.

Vid beräkningar av in- och utflöde till en enskild regnvattentunna var syftet att identifiera två sorters regn, ett representativt kraftigt regn och ett representativt lågintensivt regn. För kraftigt regn används ett ungefärligt 10-års regn och för lågintensivt regn används ett ungefärligt 2-års regn, utvalda från regntillfällena under 2013 och 2014. Ett 10-års regn är ett regn med en återkomsttid på tio år medan ett 2-års regn har återkomsttiden två år. Dessa återkomsttider anses vara intressanta att studera då ledningssystemet är dimensionerat enligt P90 standard, vilket innebär att det ska klara ett regn med 10 års återkomsttid för fylld ledning (Svenskt Vatten, 2004). Det studerade 2-års regnet anses också vara av intresse eftersom det anger ett intensivt regn som är relativt vanligt förekommande.

Regndata för de två nederbördstillfällena hämtas från DHIs databas över regntillfällena som registrerats på mätstationerna Drakegatan och Chalmers i Göteborg (DHI Sverige AB, u.å.). Mätstationen Drakegatan är den närmsta mätstationen, placerad cirka 1,5 kilometer nordväst om fallstudieområdet. Mätstationen Chalmers ligger också geografiskt nära, cirka 2,5 kilometer väster om fallstudieområdet.

Vid flödesmodelleringen i Mike Urban används en regnserie för hela 2013 för att undersöka regntunnornas påverkan på bräddning samt fördröjning under ett helt år. Regnserien är i minutintervall och är uppmätt på mätstationen Torp som är belägen cirka 3 kilometer nordöst om fallstudieområdet. I jämförelse med åren 2010 till 2015 är årsnederbörden på 809 millimeter den minsta enligt Hellström⁴, klimatolog på SMHI. Han menar dock att det inte är ett extremt torrt år och kan användas som representativt för dessa år. Intervallet för serien är icke kontinuerligt men har en detaljnivå på minutintervaller. Nederbördsmängderna extrapoleras även för att representera framtidsscenario år 2050.

4.3 Beräkningsmetoder med avseende på flöden i en enskild regnvattentunna

Kapitlet redogör för de metoder som tillämpas för att beräkna in- och utflöden ur en regnvattentunna. Målet är att identifiera vilken relation mellan parametrarna som ger effektiv fördröjning. Beräkningarna utförs i MS Excel. Detta första steg utförs med avseende på en enskild tunna och resultatet används vid datasimuleringen i Mike Urban.

4.3.1 Inflöde av avrinningsvatten från tak

För beräkning av dimensionerande dagvatteninflöde är rationella metoden vanligt förekommande. Metoden är lämplig när följande villkor är uppfyllda: området bör i det närmsta vara rektangulärt och avrinningskoefficienten bör vara jämnt utspridd över området (Svenskt Vatten, 2004). Om dessa villkor inte uppfylls måste beräkningarna på avrinning utföras med mer komplexa beräkningsprogram. Rationella metoden är fullt applicerbar vid denna beräkning då alla villkor uppfylls. Ekvationen som används i rationella metoden visas i ekvation 4.1.

⁴ Sverker Hellström, klimatolog på SMHI, 2016-03-17

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \quad (4.1)$$

där

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]
 A = avrinningsområdets area [m^2]
 φ = avrinningskoefficient
 i = dimensionerande regnintensitet [l/s/ m^2]
 tr = regnets varaktighet.

Beräkningarna genomförs med avseende på ett enskilt hus. Avrinningsområdet är således beroende av medeltakarean. Regnvattentunnan antas vara direkt kopplad till taket och stupröret. Avrinningskoefficienten kan antas vara densamma för takyta och stuprör.

4.3.2 Utflöde genom utloppsventil

Utflödet är beroende av tre huvudsakliga faktorer: inflöde, utloppsventilens dimensioner och vattentryck vid utloppsventilen. Beräkningarna är genomförda utifrån en metod som beskrivs av Butler and Davies (2010). Metoden utgår från ekvation 4.2 där S står för fördröjd volym [m^3], A_{tunna} för bottenarean på en tunna [m^2] och H för vattenhöjden i tunnan [m]. Övriga parametrar i metoden betecknas t för tid [s], I för inflöde [m^3/s] och O för utflöde [m^3/s].

$$\frac{dS}{dt} = A_{tunna} \frac{dH}{dt} \quad (4.2)$$

Sambandet mellan in- och utflödet i förhållande till storlek på fördröjningsmagasinet, som i det här fallet antas vara en cirkulär regnvattentunna, beskrivs av ekvation 4.3 nedan.

$$I - O = \frac{dS}{dt} \quad (4.3)$$

Om utflödet regleras med en ventil i botten av tunnan kan ekvation 4.4 användas.

$$O = C_d A_0 \sqrt{2gH} \quad (4.4)$$

Förlustparametern C_d bestäms med ekvation 4.5 och bygger på att ventilöppningen har en area A_0 och utflödesröret har en annan större area A_r .

$$C_d = \frac{1}{1,7 - \frac{A_0}{A_r}} \quad (4.5)$$

Omskrivning av ekvationerna ovan ger ekvation 4.6 och 4.7.

$$I = C_d A_0 \sqrt{2gH} + A_{tunna} \frac{dH}{dt} \quad (4.6)$$

$$\frac{dH}{dt} = \frac{I - C_d A_0 \sqrt{2gH}}{A_{tunna}} \quad (4.7)$$

Utifrån antaganden och datainsamling är det endast utflöde och vattendjup som är okända variabler. Skillnaden i vattendjup kan beräknas utifrån antagandet att tunnan är helt tom under det första tidsintervallet. Tidsintervallet väljs utifrån det intervall som regndatan har. Det går då att beräkna höjdskillnaden under den första minuten efter att regnvattnet har börjat nå tunnan. Höjdskillnaden beräknas då med ekvation 4.8.

$$\Delta H = \frac{1 - C_d A_0 \sqrt{2gH}}{A_{tunna}} \Delta t \quad (4.8)$$

Vattendjupsskillnaden för den första minuten blir då det värde som H har i beräkning av vattendjupsskillnaden vid nästa tidsintervall. När höjden är känd går det att beräkna utflödet vid en specifik tidpunkt. Om antagandet att tunnan inte är helt tom när beräkningen startar är felaktigt, behöver befintlig höjd i tunnan vara känd för att utflödet ska kunna beräknas.

4.4 Flödesmodellering för fallstudieområde i simuleringsprogrammet Mike Urban

Flödesmodelleringen ger underlag till att besvara frågan om regnvattentunnor är en lämplig metod för att minska flödestoppar, bräddningar samt översvämningar i avloppsledningsnätet i området Örgryte. Beräkning av flöden och bräddningar i fallstudieområdet utförs i simuleringsprogrammet Mike Urban, vilket är baserat på ett geografiskt informationssystem (GIS) (MIKE Powered by DHI, u.å.). Mike Urban är utgivet av DHI och används till hydrauliska beräkningar och flödesmodellering i urbana vatten- och avloppssystem. Programmet är särskilt användbart för beräkningar av nederbördsavrinning, både genom öppna och slutna rör men också på ytor.

En modell över avloppsledningsnätet i fallstudieområdet tillhandahölls av Kretslopp och vatten och användes som grund för samtliga simuleringar. Den färdiga modellen täckte in ett större område än fallstudieområdet. Körningar genomfördes på hela modellen för att det var för många sammankopplade punkter för att kunna göra en mindre modell för endast fallstudieområdet med randvillkor. Modellen användes således för att köra simuleringar över ett större område än det som egentligen studerades för att det påverkar och påverkas av omgivande områden.

Insamlad data, antaganden från litteraturstudien och beräkningar används i flödesmodelleringen för att ta fram flöden i avloppsvattenledningarna. Flödena testas med och utan regnvattentunnor för år 2013 samt år 2050. För år 2050 används samma regnfil som vid simulering för 2013 men intensiteten vid simuleringen ökas. Framtidsmodelleringarna syftar till att ge diskussionsunderlag inför ett framtidsscenario.

Simuleringar visar bland annat en trycklinje i ledningsnätet under regntillfällen. Om trycklinjen ligger över en fastighets källarbrunn innebär det att vatten kommer att tränga in i källaren. Simuleringar görs utan regnvattentunnor och med regnvattentunnor med samma regnserie. De två resultaten jämförs därefter bland annat för att dra slutsatser om regnvattentunnornas effekt på översvämningar.

4.4.1 Anpassning av modell för att använda regnvattentunnor i flödesmodelleringen

Modellen från Kretslopp och vatten var inställd på att göra beräkningar i avrinningsområdena enligt tid-area metoden. I simulering med funktionen för regnvattentunnorna krävdes dock att modellens beräkningsmetod ändrades till inställningen ”kinematic wave”, som här betecknas kinematisk våg. Tid-area och kinematisk våg är två olika beräkningsmetoder, där kinematisk våg är en approximationsmodell som grundar sig på kontinuitetsekvationen och Mannings ekvation (Butler and Davies, 2010).

Då samtliga avrinningsområden i modellen ändrats till beräkningsmetoden kinematisk våg saknades information kring hur stor andel av avrinningsområdena som består av plan respektive sluttande hårdgjord yta. Information saknades även om hur stor andel av den icke hårdgjorda ytan som hade låg, medel eller hög genomsläpplighet.

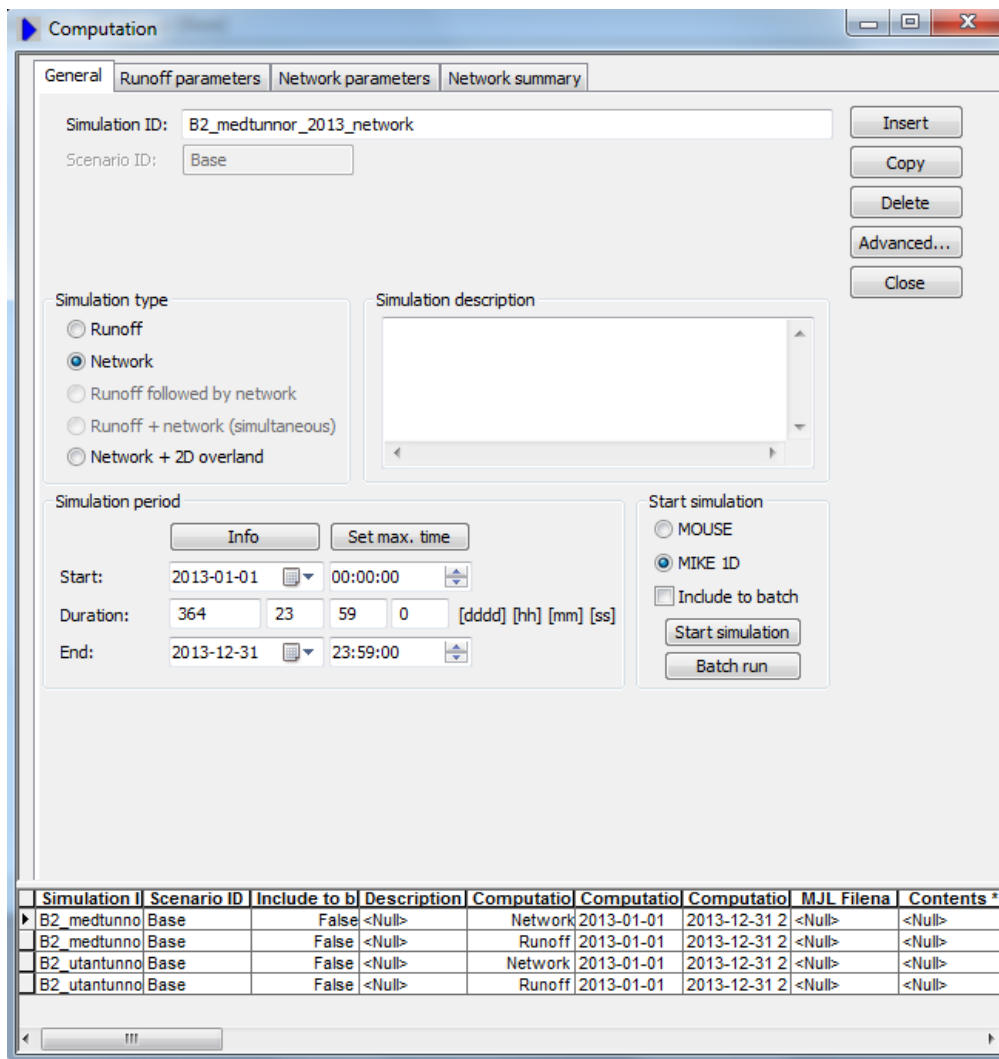
I inställningarna för tid-area metoden återfanns endast information om den totala andelen hårdgjord yta samt genomsläpplig yta och därför behövdes dessa värden fördelas i inställningarna för kinematisk våg. Olika inställningar med beräkningsmetoden kinematisk våg testades därför för fördelningar mellan plan respektive sluttande hårdgjord yta samt låg, medel eller hög genomsläpplighet och resultatet för ackumulerat flöde jämfördes med resultatet från användning av tid-area metoden. Därefter valdes den fördelningen för parametrarna där den genomsnittliga skillnaden mellan modellerna var lägst. Den genomsnittliga skillnaden mellan modellerna blev då cirka 2,7 %. Skillnaden för samtliga avrinningsområden finns redovisade i Bilaga 1. Fördelningen för parametrarna i kinematiska vågmodellen var fördelat lika mellan plan och och sluttande hårdgjord yta. För genomsläpplig yta så fördelades den totala genomsläppliga ytan från tid-area modellen till att endast ha hög genomsläpplighet i kinematiska vågmodellen. Enligt Persson⁵, modellspecialist på Kretslopp och vatten, anses sambandet mellan modellerna vara tillräckligt tillfredställande i detta sammanhang då skillnaden mellan dem understiger tio procent, vilket uppnås då det samband som tillämpas ligger kring 2,7 %.

4.4.2 Simuleringsinställningar i Mike Urban

Det är ett flertal parametrar som ställs in för simuleringarna. Tidsspannet sätts som lika långt som regnserien medan andra parametrar styrs av kapaciteten på den dator som användes under simuleringen. Det är framförallt parametrar som styr hur ofta data sparas och med vilka tidssteg som programmet körs som kan begränsa simuleringarna om de ställs in för högt.

Simuleringarna körs både som avrinnings- och ledningskörningar. Först utförs en ”runoff – simulering” som tar hänsyn till allt som har med avrinningen i respektive avrinningsområde att göra. Resultatfilen från avrinningskörningen används sedan vid körning av en ”network-simulering” som beskriver hur vattnet flödar i ledningssystemet. I Figur 4.1 visas inställningarna för simuleringskörningarna. Dessa två körningar behöver utföras separat med och utan regnvattentunnor. Samtliga simuleringar görs med beräkningsmotorn ”Mike 1D”.

⁵ Jonas Persson, modellspecialist på Kretslopp och vatten, kontakt via e-post 2016-05-12



Figur 4.1 Visar fönstret där simuleringsinställningar görs. Det finns inställningsalternativ för avrinnings- eller ledningsnätskörning, tidsintervall och typ av beräkningsmotor (MOUSE eller MIKE 1D). Separata inställningar för de två körningarna görs under de övriga flikarna. (Bilden är en skärmdump från programmet Mike Urban 2016)

4.4.3 Uträkning av parametrar för simulering med regnvattentunnor

Från MIKE Powered by DHI⁶ som äger MIKE Urban fås ekvation 4.9 som visas nedan som används för att beskriva dräneringsutflödet för tunnorna. I ekvationerna i detta kapitel betecknas flöde med Q i $[\text{mm}^3/\text{h}]$, flöde genom en specifik area q $[\text{mm}^3/\text{h}]$ och höjd h i $[\text{mm}]$. Det finns ett antal olika areor som betecknas A och ett index som skiljer dem åt, de anges i enheten $[\text{mm}^2]$. Övriga beteckningar är olika typer av konstanter.

$$q = C \cdot h^n \quad (4.9)$$

Utflödet q i ekvation 4.9 är det flöde som beräknas för olika höjder h i en tunna genom bottenarean på en tunna. Då utflödet varierar med vattentrycket sätts exponenten n till 0,5. Vattentrycket i botten av tunnan är lika stort som vattenhöjden i tunnan då det inte tas någon hänsyn till eventuella energiförluster. Detta antagande görs för att samma antagande gjordes

⁶ MIKE Powered by DHI, Client Care, kontakt via e-post 2016-04-25

vid beräkningarna av utflöde i en tunna, enligt metoden från Butler och Davies (2011) som visas i ekvation 4.4 i kapitel 4.3.2. Denna ekvation liknar den ekvation som används i Mike Urban och likheterna framträder tydligare då ekvation 4.4 skrivs om till ekvation 4.10.

$$q = \frac{Q}{A_{tunna}} = \frac{C_d \cdot A_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \sqrt{h}}}{A_{tunna}} \quad (4.10)$$

Utifrån ekvation 4.10 antas det att faktorn C kan skrivas enligt ekvation 4.11.

$$C = C_d \cdot \frac{A_0}{A_{tunna}} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \quad (4.11)$$

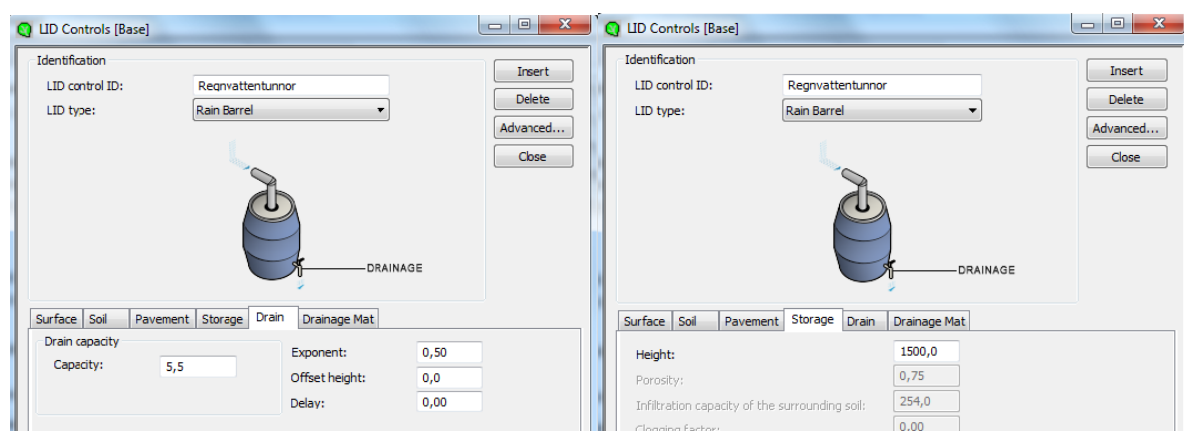
Detta resonemang stöds av att ekvation 4.10 bygger på energiekvationen 4.12. Butler och Davies (2011) tar dock, som nämnts ovan, inte hänsyn till varken inströmnings- eller friktionsförluster. Utloppsroret i tunnorna har antagits vara kort och därför blir friktionsförlusterna små, även inströmningsförlusterna kan antas vara små. I ekvation 4.7 och 4.10 tas det dock hänsyn till att utloppsöppningen är mindre än vad anslutande slang är genom faktorn C_d som beskrivs i kapitel 4.3.2. Det kan antas att det är rimligt att använda ekvation 4.11 för att ta fram det värde som används för konstanten C i Mike Urban för att övriga beräkningar angående dränage i en tunna är gjorda enligt metoden i Butler och Davies (2011). Energiförluster kan antas vara tillräckligt små för att försummas. För beräkning av parametern C, se Bilaga 2.

$$\left(z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{U^2}{2 \cdot g}\right)_1 = \left(z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{U^2}{2 \cdot g}\right)_2 + h_f + h_i \quad (4.12)$$

4.4.4 Simuleringsverktyg för regnvattentunnor

För modelleringen med regnvattentunnor används verktyget som i programmet förkortas med LID (Low Impact Development), vilket är ett nytt tillägg till programmet från 2016.

Verktyget kan användas för att sätta in bland annat regnvattentunnor och regnrabatter i en modell. Inställningar för hur tunnorna ställs in finns i funktionerna LID Controls och LID Deployment. I LID Controls väljs LID type, i denna studie regnvattentunna. Det finns flera andra parametrar som går att ställa in i LID controls, dessa visas i Figur 4.2.



Figur 4.2 Visar hur inställningsmöjligheterna av dränage samt magasinering från regnvattentunnor i LID Controls är i Mike Urban. (Bilden är en skärmdump från programmet Mike Urban 2016)

Förklaring till vad de valbara parametrarna betyder visas i Tabell 4.1 Tabell 4.1 Förklaring och enhet för valbara parametrar för regnvattentunnor i LID Controls i Mike Urban..

Tabell 4.1 Förklaring och enhet för valbara parametrar för regnvattentunnor i LID Controls i Mike Urban.

Parameter	Förklaring	Enhet
<i>Capacity</i>	Koefficient för dräneringskapacitet, förklarades djupare ovan i kapitel 4.4.3. Utan dränering på tunnan sätts den till 0.	$\left[\frac{\sqrt{mm}}{h}\right]$
<i>Exponent</i>	Dräneringsexponenten ska sättas till 0,5 om utloppet fungerar som en öppning och 0 om inget utlopp finns.	[-]
<i>Delay</i>	Syftar på att utflödet ur tunnan stängs när inflödet börjar vid ett regntillfälle. Om utflödesventilen i är konstant öppen sätts värdet till 0.	[h]
<i>Orifice height</i>	Höjden som utloppet är placerat på i tunnan.	[mm]
<i>Height</i>	Höjden av lagringskikt för regnvatten ovanför utloppet. Den ansätts till den fysiska höjden på tunnan.	[mm]

LID Deployment är kopplat till varje avrinningsområde och där ställs antalet tunnor för varje område in, tillsammans med bottenarea på tunnorna och takarea för uppsamling i vardera avrinningsområde. För att bedöma antalet tunnor per avrinningsområde gjordes en generell uppskattning utifrån tidigare insamlad data. Främst användes information rörande andelen större respektive mindre hus i området samt storleken på takarean som ansluts till var tunna. En sammanställning av information som kopplas till respektive avrinningsområde finns i Bilaga 3.

Uppgifterna från LID Controls kopplas samman med LID Deployment. Vid simulering med regnvattentunnor är tunnor placerade i de avrinningsområden som tillhör fallstudieområdet men hela modellen körs vid varje simulering. I Figur 4.3 visas hur inställningarna görs för ett avrinningsområde i LID Deployment.

MUID	Catchment	LID Control	Number of	Area of unit	Width	Initial saturation	Include
1200	Catchment_1	Regnvattentu	4	0,20	1,000	0,00	T
1203	Catchment_1	Regnvattentu	5	0,20	1,000	0,00	Fa
1204	Catchment_1	Regnvattentu	5	0,20	1,000	0,00	Fa
1205	Catchment_1	Regnvattentu	2	0,20	1,000	0,00	Fa
1207	Catchment_1	Regnvattentu	4	0,20	1,000	0,00	Fa
1208	Catchment_1	Regnvattentu	2	0,20	1,000	0,00	Fa
1211	Catchment_1	Regnvattentu	5	0,20	1,000	0,00	Fa
1219	Catchment_1	Regnvattentu	5	0,20	1,000	0,00	Fa
1220	Catchment_1	Regnvattentu	1	0,20	1,000	0,00	Fa
1221	Catchment_1	Regnvattentu	4	0,20	1,000	0,00	Fa
1222	Catchment_1	Regnvattentu	4	0,20	1,000	0,00	Fa

Figur 4.3 Visar inställningarna för ett avrinningsområde i LID Deployment. (Bilden är en skärmdump från programmet Mike Urban 2016)

Inställningarna som kan väljas i LID Deployment förklaras i Tabell 4.2.

Tabell 4.2 Förklaring av valbara parametrar för LID Deployment i Mike Urban.

Parameter	Förklaring
<i>MUID</i>	Namn på LID Deployment.
<i>Catchment ID</i>	Här kopplas aktiviteten till avrinningsområde.
<i>LID Control ID</i>	Här kopplas aktiviteten till tidigare inställd LID Control.
<i>Number of units</i>	Antal tunnor för det specifika avrinningsområdet.
<i>Initial saturation</i>	Motsvarar i vilken grad i procent lagringszonen inledningsvis är fylld med vatten.
<i>Width</i>	Bredden på överfallskanten i meter när tunnan är full, det vill säga omkretsen på tunnan. Sätts i detta fall till 1,0.
<i>Area of unit</i>	Area i kvadratmeter [m ²] på den valda enheten i LID Controls, i denna studie på botten av regnvattentunnan.
<i>Collecting area</i>	Area i m ² av insamlingsområdet, i denna studie takarean ansluten till respektive regnvattentunna i området.

4.4.5 Anpassning av antal tunnor utifrån ändring av hårdgjord yta

Vid simulering med simuleringsmetoden Mike 1D kom felmeddelanden upp om att den totala hårdgjorda ytan är mindre än den ansatta takarean kopplad till regnvattentunnor i ett flertal avrinningsområden. Det gjorde att de tidigare förenklingarna kring hur många byggnader i avrinningsområdet med takarea under respektive över 300 m² i dessa fall behövde ansättas till nya värden. Detta gjordes på så sätt att den totala hårdgjorda ytan för avrinningsområdet

beräknades. Därefter ansattes en takarea som var inom ramarna för den totala hårdgjorda ytan och motsvarade närmsta heltal av byggnader. Denna ändring behövde göras i 48 av totalt 147 avrinningsområden med regnvattentunnor. Se detaljerad anpassning i Bilaga 3.

4.4.6 Analys av resultat i Mike View

Resultaten från Mike Urban analyseras dels utifrån de resultatrapporter som fås i samband med simuleringarna samt med programmet Mike View. De delar som främst användes i programmet var att ta fram ackumulerade flöden, volym bräddat avloppsvatten och vattennivåer för olika delar av modellen. Visualiseringar av vattennivån i olika delar av ledningssystemet användes för att avgöra om och var översvämningar sker samt vilken skillnad regnvattentunnorna kan göra. Mike View användes även för att grafiskt se skillnaden i flöden och bräddat vatten i specifika brunnar och bräddbrunnar.

Vid framtagningen av ackumulerade värden fanns det för vissa brunnar både positiva och negativa värden på flödena. Det beror på vilken riktning kopplade ledningar är definierade åt så detta anpassades för berörda punkter vid beräkning av bräddat avloppsvatten för att få fram rätt volymer.

4.5 Ekonomisk utvärdering; kostnadsberäkningar och jämförelser

För att utvärdera om metoden är kostnadseffektiv tas ett värderingstal fram. Värderingstalet kan användas för att jämföra metoden med andra projekt men även jämföra med nuvarande lösning, som är att låta allt dagvatten gå till Ryaverket. Förutom prioriteringsmetoden med värderingstal används två andra metoder för att utvärdera om regnvattentunnorna är kostnadseffektiva. Dels jämförs projektkostnaden för regnvattentunnor med anläggning- och underhållskostnader för ett fördröjningsmagasin. Projektkostnaden för regnvattentunnor jämförs också med de belopp som Kretslopp och vatten betalade ut i skadeersättning på grund av översvämningar under år 2012 till 2014.

4.5.1 Projektkostnad för implementering av regnvattentunnor

Regnvattentunnor som fördröjningsmetod har som nämnts tidigare inte använts i större skala i Sverige. Det finns därför inte tidigare resultat eller kalkyler att utgå ifrån när den preliminära projektkostnaden beräknas. Kalkylen grundas på egna antaganden samt information från återförsäljare och grossister. Administrationskostnader och andra omkostnader utesluts i kalkylen. Projektkostnaden beräknas utifrån följande parametrar:

- Medelpris för tunnor med lock och utloppsventil. Priset baseras på de marknadspriser som återförsäljare redovisat. Alla priser har justerats till SEK efter rådande valutakurs.
- Medelpris för avledningstillsatsen som kopplas till stuprören. Även detta pris baseras på information från återförsäljare.
- Antal regntunnor som ska installeras inom fallstudieområdet samt i hela Göteborg.
- Installationskostnad per regnvattentunna.
- Drift- och underhållskostnad.
- Kalkylränta
- Förväntad ekonomisk livslängd.

Årlig projektkostnad beräknas med en annuitetsmetod. Detta i syfte att utvärdera kostnaden när grundinvesteringen fördelas med lika stora belopp över den ekonomiska livslängden. Metoden är fördelaktig när investeringar med olika ekonomisk livslängd jämförs. Annuiteten beräknas genom att multiplicera den totala anläggningskostnaden med en annuitetsfaktor. Annuitetsfaktorn beräknas enligt ekvation 4.13 (Holmström and Lindholm, 2011):

$$a = \frac{r}{1-(1+r)^{-n}} \quad (4.13)$$

där

a= annuitetsfaktor
r = kalkylränta
n= ekonomisk livslängd.

4.5.2 Värderingstal

För att utvärdera metoden tas ett värderingstal, V_d , fram enligt rutiner från Kretslopp och vatten. Värderingstalet beräknas enligt ekvation 4.14:

$$V_d = \frac{(P \cdot a - (q_b \cdot k_b + q_p \cdot k_p))}{q} \quad (4.14)$$

där

V_d =Värderingstal [kr/m^3]
P=Projektkostnad [kr]
a=annuitetsfaktor
 q_d = Minskad mängd bräddvatten i ledningsnätet [$\text{m}^3/\text{år}$]
 k_b = Kostnad bräddning till recipient [kr/m^3]
 q_p = Minskad pumpning till Ryaverket [$\text{m}^3/\text{år}$]
 k_p = Kostnad pumpning ledningsnät [kr/m^3]
q= Minskad mängd dag, drän och inläckage till Ryaverket [$\text{m}^3/\text{år}$].

En förenklad version används där q_d , k_d , q_p och k_p försummas. Ekvation 4.14 skrivs om till ekvation 4.15:

$$V_d = \frac{P \cdot a}{q} \quad (4.15)$$

Värderingstalet används för att jämföra olika projekt med varandra eller som i detta fall jämföra med kostnaden för att rena vattnet i Ryaverket. För behandling av toppflöden större än $4 \text{ m}^3/\text{s}$ använder Kretslopp och vatten en beräknad kostnad mellan 8 och $12 \text{ kr}/\text{m}^3$, enligt Alenius. Värderingstalet bör vara lägre än kostnaden för det nuvarande systemet för att projektet ska övervägas. Om värderingstalet är högre än kostnaden vid Ryaverket bör andra möjligheter undersökas. Det finns även ett antal viktiga punkter att ta hänsyn till vid beslut om åtgärd ska genomföras eller inte. De punkter som är relevanta för studien och som bör tas i beaktning för att göra en så rättvis rekommendation som möjligt är:

- Åtgärder som minskar risken för källaröversvämningar i områden där källaröversvämningar inträffat. Detta är en mycket viktig styrande faktor för Kretslopp och vatten när åtgärder ska prioriteras.
- Åtgärder för att minska tillskottsvattenmängden eller förskjuta investeringsbehov på Ryaverket.
- Åtgärder som minskar bräddning eller nödavledning till känsliga recipienter. Att minska miljöbelastningen bör vara mer angeläget än kronor per kubikmeter.

4.5.3 Kostnadsjämförelse mellan regnvattentunnor och rörmagasin

Projektkostnaden för ett rörmagasin beräknas enligt Göteborg Stads riktlinjer (Kretslopp och vatten et al., 2016). För att göra en korrekt jämförelse bör rörmagasinet ha samma volymkapacitet som alla tunnor i fallstudieområdet tillsammans.

Anläggningskostnaden samt årlig anläggning- och driftkostnad beräknas enligt ekvation 4.16.

$$\text{Årlig anläggningskostnad} = (k \cdot V) \cdot a + u \quad (4.16)$$

där

k= kostnad per m³ [kr/m³]

V= volym [m³]

u= driftkostnad per år [kr]

a= annuitetsfaktor.

En jämförelse samt utvärdering görs mellan totala och årliga projektkostnaden för rörmagasin kontra regnvattentunnor.

4.5.4 Jämförelse med ersättningskostnader för översvämningar

Om skador sker i samband med översvämningar på grund av underdimensionerade avloppssystem betalas en skadeersättning ut av Kretslopp och vatten enligt Alenius. Eventuellt leder en implementering av regnvattentunnor, som skulle kunna minska översvämningar, till att lägre belopp betalas ut i skadeersättning. Till vilken grad översvämningar behöver minskas för att metoden ska anses vara kostnadseffektiv studeras. För att få en uppskattning om hur mycket skyfallsöversvämningar kostar för Kretslopp och vatten väljs det ut fyra rejäla sommarskyfall och hur mycket som betalats ut i skadeersättning till följd av dessa under de tre följande åren. Ett årsmedelvärde beräknas utifrån skadebeloppen från dessa tre år. Årsmedelvärdet jämförs sedan med den årliga projektkostnaden för regnvattentunnor. Genom att dividera den årliga projektkostnaden med årsmedelvärde för skadeersättning fås det till vilken grad översvämningar bör minskas för att vara kostnadseffektivt.

5 Resultat, analys och diskussion

Resultat från litteraturstudie, datainsamling, beräkningar, flödesmodellering och kostnadsberäkningar presenteras i detta kapitel. I samband med resultaten görs en analys och diskussion.

5.1 Förutsättningar och dimensionering av regnvattentunnan

Litteraturstudie och datainsamling ligger till grund för de val och antaganden som görs vid dimensionering av regnvattentunnan.

5.1.1 Medeltakarea och antal stuprör i fallstudieområdet

Data över takareor i området har insamlats och ligger till grund för den medeltakarea som beräknats. Medeltakarea och total takarea har beräknats utifrån tre olika angreppssätt:

- Byggnader i hela området.
- Byggnader med takarea mindre än 300 m².
- Byggnader med takarea större än 300 m².

Byggnaderna under 300 m² är i de flesta fall villor eller parhus och byggnader över 300 m² är i stor utsträckning radhus. Uppdelningen har gjorts för att kunna identifiera den medeltakarea som är mest representativ för området i helhet. Byggnader med takyta under 51 m² har uteslutits då de i de flesta fall är garage, förråd eller annan tillbyggnad på tomten. Detaljerad beskrivning av insamlad data och resultat kan ses i Bilaga 4.

Som Tabell 5.1 visar utgör byggnader med takarea mindre än 300 m² en majoritet av området. Därför anses dessa byggnader vara karaktäristiskt för området. Medeltakytan för dessa byggnader, 138,4 m², används vid beräkning av inflöde till regnvattentunnan.

Tabell 5.1 Total takarea, medeltakarea och andel i området för samtliga byggnader, byggnader med takarea mindre än 300 m² och byggnader med takarea större än 300 m² i fallstudieområdet.

	Samtliga byggnader	Byggnader med takarea < 300 m ²	Byggnader med takarea > 300 m ²
Total takarea [m²]	63 300	49 400	13 900
Medeltakarea [m²]	165	138	534
Andel i området [%]	100	78	22

De två gator i området där antal stuprör beräknats är Långåsliden och Drakenbergsgatan. Antal stuprör på samtliga byggnader över 51 m² insamlades genom okulär besiktning, se Bilaga 5. Den okulära besiktningen visar att byggnaderna med takyta mindre än 300 m² har antingen två eller fyra stuprör, med undantag för en byggnad som har tre stycken. Byggnader vars takarea överstiger 300 m² har i genomsnitt sex stycken stuprör. Tabell 5.2 visar att medelantal stuprör för båda gatorna är 2,6 stycken och medeltakyta är 144 m². En extrapolering av resultatet pekar på att ett hus med 138 m² takyta har ett medelantal stuprör på 2,4 stycken. Då medelantalet är närmre två än fyra anses det att två stuprör per medeltakyta är mest representativt för området. Varje regnvattentunna kommer alltså vara aktivt kopplad till halva medeltakaren, 69 m².

Tabell 5.2 Medeltakarea och medelantal stuprör för gatorna Långåsliden och Drakenbergsgatan, som ligger i fallstudieområdet, samt båda gatorna.

	Långåsliden	Drakenbergsgatan	Båda gatorna	Byggnader med takarea > 300 m ²
Medeltakarea [m²]	128	160	144	534
Medelantal stuprör	2,3	3,0	2,4	6,9

Metoden för datainsamling av takareor och antal stuprör i fallstudieområdet är relativt överslagsmässig. Detta beror dels på att datainsamlingen av takarean och antal stuprör har gjorts för hand och därför kan data ha missats eller räknats flera gånger. Takarean är relativt pålitlig eftersom den insamlats för samtliga byggnader inom fallstudieområdet som inte är garage eller förråd. Resultatet angående antalet stuprör per fastighet är mer osäkert då endast två gator i området har blivit okulärt besiktigade.

Kombinationen av medeltakarea för hus under 300 m² samt medelantal stuprör för en sådan takarea har legat till grund för dimensioneringen av regnvattentunnan och antal tunnor som ansluts per fastighet. Till följd av detta anses datainsamlingen ha stor påverkan på resultatet i studien, med antal stuprör som största osäkerhet.

5.1.2 Regnserier för 2- och 10-års regn

I Tabell 5.3 visas de två regnserier som valts ut. Då inga regnserier med de exakta återkomsttiderna tio respektive två år fanns på de närmsta mätstationerna valdes de nederbördstillfällen som var nära ett 10- respektive 2-års regn.

Tabell 5.3 De två utvalda regnserierna hämtade från DHI Sverige AB (u.å.).

Maximal återkomsttid [år]	Startdatum och tid	Slutdatum och tid	Total nederbördsmängd
9,21	2014-07-26; 15:54	2014-07-26; 18:40	23,9
1,55	2013-08-11; 00:23	2013-08-11; 07:23	15,2

För att beräkna inflödet till en enskild tunna med MS Excel skapas ett tidsintervall på en minut för de två regnserierna. Detta intervall anses vara tillräckligt precist för att erhålla ett tydligt beräkningsresultat. Detaljerad data redovisas i Bilaga 6.

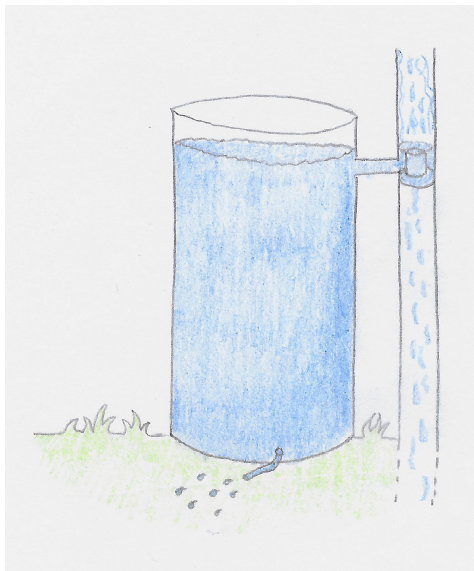
Det är viktigt att tänka på hur valet av regnserier påverkar resultatet. Regndatan är registrerad på mätstationerna Drakegatan och Chalmers vilket är de två geografiskt närmsta mätstationerna, men de ligger inte i fallstudieområdet. Detta kan ha betydelse eftersom skyfall som ger upphov till översvämningar och bräddningar kan vara lokala, som i fallet med Örgryte 2013 som tidigare beskrivits i kapitel 2.1.1.

5.1.3 Val av utloppsventil

Tunnor utan dräneringsventil blir snabbt fyllda och stora delar av kraftiga regn fångas inte upp (Jennings et al., 2013). En studie gjord i Kanada visade på liknande resultat (Insurance Bureau of Canada, 2011). Om det däremot finns en dräneringsventil som kontinuerligt släpper ut vattnet mellan varje nederbördstillfälle är nyttan av regnvattentunnan större. I den litteratur som behandlar självdränerande ventiler på regnvattentunnor finns det olika kombinationer av lösningar.

Ett alternativ som användes i en studie av Mohammad Pour (2013) är att använda en ventil i botten av tunnan. Utflödet ur tunnan varierade mellan 0,1 och 2,8 l/min beroende på hur utloppet var inställt samt hur fylld tunnan var. Detta förklaras med att trycket i tunnan varierar med höjden, det vill säga ju högre höjd desto högre tryck (Butler and Davies, 2010).

Även när regnvattentunnor har dräneringsventil kan det bli problem med att tunnan översvämmas vid kraftiga regn (Mohammad Pour, 2013). För att öka effektiviteten och förhindra att tunnorna svämmas över kan en hävert användas som komplement till ventilen. En annan lösning är att använda ett översvämningsutlopp (Abi Aad et al., 2010). Översvämningsutloppet, även kallat avledningssavsats, är placerat högst upp i tunnan se Figur 5.1. Vatten som går genom avledningssavsatsen leds direkt ner i avloppssystemet istället för att fördröjas i regnvattentunnan.



Figur 5.1 Visar en regnvattentunna med utflöde genom ventil och avledningssavsats.

Vattnet från dräneringsventilen kan ledas direkt tillbaka till avloppsledningssystemet (City of Vancouver, 2016). Det finns även områden där vatten från en självdränerande tunna kan användas för successiv bevattning i till exempel en trädgård (Jennings et al., 2013). I en studie utförd i Vancouver, Kanada undersöks effekten av regnvattentunnor med dräneringsventil som släpper ut vattnet på gräsmattor och trädgårdar jämfört med effekten om vattnet från tunnan leds tillbaka ner i avloppsledningsnätet (City of Vancouver, 2016).

Resultaten visade på en liten skillnad mellan de två olika tunnorna, där den tunna som släppte ut vattnet på gräsmattor och trädgårdar visade en något större minskning av flödestoppar i ledningarna.

Resultaten från litteraturstudien visar på att en självdränerande regnvattentunna med utloppsventil och översvämningssutlopp är den mest effektiva utformningen för att minska höga flöden i avloppsledningsnät. Dessutom är det fördelaktigt att låta vattnet från tunnan släppas ut på gräsmattor och trädgårdar så att det kan infiltreras lokalt. På grund av detta används utformningen som visas i Figur 5.1 och vattnet infiltreras lokalt. Utloppsventilen dimensioneras så att tunnan töms på cirka 12 timmar. Fördröjningstiden bedöms vara tillräcklig för att avlasta ledningsnätet nedströms och undvika infiltrationsproblem.

5.1.4 Val av storlek på tunnan

Det är svårt att göra en generell rekommendation angående vilken storlek regnvattentunnor bör ha, uttrycker Jones and Hunt (2010). De menar även att förhållandena varierar mellan olika platser och över tid så att det är viktigt att studera och utforma systemet för respektive plats under en längre tidsperiod. De parametrar som påverkar volymen på tunnorna är storleken på det tak en tunna är kopplad till och hur mycket vatten som eftersträvas att hållas tillgängligt för användning enligt Guo and Baetz (2007). De poängterar även att lokalt klimat och tillförlitligheten är viktiga faktorer. De menar även att valet av tunna framförallt är viktigt när tunnorna ska användas i ett större projekt. Felaktig dimensionering kan leda till stora ekonomiska och miljömässiga förluster.

Jones and Hunt (2010) undersökte 208 liters tunnor som anslutits till takytor med varierande storlek, mellan 10 och 50 m². Resultatet visade att det endast var tunnor som anslutits till den minsta takytan på 10 m² som effektivt klarade av att förvara allt regnvatten. I sydöstra delen av USA, där studien genomfördes, är takytorna till de flesta husen betydligt större än 10 m². De drar därför slutsatsen att tunnorna endast kan samla en minimal del av regnvattnet. Det skulle krävas mellan 10 och 25 tunnor till varje hus för att anses som en effektiv lösning. Regnvattentunnorna i studien var till för att samla upp regnvatten och undvika flödestoppar men även för att kunna använda vattnet. Därför är resultatet inte fullt applicerbart på fallstudieområdet Örgryte där tunnorna töms kontinuerligt. Dock pekar även detta resultat på att en utloppsventil är fördelaktigt för att erhålla en större fördröjande effekt. I en studie av Olsson and Foster (2013) användes 208 liters tunnor men även denna studie visade indikationer på att tunnorna bör vara större.

Två studier som visar goda resultat, Abi Aad et al. (2010) och Mohammad Pour (2013) har använt sig av tunnstorlekar omkring 300 liter. Beräkningar och flödesmodellering utgår därför från en tunna som rymmer 300 liter, vilket är en vanligt förekommande storlek för privat bruk, och har en höjd på 1,5 meter.

Det kan diskuteras om en tunna på 300 liter den mest effektiva storleken. I den här studien utreds inte flera storlekar för att hitta ett optimalt förhållande mellan volym och takyta. Det bedöms vara tillräckligt att utgå ifrån tidigare gjorda studier och vilka storlekar som är vanligt förekommande på marknaden.

En viktig faktor angående det praktiska införandet av regnvattentunnor är hur många och stora tunnor som är rimligt att installera på en villa. Det beror såklart på flera faktorer, till exempel antalet stuprör på varje hus och de boendes villighet att installera en tunna. Möjligen finns mer estetiska faktorer som också påverkar husägares vilja att implementera metoden.

Höjden på tunneln skulle kunna begränsas av fönster och andra faktorer. Det är dock en fördel att göra tunneln relativt hög för att undvika drunkningsolyckor för barn. Drunkningsolyckor kan även förhindras med ett lock. En täckt tunnel skyddar dessutom mot skräp som kan sätta igen utloppsventilen. Specifika och lokala förutsättningar utreds inte i denna studie men är något som rekommenderas för framtida studier.

Sammanfattningsvis antas det att en volym på 300 liter är en lämplig volym för den här typen av vattenfördröjning i tunnor. Förhållandet mellan höjd och bottenarea skulle kunna varieras.

5.1.5 Årstidsvariation

Enligt den statistiska årsboken för Stadsledningskontorets enhet Samhällsanalys och statistik (2013) var månadsmedelnederbörden från år 1991 till 2010 störst i oktober och augusti med 112 mm respektive 103 mm. Månaderna med minst medelnederbörd var februari och april med 48 mm respektive 53 mm. Statistiken visar även att månaderna juli och augusti hade flest nederbördsdagar, ca 20 stycken, mellan åren 2009 och 2010. Detta visar att nederbördsmängd och antal nederbördsdagar varierar kraftigt beroende på månad men att nederbörd förekommer året om.

I tidigare studier har effekten av årstidsvariation utvärderats på olika sätt. I studierna av Jennings et al. (2013) och Insurance Bureau of Canada (2011) förvaras tunneln inomhus över vintern, för att förhindra att tunneln fryser sönder. I studien av Mohammad Pour (2013) antogs istället att tunneln stod ute under hela året. Det noteras att vinterns flöden gav mest skador på fallstudieområdet Beecher Creek och regntunnelnarna svämmade över de flesta vintermånaderna.

Eftersom nederbörd förekommer året om i Göteborg antas regnvattentunnelnarna användas året runt i denna studie. Det krävs då att regnvattentunnelnarna är gjorda av ett material och har en utformning som är beständig för frost, då den största anledningen till att vattentunnelnarna förvarats över vintermånaderna har varit på grund av risk för frostsador (Jennings et al., 2013).

Beräkningarna i den här studien tar inte hänsyn till temperatur och därför inte om nederbörden sker som snö vilket är en uppenbar felkälla och det kan diskuteras hur stor påverkan detta har. Att materialet i tunneln tål kyla i viss mån och att konstruktionen inte spricker om vattnet expanderar är väsentligt. Då det är ett kontinuerligt utflöde ur tunneln så är dock risken liten att vatten blir stående under lång tid och börjar frysa. Om ett mindre tåligt material används kommer fastighetsägarna behöva förvara tunnelnarna över vintern och det finns även större risk att tunnelnarna går sönder av andra anledningar. Det kan tänkas att om tunneln byts ut förhållandevis ofta eller vinterförvaras finns det en risk att fastighetsägarnas deltagarengagemang sjunker. Då ovan nämnda faktorer inte undersöks närmare anses antagande om tunnans beständighet vara rimliga.

5.1.6 Förändringar i nederbörd från år 2013 till 2050

Klimatanalysen för Västra Götaland visar att årsmedelnederbörden från perioden 1961–1990 till 2021–2050 förväntas öka med mellan 12 % och 21 %, men mellan 15 % och 18 % för den största delen av länet (Persson et al., 2011). Ökningen av nederbörden förväntas bli som störst under vinterperioden, mellan 6–12 %, men även stor under vår och höst. För sommaren kan ingen förändring utläsas. Med denna information görs en extrapolering av medelvärdet

för den förväntade ökningen av årsmedelnederbörden från 1961–1990 till 2021–2050. Det framgår då att den genomsnittliga nederbördsmängden är 16,5 % högre den senare perioden. I den flödesmodellering som genomförs används nederbördsdata från år 2013. Då det inte finns några specifika data på hur mycket nederbördsmängden kommer förändras från 2013 till 2050 antas förändringen ske linjärt mellan 1990 och 2050. Det går då enkelt att uppskatta en ökning från och med 2013.

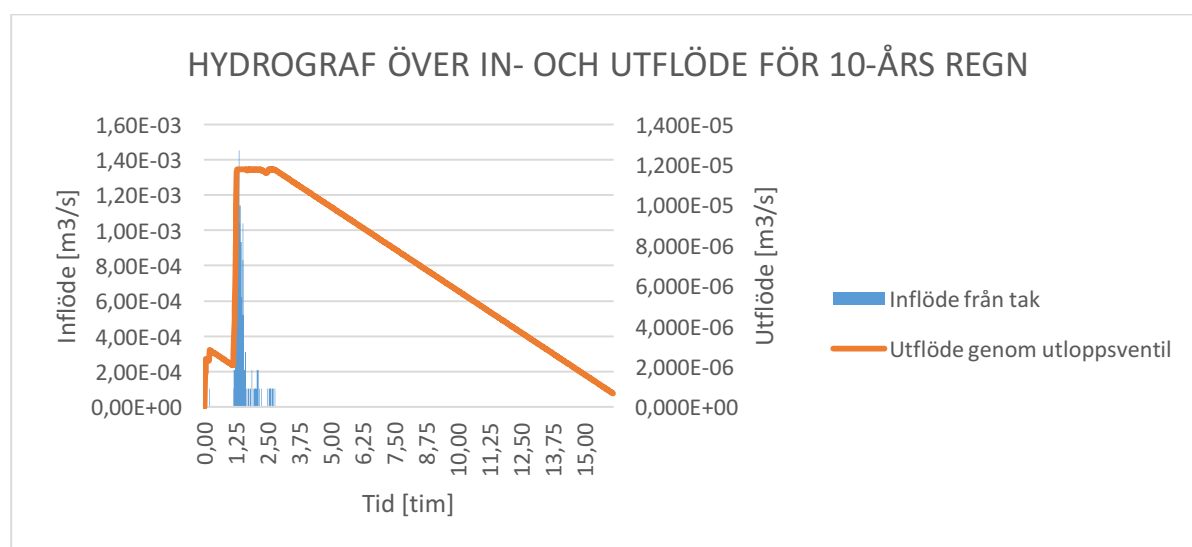
Om en ökning av nederbörden sker med 16,5 % från 1990 till 2050 så är det en ökning på 2,75 procentenheter per år. Därför antas en ökning på 6,3 % har skett från 1990 till 2013 och ökningen 2013 till 2050 blir således 10,2 %. Vid simuleringen i Mike Urban av framtidsscenario för 2050 antages därför att nederbörden ökar med 10,2 %. Således ändras ”Scaling factor” vid simulering i Mike Urban till 1,102.

5.2 Resultat med avseende på flöden i en tunna

I följande kapitel presenteras resultaten som erhållits genom beräkningar i MS Excel. Resultaten har erhållits genom metoderna som tidigare beskrivits i kapitel 4.3.1 och 4.3.2. Detaljerad data finns i Bilaga 6.

5.2.1 In- och utflöde vid ett 10-års regn

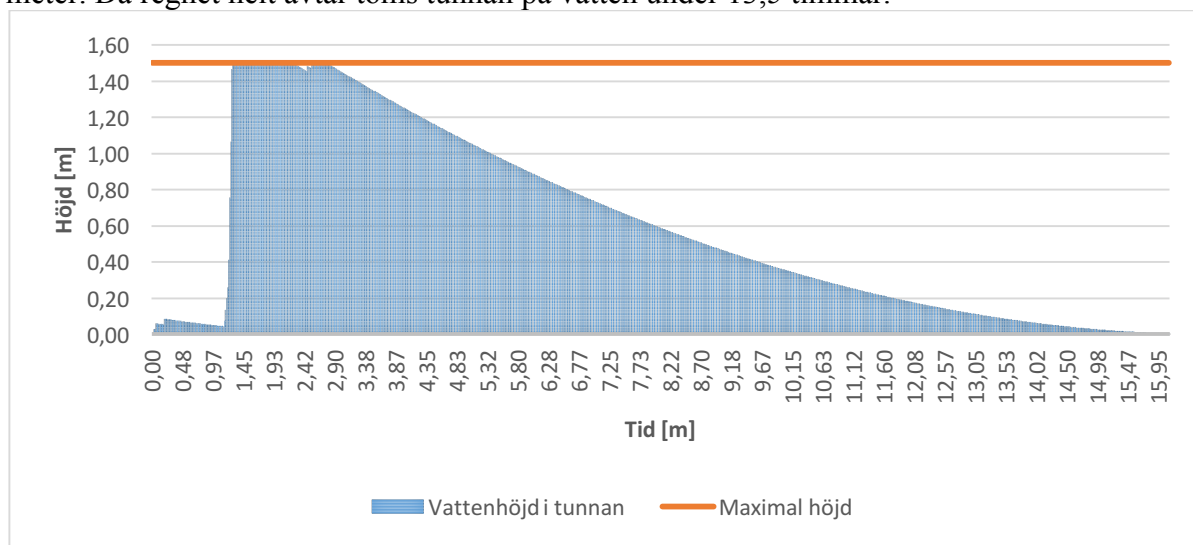
Regnet som registrerades på Chalmers mätstation den 26 juli 2014 hade en maximal återkomsttid på 9,21 år (DHI Sverige AB, u.å.). Detta regn benämns i fortsättningen som ett ”10-års regn”. I Figur 5.2 visas en graf som beskriver hur inflödet respektive utflödet varierar under regntillfället den 26 juli.



Figur 5.2 Visar hur in- och utflödet från tunnan varierar med tiden. Utflödet avser det vatten som går genom utloppsventilen i botten på tunnan. Observera att y-axlarna är i olika skala och att enheten är m^3/s .

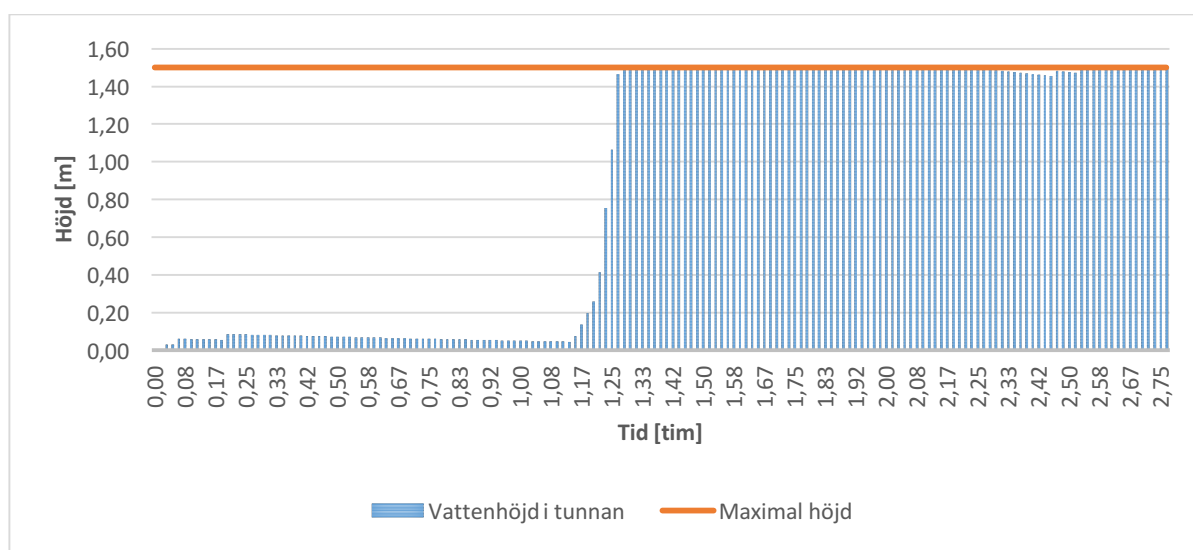
Den nederbörd som hamnar på den $69,2 m^2$ anslutna takarean är det som sedan blir inflöde till tunnan. Som de blå staplarna i Figur 5.2 visar pågår regnet under cirka tre timmar och har högst intensitet efter ungefär en timme och 20 minuter. Under de tre timmarna föll det totalt 23,9 millimeter regn. Toppnoteringen på inflödet är $0,00145 m^3/s$ eller 87 l/min. Under den intensiva perioden ökar även utflödet genom utloppsventilen och når maximalt utflöde på 0,7

l/min. Utflödet genom utloppsventilen begränsas av utformningen på utloppsventilen och tunnans höjd. När det maximala utflödet nås betyder det att vattenhöjden i tunnan är 1,5 meter. Då regnet helt avtar töms tunnan på vatten under 13,5 timmar.



Figur 5.3 Vattenhöjden i tunnan från det att regnet startar tills tunnan är helt tömd på vatten.

I Figur 5.3 visar hela tidsspannet från det att regnet startar tills det att tunnan är tömd på vatten. Från och med det att regnet upphört töms tunnan och vattenhöjden sjunker på det sätt som visas i diagrammet. Anledningen till att vattenhöjden i tunnan avtar med ett exponentiellt utseende är att utflödet drivs av vattentrycket, det vill säga vattenhöjden i tunnan.

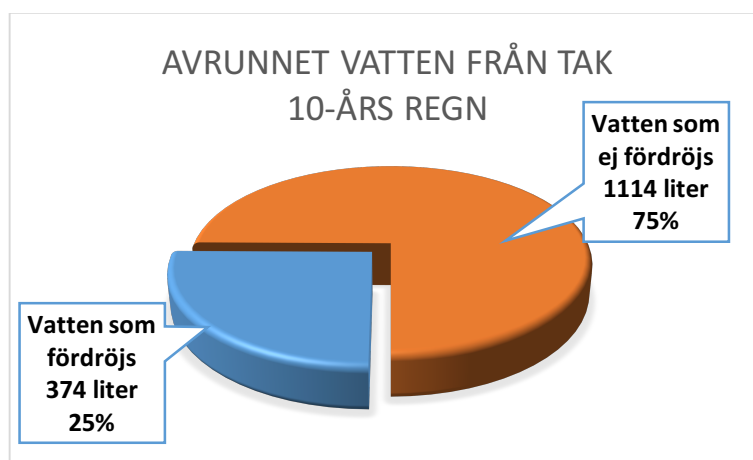


Figur 5.4 Vattenhöjden i tunnan under regnets varaktighet. Regnet pågår under den tid som redovisas på x-axeln.

Som tidigare nämnts ökar vattenhöjden i tunnan snabbt under den intensiva perioden. Den maximala vattenhöjden bibehålls i princip tills det att regnet avtar helt, se Figur 5.4. Tunnan är helt fylld under cirka 44 % av regntiden. När tunnans volymkapacitet är fullt utnyttjad leds överskottsvattnet via avledningstillsatsen direkt till avloppsledningsnätet, det sker alltså ingen fördröjning.

Andelen vatten som går genom tunnan av den totala volymen inflöde kan ses som ett effektivitetsmått. Om allt inflöde går genom tunnan blir effektiviteten 100 %. Under 10-års

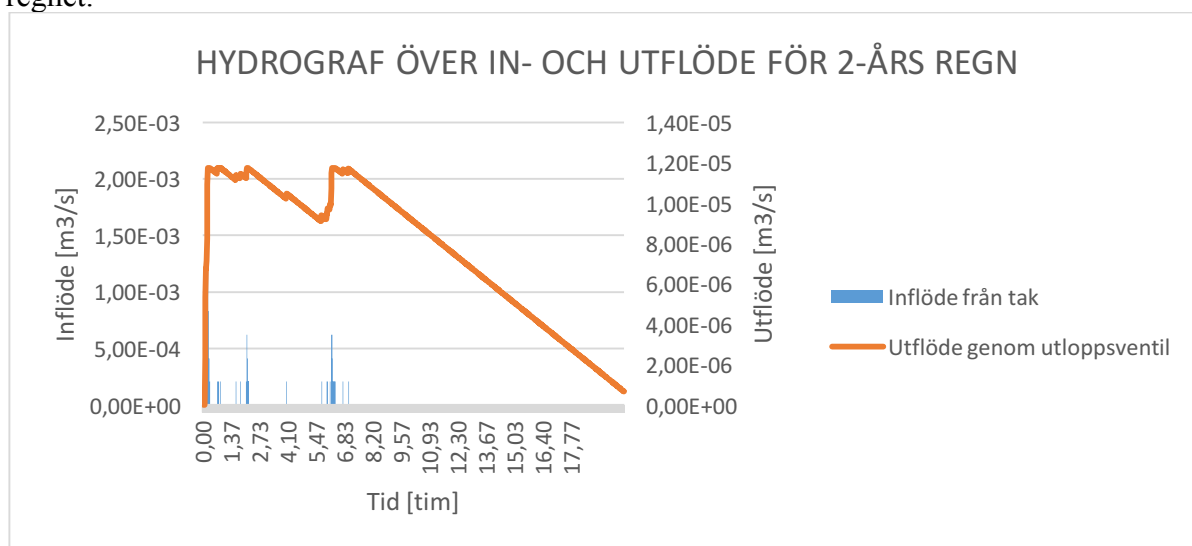
regnet rinner det 1490 liter vatten från den anslutna takytan. Figur 5.5 visar förhållandet mellan vattnet som fördröjs och det vatten som går direkt till ledningsnätet. I tunnan fördröjs 374 liter vatten och tunnan har således en effektivitet på 25 % för detta regn.



Figur 5.5 Fördelning över vatten som fördröjs i tunnan och vatten som går direkt till ledningsnätet via avledningstillsatsen.

5.2.2 In- och utflöde vid ett 2-års regn

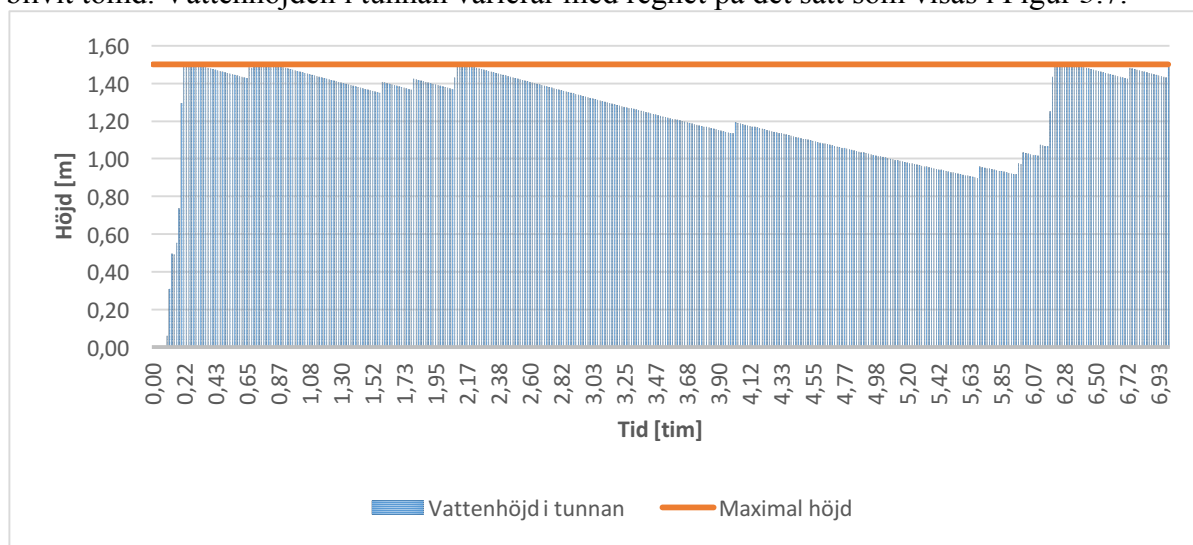
På mätstationen Drakegatan registrerades det den 11:e augusti 2013 ett regn med maximal återkomsttid på 1,55 år (DHI Sverige AB, u.å.). Detta regn benämns i fortsättningen som ”2-års regnet”. Regnet varade i sju timmar och under den tiden uppmättes totalt 15,2 millimeter regn. Mönstret för detta regn skiljer sig från 10-års regnet som karaktäriseras av en kortare period med stora mängder nederbörd. 2-års regnet pågår i helhet under längre tid, består av kortare perioder med intensiv nederbörd och den totala nederbördsmängden är mindre. Figur 5.6 nedan visar en graf som beskriver hur in- och utflöde varierar med tiden under 2-års regnet.



Figur 5.6 Visar hur in- och utflödet från tunnan varierar med tiden. Utflödet avser det vatten som går genom utloppsventilen i botten på tunnan. Observera att y-axlarna är i olika skala och att enheten är m^3/s .

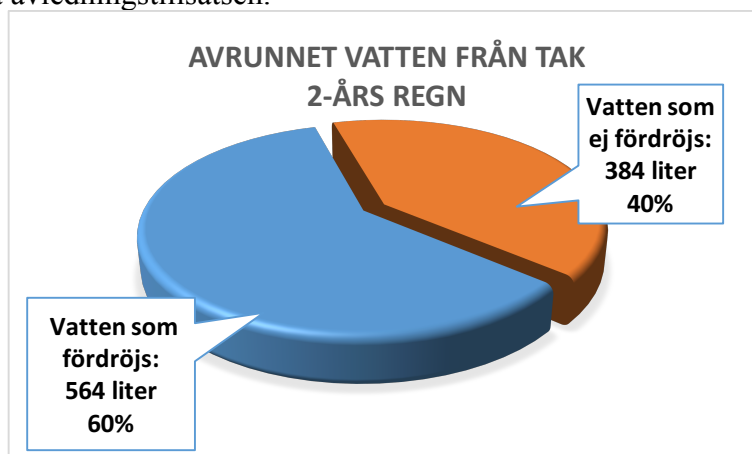
Regnet består i huvudsak av två perioder med intensivare regn och ett antal enskilda intensiva toppar. Det största värdet på inflödet är $0,00208 \text{ m}^3/\text{s}$ eller 125 l/min. Det maximala utflödet

är som tidigare 0,7 l/min. I likhet med resultatet från 10-års regnet reagerar utflödet snabbt på förändringar av inflöde. På grund av den höga regnintensiteten tidigt under regnet fylls tunnan på cirka 15 minuter och maximalt utflöde nås. När regnet sedan upphör i perioder ses reduktionerna i utflödet. Efter cirka sju timmar sjunker utflödet succesivt tills tunnan helt blivit tömd. Vattenhöjden i tunnan varierar med regnet på det sätt som visas i Figur 5.7.



Figur 5.7 Vattenhöjden i tunnan under regnets varaktighet.

I Figur 5.7 kan det utläsas att tunnan endast når full volymkapacitet vid ett fåtal tidpunkter. Under regnets hela varaktighet på sju timmar är tunnan full cirka 5 % av tiden. Efter att regnet upphört helt töms tunnan på samma sätt som tidigare visats i Figur 5.7. En stor del av vattnet fördröjs eftersom det finns outnyttjad volymkapacitet under majoriteten av tiden. Figur 5.8 nedan visar fördelningen av vatten som fördröjs och vatten som går direkt till ledningsnätet via avledningstillsatsen.



Figur 5.8 Fördelning över vatten som fördröjs i tunnan och vatten som går direkt till ledningsnätet via avledningstillsatsen.

För 2-års regnet anses tunnan erhålla relativt hög effektivitet då 60 % (564 liter) av inflödet fördröjs i tunnan. Under den tid då tunnans volymkapacitet är fullt utnyttjad och det faller mer nederbörd fördröjs inte det inflödande vattnet.

Utfallet av beräkningarna är till stor del beroende av valda regnserier och regnets karaktär. Tydligt är att vattenhöjden i tunnan snabbt stiger när regnets intensitet ökar och pågår under flertalet minuter. Den högst uppmätta intensiteten var två millimeter under ett minutintervall,

vilket ledde till en höjning av vattennivån i tunnan med 20 cm. Utifrån resultaten från dessa två specifika regnserier finns det indikationer på att tunnans effektivitet är kopplad till hur många procent av tiden som tunnans volymkapacitet är fullt utnyttjad. Effektiviteten verkar också beroende av att det kommer perioder utan regn. Tunnan som används i denna studie visar sig vara mindre effektiv vid det ihållande och intensiva 10-års regnet. När det istället kommer intensivt regn med kortare perioder utan regn, som under 2-års regnet, ökar effektiviteten.

En av frågeställningarna i kapitel 1.4 var att besvara frågan om hur mycket vatten som kan fördröjas per regnvattentunna. Utifrån valda dimensioner, antaganden angående takyta och stuprör samt specifika regnserier är det möjligt att fördröja 25 - 60 % av inflödet. Angående hur effektiviteten på tunnorna förändras med nederbörds mängden finns inte något entydigt resultat. Däremot finns det indikationer på att effektiviteten på tunnan snarare beror på hur regnet varierar under regntillfället än mängden nederbörd.

5.3 Indata till och utfall av flödesmodellering

Frågeställningarna i kapitel 1.4 angående hur tunnornas fördröjningseffekt påverkas under året samt i vilken utsträckning som flödestoppas och översvämningar kan minskas i det aktuella området besvaras genom simuleringar i Mike Urban.

5.3.1 Indata till flödesmodellering

Indata för flödesmodelleringen har tagits fram genom litteraturstudie, datainsamling och beräkningar i kapitel 5.1 och 5.2. Dessa värden ansätts under samtliga simuleringar och visas i Tabell 5.4. Antal ansatta byggnader per avrinningsområde varierar och därmed även parametern ”number of units”. Detta redovisas i Bilaga 3.

Tabell 5.4 Sammanställning av värden för parametrar i LID Controls och LID Deployment.

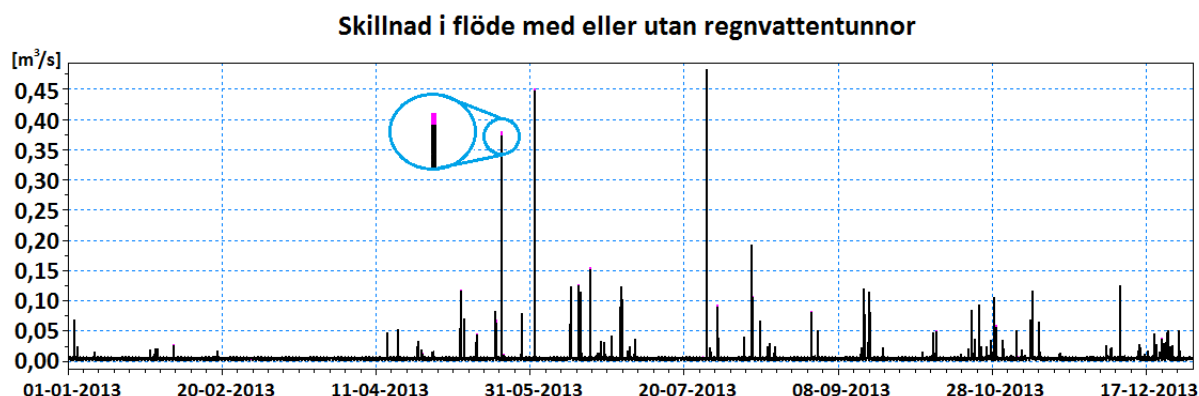
Område/Antagande	Parameter	Ansatt värde
Ansluten takarea till byggnad < 300 m ²	<i>Collecting area</i>	69,20 [m ²]
Ansluten takarea till byggnad > 300 m ²	<i>Collecting area</i>	89,03 [m ²]
Antal anslutna tunnor till byggnad < 300 m ²	<i>Number of units</i>	1
Antal anslutna tunnor till byggnad > 300 m ²	<i>Number of units</i>	3
Utloppsventilen fungerar som en öppning	<i>Exponent</i>	0,50 [-]
Utloppsventilen är placerad längst ned i tunnan	<i>Orifice height</i>	0 [mm]
Utloppsventilen är konstant öppen	<i>Delay</i>	0 [h]
Höjd på tunnan	<i>Height</i>	1500 [mm]
Bottenarea på tunnan	<i>Area of unit</i>	0,20 [m ²]
Bredden på överfallskanten när tunnan är full, antaget värde	<i>Width</i>	1,00 [m]
Lagringszonen i tunnan är inledningsvis tom på vatten	<i>Initial saturation</i>	0 [%]
Utflöde ur regnvattentunnan omräknat till koefficient för dräneringskapacitet, se Bilaga 2 för beräkning.	<i>Capacity</i>	5,50 [$\frac{\sqrt{mm}}{h}$]

5.3.2 Påverkan på fördröjningseffekt till Ryaverket

Fördröjningseffekten till Ryaverket studerades genom att undersöka de två huvudsakliga ledningar för avloppsvatten som lämnar området i utlopp. Flöden vid de två utloppspunkterna

visas i Bilaga 7. Skillnaden i de totala flödena med och utan regnvattentunnor är att flödet med regnvattentunnorna ökar med 0,3 promille under ett år, trots att regnvattentunnorna enligt summeringsrapporten avlägsnar 3 007 m³ vatten per år från avloppssystemet. Utifrån det dras slutsatsen att regnvattentunnorna påverkar flödet från hela området marginellt.

För Ryaverket är det framförallt viktigt att minska toppflödena in till reningsverket och därför granskades även dessa. I Figur 5.9 visas ackumulerade flöden för en av de två stora avloppsledningarna som lämnar fallstudieområdet, i den avloppsledning som lämnar området ungefär vid Kallebäcksmotet. De högsta staplarna är de som betecknas toppflöden och som grafen visar inträffar de oftast under sommarmånaderna.



Figur 5.9 Visar flöden med och utan regnvattentunnor i modellen. Skillnaden mellan om regnvattentunnor används eller inte är svår att urskilja, en uppförstoring har därför gjorts på en av de toppflöden där störst skillnad noterades.

Utifrån det som visas i Figur 5.9 går det inte att se några betydande skillnader i flöden. Detta tyder på att tunnorna inte påverkar flödestopparna ut ur området i någon större utsträckning. Det finns dock ledningar inne i fallstudieområdet som visat en något större skillnad, men inte tillräckligt stor för att det troligtvis ska påverka i hög utsträckning.

5.3.3 Bräddningar i avloppsledningsnätet

Bräddningar i avloppsledningsnätet är en annan del som utretts genom att analysera bräddbrunnar i modellen. Mike View används för att se volym bräddat spillvatten samt grafer över vattenflöden i bräddpunkterna för de två fallen med och utan regnvattentunnor.

Det är endast två av bräddbrunnarna som är direkt kopplade till fallstudieområdet, BB6429_Kalleb_motet_2 och BB5592_StSigfr_Lab. För att kunna dra en slutsats kring hur mycket vatten som bräddas granskas även övriga bräddbrunnar i modellen. Detta för att modellen är så pass komplex att det är svårt att bedöma hur de olika delarna påverkar varandra. I Tabell 5.5 redovisas skillnaden i bräddat vatten för samtliga bräddbrunnar i modellen.

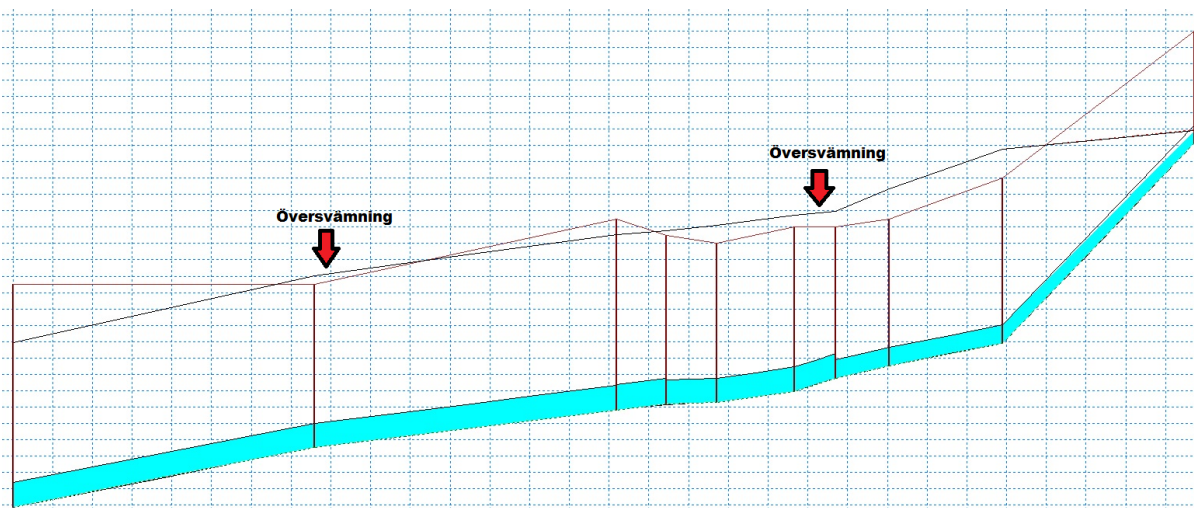
Tabell 5.5 Skillnad mellan volym bräddat vatten utan tunnor och med tunnor för hela modellen. Ett positivt värde betyder att volymen bräddat vatten har ökat vid simulering med tunnor i jämförelse med utan och ett negativt värde betyder att volymen har minskat.

Bräddpunkt	Δ Volym bräddat vatten [m ³]
BB5581_StSigfridsplan	40,97
BB_5596_Orangerigatan	352,41
BB5592_StSigfr_Lab	-89,01
BB6430_Kalleb_motet_1	-22,51
BB6429_Kalleb_motet_2	62,42
BB6428_Kalleb_motet_3	-319,30
BB6427_Omvagen	2,11
BB5582_Bäckeliden	-103,67
BB6527_Bögatan	-154,96
BB5556_Danska_vägen	-9,89
BB6525_Welandergatan	-34,93
BB5552_Sankt_Pauli_trappor	-184,27
BB6526_Pärlstickarevägen	-130,27
BB6606_Torkelsgatan	-11,74
BB6611_Räntmästaregatan	-8,59
BB6608_Nobelgatan	-65,47
BB6610_Nobelplatsen	-19,41
BB5677_Mäster_Johansgatan	-5,37
Totalt	-701,48
Minskad bräddning [%]	1,13
Total minskad volym [m³]	-701,48

De slutsatser som går att dra från resultaten i Tabell 5.5 är att bräddningen inte kontinuerligt minskar i modellen, utan att bräddningen i flera punkter ökar medan den i andra minskas. Över hela modellen minskas bräddningen endast med 701 m³ vilket ger en minskning på 1,13 %. Vid analys av specifika bräddbrunnar erhålls stora procentuella ökning eller minskningar och det har därför varit viktigt analysera samtliga bräddbrunnar i modellen. För mer utförlig tabell över bräddat vatten se Bilaga 7.

5.3.4 Analys av översvämningar

Området har som tidigare nämnts varit drabbat av översvämningar vid kraftiga skyfall och därför granskades vattennivån i ledningsnätet för ett antal platser. För att se om en ledning blir översvämmad används ett verktyg i Mike View som visar var trycklinjen ligger i förhållande till ledningen och kopplade brunnar. I Figur 5.10 visas ett exempel på hur det ser ut vid en översvämning. Ledningen är då full och trycklinjen har gått över flera av brunnarna i figuren. I Bilaga 8 visas mer omfattande figurer med skillnader för med eller utan regnvattentunnor.



Figur 5.10 Visualisering av en översvämning i en del av ledningssystemet inom fallstudieområdet. Röd horisontell linje visar marknivån de vertikala linjerna visar brunnar. Ledningen är den ifyllda blå linjen. Då den svarta trycklinjen går över den röda horisontella linjen sker översvämning.

Det resultat som går att se utifrån den data som har granskats är att skillnaden i vattennivå med eller utan regnvattentunnor är liten. I ett fall där en översvämning identifierades var vattennivån marginellt högre med regnvattentunnor, men antalet översvämmade brunnar var lika. I en annan del av ledningen blev det en viss höjning av vattennivån när modellen kördes med regnvattentunnor. Det blev då ytterligare två brunnar som översvämmades och vid de brunnar som var översvämmade utan tunnor blev trycknivån högre.

5.3.5 Diskussion kring resultaten från Mike Urban och Mike View

Resultaten från Mike Urban tyder på att implementering av regnvattentunnor inte ger några betydande skillnader gällande flöden, bräddningar och översvämningar. De små skillnader som fås tyder på att det blir högre flöden och högre vattennivåer vid användning av regnvattentunnor. Funktionen med regnvattentunnorna är att regn som faller på tak som är kopplat till en tunna infiltreras i marken istället för att nå avloppsledningssystemet som det gör utan tunnor. Det antas finnas felaktigheter i resultatet eftersom vattennivåer och flöden ökar när vatten leds bort från avloppsledningsnätet. Om resultaten hade visat att tunnorna inte gjort någon skillnad hade det ansetts mer rimligt, men eftersom ökningarna har erhållits antas det att någonting i modellen eller användningen av LID funktionen är felaktigt. Det är inte möjligt att utläsa vilka faktorer som har lett till den troliga felaktigheten i resultatet utan att utföra en mer utförlig felsökning i modellen och resultatfilerna. De felsökningar gjorts har inte resulterat i att något betydande fel har hittats även om mindre felaktigheter har lokaliserats.

Generellt finns det flera delar av studien som skulle kunnat förbättras om förutsättningarna varit annorlunda. LID funktionen är ny för året denna studie utfördes och kompetens gällande användning av funktionen har därför varit bristfällig. Det har lett till att mer tid än planerat gått till att lära sig använda verktyget korrekt. Mindre tid har därför kunnat ges till att anpassa modellen och till att utföra flera simuleringar för att utvärdera tillförlitligheten av resultaten.

Den övervägande anledningen till att granskningen av tunnornas effektivitet över en längre tidsperiod än ett år inte kunde genomföras är att det inte fanns tid att genomföra tänkta framtidssimuleringar. Med hänsyn till att den regnfil som planerades användas för att

genomföra framtidssimuleringarna var samma som den för år 2013 med en ökande faktor och antagligen skulle skillnaden på resultatet vara relativt liten.

Många förenklingar har gjorts i samband med arbetet i Mike Urban och vid antaganden om exempelvis storlek och utformning av tunnorna. Det är svårt att uppskatta hur stor skillnad olika variabler har i modellen. Det hade därför varit av intresse att göra fler simuleringar för att utvärdera betydelsen av dessa och för att eventuellt optimera dessa variabler. Att detta förfarande inte tillämpades berodde på att det inte fanns utrymme för det inom tidsramen för arbetet.

I kapitel 4.4.5 förklarades att förenklingar gjorts i LID Deployment angående takyta och antal tunnor per avrinningsområde. Totalt minskades takytan som var ansluten i området med 23 procent vid denna förenkling. Detaljerad data över i vilka avrinningsområden som takyta eller antal tunnor minskats finns i Bilaga 3. Eftersom det antagits en större takyta ansluten till tunnorna än vad som utförts i simuleringen kan detta ha påverkat resultaten.

Sammanfattningsvis kan konstateras att resultatet från flödesmodellering i Mike Urban inte är tillförlitligt. Slutsatserna blir att resultatet indikerar på att skillnaden med och utan tunnor gällande bräddningar, översvämningar och flöde till Ryaverket är mycket liten.

5.4 Resultat extrapolerat till hela Göteborg

I Göteborg finns det totalt 12 238 fastigheter anslutna till kombinerade avloppsledningssystem, enligt Ljungquist⁷ på GIS- och IT-enheten på Kretslopp och vatten. Eftersom metoden med regnvattentunnor främst är anpassad för bostadsområden reduceras antalet fastigheter på kombinerat nät till 10 945. Takarea och fördelningen mellan stora och små fastigheter antas vara samma som för fallstudieområdet. Då stora byggnader (takarea större än 300 m²) tilldelas tre regnvattentunnor och små byggnader (takarea mindre än 300 m²) tilldelas en tunna blir det totala antalet regnvattentunnor i Göteborg 12 477 stycken. Eftersom de 351 tunnorna från simuleringen i Mike Urban minskade mängden dagvatten med 3 007 m³ görs förenklingen att en tunna fördröjer 8,6 m³ vatten på ett år. Detta leder till att inflödet av dagvatten till Ryaverket kan minska med ca 106 890 m³ per år om alla fastigheter på kombinerade system installerade minst en regnvattentunna. Totalt årsflöde till Ryaverket är 138 100 000 m³ (Mattson, 2015). Det årliga inflödet minskar således med 0,08 promille, vilket även kan ses i Tabell 5.6.

⁷ Jakob Ljungquist, GIS- och IT-enheten på Kretslopp och vatten, kontakt via e-post 2016-05-02

Tabell 5.6 Årlig minskning av dagvatten till Ryaverket med avseende på fallstudieområdet och hela Göteborg.

	Antal tunnor	Minskad mängd dagvatten till Ryaverket [m ³ /år]	Årlig minskning [%]
Fallstudieområde	351	3 007	0,002
Hela Göteborg	12 477	106 890	0,08

Det årliga inflödet till Ryaverket påverkas marginellt av fördröjningen från regnvattentunnorna. Dock kan stor del av den minskade mängden dagvatten härledas till perioder med höga flöden.

Eftersom simuleringen över fallstudieområdet visade på att regnvattentunnorna inte hade någon märkbar effekt vid översvämningar och bräddningar antas det att de har en försumbar effekt vid en extrapolering till hela Göteborg. En osäkerhet när det gäller att extrapolera resultatet för att utvärdera metoden på ett större område, i detta fall hela Göteborg, är hur väl fallstudieområdet kan antas vara representativt för hela området. Detta kan gälla för många parametrar, till exempel takarea och hur ledningsnätet är utformat.

5.5 Kostnadseffektivitet

Resultaten från den ekonomiska utvärderingen av regnvattentunnor presenteras i följande kapitel.

5.5.1 Projektkostnad för implementering av regnvattentunnor i fallstudieområdet samt i hela Göteborg

Tabell 5.7 nedan visar ett urval av regnvattentunnor som finns tillgängliga på marknaden. Alla tunnor är gjorda av plast och är utrustade med lock samt en utloppsventil. Avledningstillsatsen kopplar ihop tunnan med stupröret och tillkommer som en separat kostnad. Den totala kostnaden för tunnan inklusive avledningstillsats blir 1 149 kronor styck.

Tabell 5.7 Urval av marknadspriser på regnvattentunnor och avledningstillsatser.

Återförsäljare av regnvattentunna	Volym [l]	Pris [kr]
Bauhaus	300	499 ⁸
Harald Nyborg	300	459 ⁹
Granngården	210	299 ¹⁰
Toxa international	300	1 299 ¹¹
Dansk rotations plastic APS	300	1 020 ¹²
Gardeners	284	1 373 ¹³
Medelpris		825
Återförsäljare av avledningstillsatser		
Granngården		299 ¹⁴
Gardenwatersaver		349 ¹⁵
Medelpris		324
Totalt pris		1 149

Den ekonomiska livslängden är 15 år och kalkylräntan är 4 % enligt Lindh.

Installationskostnaden antas vara en timme per tunna och bruttokostnaden för en hantverkare är cirka 500 kronor i timmen enligt skatteverkets kartläggning från 2011 (Skatteverket, 2011). Lindh anger även att kommunen troligen inte kommer stå för driftkostnaden. Driftkostnad kan därför utelämnas i kalkylen.

I fallstudieområdet finns totalt 382 fastigheter, varav 26 stycken av dessa har en takyta överskridande 300 m². Fastigheterna tilldelas en eller tre tunnor beroende på om takytan är större eller mindre än 300 m². Det totala antalet regnvattentunnor uppgår då till 434 stycken. Kalkylen redovisas i Tabell 5.8 nedan.

⁸ Hämtad 2016-04-19 från <http://www.bauhaus.se/regnvatten-tunna-300l.html?gclid=CKSSwqGUmSwCFQr3cgod448IzQ>

⁹ Hämtad 2016-04-19 från <http://www.harald-nyborg.se/regnvattentunna-300-liter.html>

¹⁰ Hämtad 2016-04-19 från <http://www.granngården.se/Grouw/Regnvattentunna-Grouw,-210-L/p/1166956>

¹¹ Hämtad 2016-04-19 från <http://www.toxashop.se/tradgard/regnvattentunnor/regntunna-med-lockkran-300-l-gron>

¹² Hämtad 2016-04-19 från <http://rotationsgjutningplast.se/regnvatten-tankar/142-regnvatten-tankar.html>

¹³ Hämtad 2016-04-19 från <http://www.gardeners.com/buy/deluxe-rain-barrel-75-gallon/38-661RS.html#start=4>

¹⁴ Hämtad 2016-04-19 från http://www.granngården.se/Grouw/Startset-regnvattentunna-Grouw/p/1166960_BASE

¹⁵ Hämtad 2016-04-19 från <http://gardenwatersaver.com/complete-rain-barrel-kit/>

Tabell 5.8 Beräkningen av total anläggningskostnad och årlig anläggningskostnad för fallstudieområdet. För att beräkna den årliga anläggningskostnaden har annuitetsfaktor 0,0899 använts.

Kostnad per tunna (inkl avledningstillästs) [kr]	Antal tunnor	Total materialkostnad [kr]
1 149	434	498 666
Installationskostnad per tunna [kr]	Antal installationer	Total installationskostnad [kr]
500	434	217 000
		Total anläggningskostnad [kr]
		715 666
		Årlig anläggningskostnad [kr]
		64 368

Som Tabell 5.8 visar uppgår den totala anläggningskostnaden till nästan 716 000 kronor, förutsatt att varje fastighet i fallstudieområdet utrustas med regnvattentunnor. Kostnadskalkylen för hela Göteborg utförs enligt samma metod och parametrar som för fallstudieområdet, se Tabell 5.9. Total anläggningskostnad blir då 20 575 000 kronor och den årliga kostnaden blir 1 850 500 kronor.

Tabell 5.9 Beräkningen av total anläggningskostnad och årlig anläggningskostnad för hela Göteborg. För att beräkna den årliga anläggningskostnaden används annuitetsfaktor 0,0899.

Kostnad per tunna (inkl avledningstillästs) [kr]	Antal tunnor	Total materialkostnad [kr]
1 149	12 477	14 336 073
Installationskostnad per tunna [kr]	Antal installationer	Total installationskostnad [kr]
500	12 477	6 238 500
		Total anläggningskostnad [kr]
		20 574 573
		Årlig anläggningskostnad [kr]
		1 850 500

Den största utmaningen gällande projektkostnaden för regnvattentunnorna är bristen på verifierad och precis information. Som följd blir kalkylen mycket spekulativ och det är svårt att dra en säker slutsats utifrån resultatet. Skulle exempelvis antagandet om installationstid vara felaktigt har det stor inverkan på hela kalkylen eftersom installationskostnaden står för cirka en tredjedel av hela projektkostnaden.

Det har dessutom inte genomförts någon kvalitetssäkring eller närmare undersökning av varken artiklar eller material vilket kan innebära en felaktig livslängd. En möjlig lösning är att specialtillverka tunnorna. På så sätt ökar möjligheten att kvalitetssäkra och påverka prisnivån. Detta kan dock leda till särkostnader från till exempel konstruktionsarbete. Då

tunnan har vissa karaktäristiska egenskaper samt att de bör vara mycket driftsäkra är specialtillverkning ett alternativ som bör utvärderas närmre.

Sammanfattningsvis bygger stora delar av kalkylen bygger på flera osäkra parametrar, något som skapar osäkerhet i kalkylens precision. Kalkylen kan dock, utifrån rådande förutsättningar, ge en indikation på projektkostnad.

5.5.2 Värderingstal

Värderingstalet beräknas först utifrån resultatet från flödesberäkningarna för en regnvattentunna och därefter från resultatet från simuleringen i Mike Urban.

Den minskade mängden dagvatten, q , beräknas i MS Excel utifrån regnvattentunnornas förväntade effektivitet under alla regntillfällen som registrerats av Drakegatan mätstation under året 2013. Av praktiska skäl antas varje enskild tunna vara ansluten till 69 m² takyta, oavsett om fastighetens totala takarea överstiger 300 m² eller inte. Majoriteten av regntillfällena under året 2013 producerade ett inflöde under 300 liter. Eftersom tunnan rymmer 300 liter antas den vara 100 % effektiv under dessa tillfällen. För de resterande regntillfällena har tunnans effektivitet uppskattats. Varje enskild uppskattning baseras på tolkningar av resultatet från 2- respektive 10-års regnet i kombination med förmodad effektivitet, det vill säga hur många procent av inflödet tunnan kan fördröja. Se Bilaga 9 för detaljerad data.

En enskild regnvattentunna förmodas fördröja cirka 25 m³ vatten under ett år. Då det placeras ut 434 tunnor i fallstudieområdet är det cirka 10 700 m³ vatten som tas ur ledningssystemet. Värderingstalet för projektet blir då:

$$V_d = \frac{715\,666 \cdot 0,0899}{10\,676} = 6,03 \frac{kr}{m^3} \quad (5.1)$$

Av programtekniska skäl har takytan reducerats och antalet tunnor har minskats vid simuleringen i Mike Urban, se kapitel 4.4.5. Detta leder till att antal regnvattentunnor endast är 351 stycken vid simuleringen och därför genererar en lägre projektkostnad. Om värderingstalet baseras på resultatet från simuleringen i Mike Urban blir det:

$$V_d = \frac{578\,799 \cdot 0,0899}{3\,007} = 17,30 \frac{kr}{m^3} \quad (5.2)$$

Värderingstalet enligt ekvation 5.2 blir markant högre än värderingstalet i ekvation 5.1. och det finns flera faktorer som påverkar resultatet. Regnserierna som använts är i båda fallen från 2013, trots detta har beräkningarna i MS Excel ca 1 000 m³ mer vatten i inflöde jämfört med modellen i Mike Urban. Det reducerade antalet tunnor i modellen är troligen en bidragande faktor till att inflödet är lägre. Till följd av det minskade inflödet blir även volymen fördröjt vatten mindre. I beräkningarna i MS Excel antas dessutom effektiviteten vara 70 %, det vill säga att tunnan fördröjer 70 % av totalt inflöde under året. Tunnorna i Mike Urban fördröjer endast cirka 20 % av det totala inflödet. Alla dessa faktorer leder till stora skillnader på q värdet och därför även värderingstalet.

Det finns svårigheter med att generalisera resultatet då värderingstalen varierar kraftigt. Ett representativt värde bör dock ligga mellan 6 och 17 kr/m³. Då det finns stora skillnader inom spannet kan det diskuteras om det är lönsamt att investera i projektet. Vid toppflöden anses metoden vara fördelaktig.

I kapitel 4.5.2 anges tre punkter om bör tas i beaktning när värderingstalet granskas, däribland minskning av tillskottsvatten. Om det tas hänsyn till att en liten del tillskottsvatten till Ryaverket minskar bör investeringen övervägas trots ett högt värderingstal. Dessutom har höga flöden en negativ inverkan på reningsverket som i värsta fall påverkar våra hav och fiskbestånd. Föroreningar kan leda till sjukdomar och andra problem som samhället betalar ett dyrt pris för. Det är därför av värde att prioritera alla lösningar som kan minska de höga flödena till Ryaverket.

5.5.3 Kostnadsjämförelse mellan regnvattentunnor och rörmagasin

Ur ett ekonomiskt perspektiv är det intressant att jämföra projektkostnaden för regnvattenstunnor med kostnaden för en mer vedertagen fördröjningsmetod. Volymen på varje tunna är 0,3 m³. Den totala volymkapaciteten, volymen av alla tunnor i området, uppgår till 130 m³. Det som undersöks är vad kostnaden för ett fördröjningsmagasin med motsvarande kapacitet skulle vara. Projektkostnad för regnvattentunnorna har tidigare redovisats i kapitel 5.5.1.

Lindh förklarar att rörmagasin är den typ av fördröjningsmagasin som ofta används till kombinerade system och anläggningskostnaden för ett rörmagasin är i medeltal 4 250 kronor per m³ (Kretslopp och vatten et al., 2016). Den ekonomiska livslängden för ett rörmagasin beräknas vara 50 år, förutsatt att det underhålls och inspekteras på årlig basis. Kalkylräntan är 4 %.

Tabell 5.10 Total och årlig projektkostnad för rörmagasin.

Volym [m ³]	Anläggningskostnad [kr/m ³]	Anläggningskostnad [kr]
130	4 250	553 350
	Annuitetsfaktor	Årlig anläggningskostnad [kr]
	0,0465502	25 759
Årlig driftkostnad för ett magasin á 70 m ³	Antal magasin i fallstudieområde	Total driftkostnad [kr/år]
10 000	2	20 000
		Total projektkostnad [kr]
		982 994
		Totalkostnad per år [kr]
		45 759

I Tabell 5.10 redovisas kalkylen för total- och årlig projektkostnad. Kostnaden för årlig inspektion och underhåll varierar beroende på magasinets volym, utförande och mängden föroreningar som måste behandlas. Det är därför svårt att sätta en generell kostnad per kubikmeter magasin. Som riktmärke för budgetering antas det dock att driftkostnaden uppgår till 10 000 kr/år för ett magasin med volymen 70 m³. Det antas därför att driftkostnaden för två magasin á 70 m³ går att tillämpa till fallstudieområdet. Den årliga kostnaden blir cirka 45 800 kronor.

Enligt denna kalkyl är det en högre total kostnad men lägre årlig projektkostnad att anlägga rörmagasin i fallstudieområdet, jämfört med att implementera regnvattentunnorna. Detta beror på flertalet faktorer men det är framför allt livslängden på rörmagasinen och priset på tunnorna som har stor inverkan. Kan till exempel tunnornas styckpris exklusive installation sänkas till 700 kronor blir kostnaden för de olika alternativen i princip lika. En annan aspekt som också bör undersökas är om det är möjligt att installera rörmagasin i området. Sett till anläggningskostnad kan regnvattentunnorna vara ett bra alternativ till rörmagasin.

5.5.4 Jämförelse med ersättningskostnader för översvämningar

Skadeersättningskostnaden för Göteborg Stad till följd av fyra rejäla skyfall tillhandahålls av Wenzel¹⁶, skadereglerare på Kretslopp och vatten. Resultatet visas i

Tabell 5.11. Datum för de skyfallstillfällena för vilka data har tillhandahållits är 14 augusti 2011, 28 juli 2012, 1 juni 2013 och 27 juli 2013. Det som betalades ut under 2012 och 2013 kom huvudsakligen från händelsen 2011, då det var många anmälningar. Det som betalades ut år 2014 kom troligen i huvudsak från 2013, men även ärenden från 2011 och 2012 kan finnas här. Skadorna från år 2013 är ännu inte färdigreglerade utan kommer också att finnas med i utbetalningarna för 2015.

Tabell 5.11 Utbetalade skadebelopp i Göteborg Stad på grund av fyra utvalda skyfallstillfällena.

Skadeår	Antal anmälningar där Kretslopp och vatten har ansvar	Utbetalade skadebelopp [kr]
2011	124	-
2012	26	8 053 763
2013	101	10 656 546
2014	-	6 105 651

Med informationen i

Tabell 5.11 kan det förmodas att det under ett år med extrem nederbörd betalas ut cirka 8 000 000 kronor i skadeersättning, bland annat på grund av underdimensionerade avloppssystem. När detta jämförs med den årliga projektkostnaden för regnvattentunnor dras slutsatsen att skadebeloppen bör minska med mer än 23 % om metoden ska anses vara kostnadseffektiv.

Det finns många osäkra aspekter vid uppskattning av kostnader för skadeersättning menar Wenzel. Det är svårt att se samband mellan enskilda regn och hur mycket som betalas ut på grund av det enskilda regnet. En viss eftersläpning finns både vad gäller kännedom om inträffade händelser samt reglering av skadekostnaderna. Detta är på grund av att försäkringsbolag och fastighetsägare har tio år på sig att anmäla inträffad skada, samt att det vanligtvis tar ett till två år från att händelsen inträffar tills den är utredd och reglerad.

En annan aspekt som kan ge en missvisande bild är att de kostnader som redovisas endast representerar återställningskostnaden för fastigheter i de fall där Kretslopp och vatten bär ansvar. Vid extrema regn som överstiger dimensioneringskraven betalar Kretslopp och vatten

¹⁶ Annika Wenzel, Skadereglerare på Kretslopp och vatten, kontakt via e-post 2016-05-17

inte ut ersättning. Undersökningskostnader och andra personalkostnader, såsom reparationsarbeten finns inte representerade här.

Beloppen som betalas ut varierar stort från stadsdel till stadsdel. Till exempel har Örgryte en betydligt lägre snittkostnad än för hela staden. Detta beror troligen på vad som nämnts i kapitel 2.1.1, det vill säga att området är så ofta utsatt för översvämningar att källare och dylikt inte inredes och därför görs inte lika många skadeanmälningar.

Kretslopp och vatten har inte ansvar för alla skador som inträffar, men det skulle ändå vara fördelaktigt att förebygga dessa skador. Exempelvis kan källaröversvämningar upplevas som mycket jobbigt för fastighetsägarna i form av förstörda minnessaker, oro för att det ska inträffa igen samt arbete med sanering och återställning. Det finns således mycket positivt med att förhindra att källaröversvämningar sker än bara den ekonomiska aspekten.

6 Övergripande diskussion

I det här kapitlet diskuteras de källor som används i studien och dess tillförlitlighet. Diskussionen belyser även vikten av att utreda fastighetsägarnas villighet att delta i projektet och om metoden kan fungera bättre i kombination med andra LOD lösningar. Det förs även en diskussion om kostnadseffektiviteten.

De vetenskapliga källor som använts i denna studie anses vara relevanta och trovärdiga. Information angående ledningssystemen i Göteborg och ledningsnätet i fallstudieområdet har erhållits från källor på Kretslopp och vatten. Informationen anses ha mycket hög trovärdighet då Kretslopp och vatten ansvarar över stora delar av systemen och har stor kompetens inom området. Publikationer från branchorganisationen Svenskt vatten har använts. Dessa anses relevanta och mycket tillförlitliga då Göteborg Stad bland annat dimensionerar avloppsledningsnätet utefter vad som anges i dessa publikationer.

6.1 Deltagarvillighet och implementering av regnvattentunnor i stor skala

En mycket viktig aspekt som inte studeras i denna rapport är hur implementering av regnvattentunnor ska utföras i praktiken. Då tunnorna installeras på privat mark och Kretslopp och vatten saknar befogenhet att detaljstyra fördröjningsmetod är det möjligt att markägare väljer att inte delta i projektet. Tidigare studier har påpekat att detta är en resurskrävande fråga som är av stor betydelse för projektets resultat. Hög deltagarvillighet är en förutsättning för att metoden ska ge noterbart resultat. I denna studie har deltagarvilligheten antagits vara 100 procent. I praktiken är den med stor sannolikhet lägre och detta bör tas i beaktning när resultaten tolkas.

Utöver att få fastighetsägarna att vilja delta i projektet så bör det läggas mycket tid och resurser på att informera fastighetsägarna om hur tunnorna underhålls på ett korrekt sätt. Att tunnorna hålls funktionsdugliga är en stor och viktig del i hur väl metoden skulle fungera. Regnvattentunnorna i denna studie har en konstruktion som bedöms vara driftsäker och minimerar tiden som fastighetsägarnas behöver lägga på skötsel av tunneln. Tunneln bör dock rengöras och rensas med jämna mellanrum för att utloppsventilen inte ska sättas igen. Information om hur tunneln fungerar samt skötselråd bör därför ingå i informeringsarbetet för att få så stor effekt som möjligt av tunneln och projektet. I ett område likt Örgryte, där flertalet källaröversvämningar har skett, kan det antas finnas intresse hos fastighetsägare att implementera en enkel lösning som har flera positiva effekter och kräver en relativt liten egen arbetsinsats.

6.2 Metoden i kombination med andra LOD lösningar

En av studiens avgränsningar var att endast undersöka metoden separat och inte i kombination med andra lösningar. Det är dock troligt att metoden skulle ha en större fördröjande effekt om den används i kombination med andra LOD lösningar. En regnvattentunnel som leder det uppsamlade vattnet till en regnrabatt skulle troligen skapa förutsättningar för ytterligare fördröjning. I fallstudieområdet antas det att infiltrationsförmågan är tillräcklig trots förekomsten av lera. I händelse av att marken inte klarar av att infiltrera regnvattnet kan det leda till översvämningar i trädgårdar som i sin tur kan leda till att vatten läcker in i husgrunden. Då kan en regnrabatt vara en möjlig lösning på problemet. En regnrabatt har dessutom en renande effekt på dagvattnet. Det sistnämnda är dock viktigare i områden där inte taktegelpannor är det dominerande takyttematerialet.

Andra lösningar kan vara en regnvattentunna i kombination med grönt tak. Som nämnts tidigare fungerar de gröna taken bäst vid små regntillfällen. Volym som inte kan hanteras med ett grönt tak kan då samlas upp i en tunna för att maximera fördröjningseffekten. Det kan även antas att det på vissa typer av hus är svårt att begränsa sig till den ena eller andra lösningen. Därför är det viktigt att ha flera alternativ och kombinationer av lösningar för att de ska komplettera varandra. Exempelvis kan regnvattentunnor vara en lämplig fördröjningsmetod på privata fastigheter, där det inte är rimligt bygga till ett grönt tak under de kommande åren. På vissa offentliga byggnader kan det vara mer lämpligt med gröna tak på grund av exempelvis begränsat gatuutrymme.

Då en regnvattentunna har begränsad volymkapacitet och endast samlar det dagvatten som rinner av från takytor är det önskvärt att kombinera tunnor med metoder som har kapacitet att även fördröja dagvatten från andra sorters ytor. Exempelvis regnrabatter eller genomsläppliga asfaltsytor som med fördel kan placeras ut på större områden.

Vatten från regnvattentunnor eller andra typer av magasin skulle även, som nämntes i kapitel 2.1.2, kunna användas till att spola toaletter, rengöra bilar och för bevattning. För enskilda fastighetsägare i urban miljö är det antagligen svårt att använda regnvatten till något annat än bevattning eftersom toaletter, duschar och övriga kranar är anslutna till kommunalt ledningsnät med dricksvatten. Att minska belastningen på dricksvattenresurser är eftersträvarsvärt.

6.3 Övergripande diskussion om kostnader

Projektkostnaden för regnvattentunnorna beräknas och jämförs på tre olika sätt för att ge perspektiv på hur olika alternativ förhåller sig till varandra. Vid höga flöden till Ryaverket förhåller sig värderingstalen inom ramarna för vad som bedöms vara rimligt. Det bör dock nämnas igen att resultaten från Mike Urban är mycket osäkra och resultaten från beräkningarna i MS Excel är helt teoretiska. Projektkostnaden för implementering av regnvattentunnor i fallstudieområdet jämförs sedan med anläggningskostnaden för rörmagasin med samma volymkapacitet. Den årliga kostnaden är lägre för rörmagasin och bör därför prioriteras om endast den ekonomiska aspekten är av intresse. Denna lösning lämpar sig dock inte i alla områden på grund av att magasinet kräver mycket utrymme. Den årliga projektkostnaden i jämförelse med de belopp som betalas ut i skadeersättning är liten, men för att projektet ska kunna anses kostnadseffektiv måste beloppen som betalas ut minskas med minst 23 %. Utifrån att det inte finns några tillförlitliga resultat som tyder på att översvämningarna kan minskas anses metoden inte vara kostnadseffektiv i detta avseende.

Grundat på dessa jämförelser och resultat kan projektet inte anses vara kostnadseffektivt men kostnadsberäkningarna är baserade på antaganden och ej tillförlitliga resultat från flödesmodelleringen. Det behövs ett bättre underlag om en rättvis kostnadsutvärdering ska genomföras.

7 Rekommendation och slutsats

För att fastställa om metoden är en verkningsfull och kostnadseffektiv investering för Göteborgs Stad behöver metoden utredas vidare. Det krävs ytterligare studier och möjligtvis även ett pilotprojekt där mer detaljerad utformning och materialval undersöks.

Beräkningarna från de två enskilda 10- respektive 2-års regnen visar på att en 300 liters regnvattentunna har kapaciteten att fördröja 25–60 % av det totala inflödet till tunnan. Detta tyder på att metoden har potential och skulle kunna vara effektiv för att minska höga flöden i avloppsledningsnätet och till Ryaverket. Flödesmodelleringen över fallstudieområdet visar dock på att flödestoppar, översvämningar och bräddningar påverkas ytterst lite av regnvattentunnorna. Resultaten därifrån visar snarare på att flödet i ledningsnätet ökar. Detta är något som bedöms vara föga sannolikt och tyder på att något inte stämmer vid simuleringen i Mike Urban. Eftersom flödesmodelleringen inte håller den trovärdighet som är önskvärd kan resultatet vara missvisande. Ett första steg i framtida studier kan vara att utföra fler simuleringar i Mike Urban för att utvärdera olika parametrars påverkan på resultaten. Modellen bör även felsökas ytterligare för att säkerställa att resultatet som erhålls är tillförlitligt. Även resultaten bör analyseras djupare, något som inte kunde göras inom tidsramen för detta arbete.

Trots de något osäkra resultaten visar beräkningar på att metoden är kostnadseffektiv sett till värderingstalet för regnvattentunnor. I stora drag ligger värderingstalet på samma nivå som kostnaden att leda allt vatten till Ryaverket vid höga flöden. Med detta som grund rekommenderas metoden att finnas som alternativ vid framtida lösningar för dagvattenhantering men behöver utforskas mer ingående i framtida studier.

Referenser

Abi Aad, M. P. (2009) *Modeling Techniques and Local Strategies of Green Infrastructure Capitals to Control Urban Stormwater Runoff and Combined Sewer Overflows*. Beirut: American University of Beirut. (Mastersuppsats inom Väg- och vattenbyggnad).

Abi Aad, M. P., Suidan, M. T. & Shuster, W. D. (2010) Modeling Techniques of Best Management Practices: Rain Barrels and Rain Gardens Using EPA SWMM-5. *Journal of Hydrologic Engineering* **15**(6):434-443. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000136

Ahlman, S., Kant, H., Karlsson, P., Malm, A. & Svensson, G. (2004) *Systemanalys Vasastaden Göteborg - Avloppsvattensystemet*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola, Forskningsprogrammet Urban Water.

Bengtsson Sjörs, Å. (2014) *Bräddning från ledningsnät (2014-01)*. Bromma: Svenskt Vatten Utveckling.

Berglöv, G., Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Björck, E., Axén Mårtensson, J., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H. & Sjökvist, E. (2015) *Framtidsklimat i Västra Götalands län – enligt RCP-scenarier*. Norrköping: SMHI.

Butler, D. & Davies, J. (2010) *Urban Drainage, Third Edition*. Abingdon: Spon Press, Taylor & Francis.

Calhill, T. (2012) *Low Impact Development and Sustainable Stormwater Management*. New Jersey: John Wiley & Sons.

City of Vancouver (2016) *Embracing Seasonal Rainwater Study*. Burnaby: Keer Wood Leidal.

Dhi Sverige Ab (u.å.) Drakegatan. *Regndata*. http://gbgregn.dhigroup.com/Bilder_list.asp (2016-04-11).

Engdahl, A. (2005) *Metaller i vattendrag 2005*. Göteborg: Göteborgs Stad Miljöförvaltningen.

Guo, Y. & Baetz, B. W. (2007) Sizing of Rainwater Storage Units for Green Building Applications. *Journal of Hydrologic Engineering* **12**(2):197-205. DOI: 10.1061/(ASCE)1084-0699(2007)12:2(197)

Göteborgs Energi (u.å.) Solkartan. *Solceller*. http://www.goteborgenergi.se/Privat/Projekt_och_etableringar/Fornybar_energi/Solceller/Solkartan (2016-03-02).

Göteborgs Stad (u.å.a) Indikatorer. *Göteborgs Stad*. http://goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/goteborgs-miljomal/ingen-overgodning/indikatorer/!ut/p/z1/hY5NC4JAGIR_jdd938X86rYdDD9Ig0DbS2hsq6CurFsLfrsGBTNbZhnmaEONfCpefSyMb2ammH1Z-5fSpoewx1lWOyjGJNTVsaHLC9Y4kL1D-BrjD_EEFLgfTsSex0JkiDy0NuEGFGP-r4bvOfZ1LqhBK7FTWiHyV2vrzpj5mXroIPWWiKVkoMgi3DwW6NTi4H6A4R5rJ-5qNgLiUBjpA!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/ (2016-01-27).

Göteborgs Stad (u.å.b) Regnrabatter. *Göteborgs Stad*.
http://goteborg.se/wps/portal/invanare/bygga-o-bo/vatten-och-avlopp/dagvatten/regnrabatter!/ut/p/z1/hY5NC4JAGIR_jdd939VdP7pJgWAfHiK0vYTGtrqyrq10K_PjkHR3IZ5hhkQUIEY60enatvpse4XfxbhfhkZ0pzRbUGzGNP95rQ-8gMtWATIP0AsMf5QipCD6JqBuOtAkHAeMupzDKKERUmQvOfTsQliBcLImzTskLtZXrXWTvPKQw-dc0RprXpJZunht0arZwvVBwjTUD13skxfxu7oRA!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/
(2016-03-03).

Holmström, N. & Lindholm, G. (2011) *Företagsekonomi – från begrepp till beslut*. Stockholm: Sanoma Utbildning.

Insurance Bureau of Canada (2011) *The Wingham Rain Barrel Study*. North Huron: Insurance Bureau of Canada.

Jennings, A., Adeel, A., Hopkins, A., Litofsky, A. & Wellstead, S. (2013) Rain Barrel–Urban Garden Stormwater Management Performance. *Journal of Environmental Engineering* **139(5)**:757-765. DOI: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000663

Jones, M. P. & Hunt, W. F. (2010) Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. *Resources, Conservation and Recycling* **54(10)**:623-629. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.11.002>

Kretslopp Och Vatten, Park- Och Naturförvaltningen, Rent Dagvatten & Tengbom (2016) *Grönytefaktor - vegetation och dagvatten - Vad kostar det egentligen?*. Göteborg: Göteborgs stad.

Kretsloppskontoret (2007) *Systemstudie Avlopp, En studie av framtida hållbara system för hantering av avlopp och bioavfall i Göteborgsregionen*. Göteborg: Kretsloppskontoret, Göteborg Vatten och Gryaab.

Larsson, R. (2008) *Jords egenskaper*. Linköping: Statens Geotekniska institut.

Mattson, J. (2015) *Miljörapport Ryaverket 2014*. Göteborg: Gryaab. (Rapport 2015:4).

Mike Powered by Dhi (u.å.) Integrated urban water modelling. *MIKE URBAN*.
<https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban> (2016-04-11).

Mohammad Pour, S. (2013) Implementing a neighbourhood scale stormwater retrofit: effect of self-draining rain barrels on an urban stream. Vancouver: University of British Columbia. (Mastersuppsats i Väg- och vattenbyggnad).

Olsson, J. & Foster, K. (2013) *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige*. Norrköping: SMHI.

Page, N., Rood, K., Holz, T., Zandbergen, P., Horner, R. & Mcphee, M. (1999) *Proposed Watershed Classification System for Stormwater Management in the GVS&DD Area*. Burnaby: Greater Vancouver Sewerage and Drainage District.

Persson, G., Andréasson, J., Eklund, D., Hallberg, K., Nerheim, S., Sjökvist, E., Wern, L. & Åström, S. (2011) *Klimatanalys för Västra Götalands län*. Västra Götaland: Länsstyrelsen Västra Götalands län.

Skatteverket (2011) *Om RUT och ROT och VITT och SVART*. Solna: Skatteverket.

Smhi (2015) *Klimatindikator – Nederbörd*.

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/klimatindikator-nederbord-1.2887>
(2016-02-10).

Stadsbyggnadskontoret (2003) *Vatten - så klart*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.

Stadsledningskontorets Enhet Samhällsanalys Och Statistik (2013) *STATISTISK ÅRSBOK*.
Göteborg: Stadsledningskontoret.

Stockholms Stad (u.å.) *Koppar*. Miljöbarometern Stockholms Stad.

<http://miljobarometern.stockholm.se/sub.asp?mo=6&dm=1> (2016-04-11).

Svenskt Vatten (2004) *Publikation P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar*.
Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten (2011) *Publikation P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - Råd vid planering och utformning*. Solna: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten (2016) *Publikation P110 Del 1 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.
Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Sveriges Geologiska Undersökning (u.å.) *SGUs kartvisare, Jordarter 1:25000 - 1:100 000.*
u.å. edn. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.

Va-Verket Göteborg (2001) *Dagvatten, Inom planlagda områden*. Göteborg: Va-Verket.

Bilaga 1, Felmarginal

I denna bilaga visas den skillnad som fås mellan flöden i tid-area metoden och kinematiska våg metoden. En del värden med stor skillnad mellan metoderna ändrades separat, men har i detta dokument fortfarande en stor procentuell skillnad. Felmarginalen på maxflöde är i vissa fall förhållandevis stor, men det beror mestadels på att programmet räknar med få värdesiffror.

	Felmarginal maxflöde	Felmarginal ackumulerat flöde
Catchment_1	0,25	0,028112041
Catchment_10	0	0,0274765
Catchment_100	0	0,029345372
Catchment_1000	0	0,027891838
Catchment_1001	0	0,026915658
Catchment_1002	0	0,028185654
Catchment_1003	0	0,027451815
Catchment_1004	0	0,027596575
Catchment_1005	0	0,027115932
Catchment_1006	0	0,027007299
Catchment_1007	0	0,027481612
Catchment_1008	0	0,027737462
Catchment_1009	-0,333333333	0,02761115
Catchment_101	0	0,027660931
Catchment_1010	0	0,027826363
Catchment_1011	0	0,027720028
Catchment_1012	-0,333333333	0,027760669
Catchment_1013	0	0,027413465
Catchment_1014	0	0,027491409
Catchment_1015	0	0,027663088
Catchment_1016	0	0,027951606
Catchment_1017	0	0,028093076
Catchment_1018	0	0,027330118
Catchment_1019	0	0,027375858
Catchment_102	0	0,027151639
Catchment_1020	-0,25	0,027403008
Catchment_1021	0	0,027659814
Catchment_1022	0	0,027276101
Catchment_1023	0	0,027505745
Catchment_1024	0	0,027380308
Catchment_1025	0	0,027391801
Catchment_1026	0	0,027630604
Catchment_1027	-0,333333333	0,027789056
Catchment_1028	0	0,027502276
Catchment_1029	0	0,027584176
Catchment_103	0	0,027710916

Catchment_1030	0	0,027506053
Catchment_1031	0	0,027776348
Catchment_1032	0	0,027502083
Catchment_1033	0	0,027734084
Catchment_1034	-0,111111111	0,02775009
Catchment_1035	0	0,027777778
Catchment_1036	0	0,027227253
Catchment_1037	0	0,02754064
Catchment_1038	0	0,027682727
Catchment_1039	0	0,027684564
Catchment_104	0	0,027950705
Catchment_1040	0	0,027698835
Catchment_1041	0	0,027769501
Catchment_1042	0	0,027491504
Catchment_1043	0	0,027966742
Catchment_1044	0	0,027608086
Catchment_1045	0	0,026634796
Catchment_1046	0	0,027851459
Catchment_1047	0	0,02780437
Catchment_1048	0	0,027761194
Catchment_1049	0	0,027781118
Catchment_105	0	0,027227723
Catchment_1050	0	0,027720083
Catchment_1051	0	0,027487418
Catchment_1052	0	0,027483641
Catchment_1053	0	0,027765866
Catchment_1054	0	0,027608829
Catchment_1055	0	0,027803889
Catchment_1056	0	0,027527987
Catchment_1057	0	0,027481659
Catchment_1058	0	0,027844127
Catchment_1059	-0,5	0,027863098
Catchment_106	0	0,027569291
Catchment_1060	0	0,02755685
Catchment_1061	0	0,027584116
Catchment_1062	0	0,027581567
Catchment_1063	0	0,027669487
Catchment_1064	0	0,027469246
Catchment_1065	0	0,027518411
Catchment_1066	0	0,027391915
Catchment_1067	0	0,027779844
Catchment_1068	0	0,027908513
Catchment_1069	0	0,027698348
Catchment_107	0	0,027779674
Catchment_1070	0	0,027827463

Catchment_1071	0	0,027872472
Catchment_1072	0	0,027803909
Catchment_1073	0	0,027361663
Catchment_1074	0	0,027940801
Catchment_1075	0	0,027973435
Catchment_1076	0	0,027702824
Catchment_1077	0	0,027772193
Catchment_1078	0	0,027846433
Catchment_1079	0	0,026108224
Catchment_108	0	0,027740801
Catchment_1080	0	0,027743809
Catchment_1081	0	0,027633274
Catchment_1082	0	0,027049826
Catchment_1083	0	0,027476333
Catchment_1084	0	0,027590848
Catchment_1085	0	0,027484601
Catchment_1086	-0,25	0,027836919
Catchment_1087	0	0,02695306
Catchment_1088	0	0,02789367
Catchment_1089	0	0,026920341
Catchment_109	0	0,027154992
Catchment_1090	0,142857143	0,028430897
Catchment_1091	0	0,027220804
Catchment_1092	0	0,027805504
Catchment_1093	0	0,027468004
Catchment_1094	0	0,027834835
Catchment_1095	0	0,027291157
Catchment_1096	0	0,027585134
Catchment_1097	0	0,027881612
Catchment_1098	0	0,027844517
Catchment_1099	0	0,027318548
Catchment_11	0	0,027556458
Catchment_110	0	0,027386028
Catchment_1100	0	0,02669363
Catchment_1101	0	0,027252747
Catchment_1102	0	0,027803151
Catchment_1103	0	0,027956989
Catchment_1104	0	0,02688172
Catchment_1105	0	0,027838285
Catchment_1106	0	0
Catchment_1107	0	0,027676924
Catchment_1108	0	0,027847766
Catchment_1109	0	0,027533235
Catchment_111	0	0,02757929
Catchment_1110	0	0,027853535

Catchment_1111	0	0,027872533
Catchment_1112	0	0,027700289
Catchment_1113	0	0,027663428
Catchment_1114	-0,2	0,027630077
Catchment_1115	0	0,02789263
Catchment_1116	0	0,027792147
Catchment_1117	0	0,027121184
Catchment_1118	0	0,027221413
Catchment_1119	0	0,026695886
Catchment_112	0	0,027787341
Catchment_1120	0	0,02772759
Catchment_1121	0	0,027586796
Catchment_1122	0	0,027504054
Catchment_1123	0	0,027493674
Catchment_1124	0	0,027823241
Catchment_1125	0	0,027237354
Catchment_1126	0,142857143	0,028266993
Catchment_1127	0	0,027835769
Catchment_1128	0	0,028075136
Catchment_1129	0	0,027429089
Catchment_113	0	0,027386897
Catchment_1130	0	0,027534771
Catchment_1131	0	0,027843531
Catchment_1132	0	0,027753793
Catchment_1133	0	0,027826974
Catchment_1134	0	0,027762688
Catchment_1135	0	0,0270649
Catchment_1136	0	0,028625954
Catchment_1137	0	0,027710843
Catchment_1138	0	0,027834053
Catchment_1139	0	0,027679623
Catchment_114	0	0,027399193
Catchment_1140	0	0,027865304
Catchment_1141	0	0,027455837
Catchment_1142	0	0,027413917
Catchment_1143	0	0,027803351
Catchment_1144	0	0,027518172
Catchment_1145	0	0,027497389
Catchment_1146	0	0,027637372
Catchment_1147	0	0,027931146
Catchment_1148	0	0,027255092
Catchment_1149	0	0,027833222
Catchment_115	0	0,027269609
Catchment_1150	0	0,027462757
Catchment_1151	0	0,027263255

Catchment_1152	0	0,027641791
Catchment_1153	0	0,027820077
Catchment_1154	-0,142857143	0,027687381
Catchment_1155	0	0,024511252
Catchment_1156	0	0,027952645
Catchment_1157	0	0,0281711
Catchment_1158	0	0,027737965
Catchment_1159	0	0,027341478
Catchment_116	0	0,02756904
Catchment_1160	0	0,027375991
Catchment_1161	0	0,027692058
Catchment_1162	0	0,0270036
Catchment_1163	0,166666667	0,026589577
Catchment_1164	0	0,027428142
Catchment_1165	0	0,027195467
Catchment_1166	0	0,027656873
Catchment_1167	0	0,027797577
Catchment_1168	0	0,027382158
Catchment_1169	0	0,02767135
Catchment_117	0	0,027875439
Catchment_1170	0	0,027616646
Catchment_1171	0	0,027515047
Catchment_1172	0	0,027726502
Catchment_1173	-0,333333333	0,027771596
Catchment_1174	0	0,028175578
Catchment_1175	0	0,027657736
Catchment_1176	0	0,027946703
Catchment_1177	0	0,027200604
Catchment_1178	0	0,027545048
Catchment_1179	-0,5	0,027713453
Catchment_118	0	0,02748523
Catchment_1180	0	0,02786344
Catchment_1181	0	0,027647936
Catchment_1182	0	0,027550859
Catchment_1183	0	0,027630111
Catchment_1184	0	0,027589987
Catchment_1185	0	0,027708796
Catchment_1186	0	0,02744437
Catchment_1187	-0,333333333	0,027420737
Catchment_1188	0	0,027927073
Catchment_1189	0	0,027457
Catchment_119	0	0,027831421
Catchment_1190	0	0,027538726
Catchment_1191	0	0,027464954
Catchment_1192	0	0,027599715

Catchment_1193	0	0,027743527
Catchment_1194	0	0,027626622
Catchment_1195	0	0,027777778
Catchment_1196	0	0,027651836
Catchment_1197	0	0,027624309
Catchment_1198	0	0,027443281
Catchment_1199	0	0,027667984
Catchment_12	0,272727273	0,026709455
Catchment_120	0	0,027150259
Catchment_1200	0,2	0,027555504
Catchment_1201	0	0,027770812
Catchment_1202	-0,5	-0,032138361
Catchment_1203	0,166666667	0,026962372
Catchment_1204	0,142857143	0,027949379
Catchment_1205	0	0,027746407
Catchment_1206	0	0,027250645
Catchment_1207	0	0,027717929
Catchment_1208	0	0,027666781
Catchment_1209	-0,2	0,027499016
Catchment_121	0	0,028229518
Catchment_1210	0	0,02761298
Catchment_1211	0	0,027599388
Catchment_1212	0	0,02771552
Catchment_1213	0	0,027703886
Catchment_1214	0	0,027783453
Catchment_1215	0	0,027663448
Catchment_1216	0	0,027744231
Catchment_1217	-0,166666667	0,027534672
Catchment_1218	0	0,027619221
Catchment_1219	0	0,027564977
Catchment_122	0	0,027245097
Catchment_1220	0,5	0,026875333
Catchment_1221	0	0,026885563
Catchment_1222	0	0,027118644
Catchment_1223	0	0,027840656
Catchment_1224	0	0,027832118
Catchment_1225	0	0,027631579
Catchment_1226	0	0,027747941
Catchment_1227	0	0,027072758
Catchment_1228	0	0,027473993
Catchment_1229	0	0,027467811
Catchment_123	0	0,027860052
Catchment_1230	0	0,02780837
Catchment_1231	-0,333333333	0,027676652
Catchment_1232	0	0,027874039

Catchment_1233	0	0,027272727
Catchment_1234	0	0,028095734
Catchment_1235	0	0,027750571
Catchment_1236	0	0,027728666
Catchment_1237	0	0,027858763
Catchment_1238	-0,25	0,0275021
Catchment_1239	0	0,027484629
Catchment_124	0	0,027710466
Catchment_1240	0	0,027073733
Catchment_1241	0	0,026960784
Catchment_1242	0	0,027536395
Catchment_1243	0	0,027576595
Catchment_1244	0	0,027731499
Catchment_1245	0	0,027535101
Catchment_1246	0	0,027616279
Catchment_1247	0	0,027666315
Catchment_1248	0	0,027498678
Catchment_1249	0	0,027863777
Catchment_125	0	0,027330508
Catchment_1250	0	0,027628982
Catchment_1251	0	0,027667984
Catchment_1252	0	0,027696635
Catchment_1253	0	0,027492669
Catchment_1254	0	0,02741843
Catchment_1255	0	0,023176761
Catchment_1256	-0,2	0,027557205
Catchment_1257	0	0,027777778
Catchment_1258	0	0,027688783
Catchment_1259	0	0,026932668
Catchment_126	0	0,027724297
Catchment_1260	0	0,028486647
Catchment_1261	0	0,027905068
Catchment_1262	0	0,02550912
Catchment_1263	0	0,027398717
Catchment_1264	0	0,027569194
Catchment_1265	0	0,027801319
Catchment_1266	0	0,027832853
Catchment_1267	0	0,027604845
Catchment_1268	0	0,02724359
Catchment_1269	0	0,025036955
Catchment_127	0	0,027805561
Catchment_1270	0	0,027258567
Catchment_1271	0	0,027692308
Catchment_1272	0	0,027558562
Catchment_1273	0	0,027645034

Catchment_1274	0	0,027329664
Catchment_1275	0	0,027896164
Catchment_1276	0	0,027235355
Catchment_1277	0	0,027222222
Catchment_1278	0	0,028125
Catchment_1279	0	0,027801564
Catchment_128	0	0,027826087
Catchment_1280	-0,333333333	0,027715187
Catchment_1281	0	0,027299957
Catchment_1282	0	0,027775289
Catchment_1283	-1	0,027697119
Catchment_1284	0	0,02780479
Catchment_1285	0	0,027542081
Catchment_1286	0	0,027597687
Catchment_1287	0	0,025383707
Catchment_1288	0	0,02748931
Catchment_1289	0	0,027267388
Catchment_129	0	0,028144545
Catchment_1290	0	0,027683382
Catchment_1291	0	0,027670705
Catchment_1292	0	0,027847017
Catchment_1293	0	0,027518967
Catchment_1294	0	0,027854852
Catchment_1295	0	0,027810197
Catchment_1296	0	0,027641157
Catchment_1297	0	0,027482059
Catchment_1298	0	0,027817404
Catchment_1299	0	0,0277253
Catchment_13	0	0,027479846
Catchment_130	0	0,028571429
Catchment_1300	0	0,027602022
Catchment_1301	0	0,027370617
Catchment_1302	0	0,027467914
Catchment_1303	0	0,027439292
Catchment_1304	0	0,027353641
Catchment_1305	0	0,027250195
Catchment_1306	0	0,027368786
Catchment_1307	0	0,027810894
Catchment_1308	0	0,027484895
Catchment_1309	0	0,027632088
Catchment_131	0	0,027441022
Catchment_1310	0	0,027785989
Catchment_1311	0	0,027209763
Catchment_1312	0	0,027833969
Catchment_1313	0	0,0275338

Catchment_1314	0	0,027697178
Catchment_1315	0	0,027893247
Catchment_1316	0	0,027885964
Catchment_1317	0	0,027420067
Catchment_1318	0	0,027477361
Catchment_1319	0	0,027735259
Catchment_132	0	0,027810216
Catchment_1320	0	0,027880642
Catchment_1321	0	0,02761872
Catchment_1322	0	0,013953488
Catchment_1323	0	0,027139976
Catchment_1324	0	0,027618495
Catchment_1325	0	0,028076172
Catchment_1326	0	0,027637872
Catchment_1327	0	0,027749229
Catchment_1328	0	0,027287301
Catchment_1329	0	0,027660951
Catchment_133	0	0,027311931
Catchment_1330	0	0,027612868
Catchment_1331	-0,5	0,027757217
Catchment_1332	0	0,02751938
Catchment_1333	0	0,027473315
Catchment_1334	0	0,027798067
Catchment_1335	0	0,027697136
Catchment_1336	0	0,027765248
Catchment_1337	0	0,027539098
Catchment_1338	-0,125	0,027785692
Catchment_1339	0	0,027530364
Catchment_134	0	0,029473684
Catchment_1340	-0,333333333	0,027532793
Catchment_1341	0	0,027857313
Catchment_1342	0	0,027508879
Catchment_1343	-0,333333333	0,027813626
Catchment_1344	0	0,027358491
Catchment_1345	0	0,026876434
Catchment_1346	-0,166666667	-0,056240638
Catchment_1349	0	0,025930404
Catchment_135	0	0,027390181
Catchment_1350	0	0,027010982
Catchment_1351	0	0,025560114
Catchment_1353	0	0,026728789
Catchment_1356	0	0,027168386
Catchment_1357	-0,142857143	0,027687465
Catchment_1358	-0,142857143	0,027725446
Catchment_1359	0	0,027754133

Catchment_136	0	0,028237585
Catchment_1360	0	0,027794667
Catchment_1361	0	0,027578138
Catchment_1362	0	0,026166677
Catchment_1363	0	0,026751847
Catchment_1364	0	0,027685493
Catchment_1365	0	0,026895565
Catchment_1366	0	0,027581916
Catchment_1367	0	0,027790116
Catchment_1368	0	0,027689351
Catchment_1369	0	0,029498525
Catchment_137	0	0,027423207
Catchment_1370	0	0,022641509
Catchment_1371	0	0,019723866
Catchment_1372	-0,1	0,027638048
Catchment_1373	0	0,027438414
Catchment_1374	-0,25	-0,056252838
Catchment_1375	0	0,02690413
Catchment_1376	0	0,027350427
Catchment_1377	0	0,026206075
Catchment_1378	0	0,025778733
Catchment_1379	0	0,027552674
Catchment_138	0	0,027147308
Catchment_1380	0	0,025803531
Catchment_1381	0	0,027801221
Catchment_1382	0	0,027516085
Catchment_1383	0	0,025797373
Catchment_1384	0	0,027749558
Catchment_1385	-0,25	0,027594612
Catchment_1386	0	0,026677067
Catchment_1387	0	0,027537895
Catchment_1388	0	0,027661017
Catchment_1389	0	0,027649243
Catchment_139	0	0,026714514
Catchment_1390	0	0,027794935
Catchment_1391	0	0,02587519
Catchment_1392	0	0,027595269
Catchment_1393	0	0,027607798
Catchment_1394	0	0,027085747
Catchment_1395	0	0,027559729
Catchment_1396	0	0,027595608
Catchment_1397	0	0,027762774
Catchment_1398	-0,333333333	-0,132620321
Catchment_1399	0	0,027681499
Catchment_14	0	0,027793364

Catchment_140	0	0,02791919
Catchment_1400	0	0,027837012
Catchment_1401	0	0,027729421
Catchment_1402	0	0,027527352
Catchment_1403	0	0,027693929
Catchment_1404	0	0,027781715
Catchment_1405	-0,25	-0,056234207
Catchment_1406	0	0,004149378
Catchment_1407	0	0,030769231
Catchment_1408	0	0,030952381
Catchment_1409	0	0,029978587
Catchment_141	0	0,02777071
Catchment_1410	0	0,027068535
Catchment_1411	0	0,023845007
Catchment_1412	0	0,029220779
Catchment_1413	0	0,024311183
Catchment_1414	0	0,027426612
Catchment_1415	0	0,027301927
Catchment_1416	0	0,026917404
Catchment_1417	0	0,026467204
Catchment_1418	0	0,027744451
Catchment_1419	0	0,02732055
Catchment_142	0	0,027693475
Catchment_1420	0	0,026952695
Catchment_1421	0	0,02763528
Catchment_1422	0	0,028150573
Catchment_1423	0	0,027457394
Catchment_1424	0	0,027592783
Catchment_1425	0	0,027622327
Catchment_1426	-0,5	0,027695057
Catchment_1427	0	0,027989822
Catchment_1428	0	0,027206646
Catchment_1429	0	0,023034154
Catchment_143	0	0,027132026
Catchment_1430	0	0,026461181
Catchment_1431	0	0,027272727
Catchment_1432	0	0,028021607
Catchment_1433	0	0,027701308
Catchment_1434	0	0,027465341
Catchment_1435	0	0,027913101
Catchment_1436	0	0,027757256
Catchment_1437	-0,333333333	0,027700217
Catchment_1438	0	0,027651515
Catchment_1439	-0,5	0,027495956
Catchment_144	-0,25	0,027769226

Catchment_1440	0	0,027732285
Catchment_1441	0	0,027556424
Catchment_1442	0	0,02770751
Catchment_1443	0	0,027815502
Catchment_1444	0	0,027628184
Catchment_1445	0	0,025797989
Catchment_1446	0	0,027460434
Catchment_1447	0	0,036082474
Catchment_1448	0	0,027483022
Catchment_1449	0	0,027725857
Catchment_145	0	0,027354709
Catchment_1450	0	0,028109029
Catchment_1451	0	0,027640671
Catchment_1452	0	0,02773812
Catchment_1453	0	0,027527874
Catchment_1454	0	0,027783064
Catchment_1455	0	0,027774181
Catchment_1456	0	0,027698024
Catchment_1457	0	0,027358257
Catchment_1458	0	0,027620018
Catchment_1459	0	0,027670528
Catchment_146	0	0,027674079
Catchment_1460	0	0,026493799
Catchment_1461	0	0,027877528
Catchment_1462	0	0,027483384
Catchment_1463	-0,2	0,027517306
Catchment_1464	0	0,027691557
Catchment_1465	0	0,027702372
Catchment_1466	0	0,027903887
Catchment_1467	0	0,027503526
Catchment_1468	0	0,018575851
Catchment_1469	0	0,027518104
Catchment_147	0	0,027682321
Catchment_1470	0	0,027459954
Catchment_1471	0	0,027479469
Catchment_1472	0	0,027408687
Catchment_1473	0	0,021582734
Catchment_1474	0	0,027613022
Catchment_1475	0	0,027689141
Catchment_1476	0	0,029673591
Catchment_1477	0	0,027846154
Catchment_1478	-0,333333333	-0,228193276
Catchment_1479	0	0,027568251
Catchment_148	0	0,027711686
Catchment_1480	0	0,02826087

Catchment_1481	0	0,011428571
Catchment_1482	0	0,027426941
Catchment_1483	0	0,027806513
Catchment_1484	0	0,014836795
Catchment_1485	0	0,028985507
Catchment_1486	0	0,020618557
Catchment_1487	0	0,027397992
Catchment_1488	0	0,026716839
Catchment_1489	0	0,02741324
Catchment_149	0	0,027479717
Catchment_1490	0	0,027537372
Catchment_1491	0	0,022099448
Catchment_1492	0	0,018867925
Catchment_1493	0	0,029090909
Catchment_1494	0	0,027402863
Catchment_1495	0	0,027495517
Catchment_1496	0	0,027104137
Catchment_1497	0	0,025547445
Catchment_1498	0	0,028776978
Catchment_1499	0	0,027455874
Catchment_15	0	0,027668296
Catchment_150	0	0,027937315
Catchment_1500	0	0,019230769
Catchment_1501	0	0,023391813
Catchment_1502	0	0,027782179
Catchment_1503	0	0,027743527
Catchment_1504	0	0,027678571
Catchment_1505	0	0,028985507
Catchment_1506	0	0,027276952
Catchment_1507	0	0,026462059
Catchment_1508	0	0,027058481
Catchment_1509	0	0,027708507
Catchment_151	0	0,027532954
Catchment_1510	0	0,027720577
Catchment_1511	0	0,02747574
Catchment_1512	0	0,027351005
Catchment_1513	0	0,027436006
Catchment_1514	0	0,027536164
Catchment_1515	0	0,027478448
Catchment_1516	0	0,026904257
Catchment_1517	0	0,027301772
Catchment_1518	0	0,027638386
Catchment_1519	0	0,027221172
Catchment_152	0	0,027620632
Catchment_1520	0	0,027426788

Catchment_1521	0	0,027930294
Catchment_1522	0	0,027585535
Catchment_1523	0	0,026634999
Catchment_1524	0	0,027651343
Catchment_1525	-0,333333333	0,027363858
Catchment_1526	0	0,02759191
Catchment_1527	0	0,027609081
Catchment_1528	0	0,027684619
Catchment_1529	0	0,027484144
Catchment_153	0	0,026886056
Catchment_1530	0	0,027435807
Catchment_1531	-1	0,027837721
Catchment_1532	0	0,027542373
Catchment_1533	0	0,027718898
Catchment_1534	0	0,027846955
Catchment_1535	-0,166666667	0,027498742
Catchment_1536	0	0,027608338
Catchment_1537	0	0,027640059
Catchment_1538	0	0,027584204
Catchment_1539	0	0,027758971
Catchment_154	0	0,027454826
Catchment_1540	0	0,027441723
Catchment_1541	0	0,027511058
Catchment_1542	0	0,027763627
Catchment_1543	0	0,027654421
Catchment_1544	-1	0,027893696
Catchment_1545	0	0,027654758
Catchment_1546	0	0,027653518
Catchment_1547	-0,5	0,027649081
Catchment_1548	0	0,027594791
Catchment_1549	0	0,027823241
Catchment_155	0	0,027023734
Catchment_1550	-0,5	0,02759228
Catchment_1551	0	0,027805038
Catchment_1552	0	0,027719665
Catchment_1553	0	0,027780769
Catchment_1554	0	0,027287319
Catchment_1555	0	0,027470356
Catchment_1556	0	0,027836437
Catchment_1557	0	0,027702855
Catchment_1558	0	0,02775788
Catchment_1559	0	0,027715577
Catchment_156	0	0,027476255
Catchment_1560	0	0,046503288
Catchment_1561	0	0,027523448

Catchment_1562	-0,333333333	0,027504651
Catchment_1563	0	0,027646887
Catchment_1564	0	0,027904617
Catchment_1565	0	0,027663734
Catchment_1566	0	0,027682886
Catchment_1567	0	0,027575219
Catchment_1568	0	0,027521338
Catchment_1569	0	0,0274322
Catchment_157	0	0,027734126
Catchment_1570	0	0,027628595
Catchment_1571	0	0,027517887
Catchment_1572	0	0,027720739
Catchment_1573	0	0,027878549
Catchment_1574	0	0,027434371
Catchment_1575	0	0,027699556
Catchment_1576	0	0,027922338
Catchment_1577	0	0,027483124
Catchment_1578	0	0,025925926
Catchment_1579	0	0,025321745
Catchment_158	0	0,001192014
Catchment_1580	0	0,027761761
Catchment_1582	0	0,027522936
Catchment_1583	0	0,027542589
Catchment_1584	0	0,027575277
Catchment_1585	0	0,02757715
Catchment_1586	0	0,027614096
Catchment_1587	0	0,027668631
Catchment_1588	0	0,02783463
Catchment_1589	0	0,027831285
Catchment_159	0	0,027112862
Catchment_1590	-0,25	0,027776908
Catchment_1591	0	0,027654421
Catchment_1592	0	0,027617362
Catchment_1593	0	0,027645593
Catchment_1594	0	0,027757774
Catchment_1595	0	0,0276276
Catchment_1596	-1	0,027551942
Catchment_1597	0	0,027525431
Catchment_1598	0	0,027596075
Catchment_1599	0	0,027687296
Catchment_16	0	0,027439629
Catchment_160	0	0,02764977
Catchment_1600	0	0,027568021
Catchment_1601	0	0,02771024
Catchment_1602	0	0,027493152

Catchment_1603	0	0,027567175
Catchment_1604	0	0,027730617
Catchment_1605	-0,5	0,027765438
Catchment_1606	-0,3333333333	0,027474494
Catchment_1607	0	0,027662623
Catchment_1608	-0,125	0,023518022
Catchment_1609	0	0,027571657
Catchment_161	0	0,02762532
Catchment_1610	0	-0,167182663
Catchment_1611	0	0,027815054
Catchment_1612	0	0,027914614
Catchment_1613	0	0,023255814
Catchment_1614	0	0,027563852
Catchment_1615	0	0,027630477
Catchment_1616	0	0,027746319
Catchment_1617	-0,2	0,027599375
Catchment_1618	0	0,027493161
Catchment_1619	-0,5	0,027580657
Catchment_162	0	0,027729636
Catchment_1620	0	0,027595595
Catchment_1621	0	0,027786967
Catchment_1622	0	0,027027027
Catchment_1623	0	0,02708411
Catchment_1624	0	0,027721261
Catchment_1625	0	0,027514897
Catchment_1626	0	0,027773116
Catchment_1627	0	0,027509589
Catchment_1628	0	0,027611357
Catchment_1629	0	0,027589227
Catchment_163	0	0,027867044
Catchment_1630	0	0,027483437
Catchment_1631	0	0,02730212
Catchment_1632	0	0,027470752
Catchment_1634	0	0,027745959
Catchment_1638	0	0,027760546
Catchment_1639	0	0,026415094
Catchment_164	0	0,027726433
Catchment_1640	0	0,02782194
Catchment_1641	0	0,02774463
Catchment_1642	0	0,028018679
Catchment_1643	0	0,0277566
Catchment_1644	0	0,027711599
Catchment_1645	0	0,027657053
Catchment_1646	0	0,027806142
Catchment_1647	0	0,027883881

Catchment_1648	0	0,027657643
Catchment_1649	0	0,027521132
Catchment_165	0	0,027507448
Catchment_1650	0	0,027560718
Catchment_1651	0	0,027831465
Catchment_1652	0	0,02759009
Catchment_1653	0	0,027689454
Catchment_1654	0	0,026966917
Catchment_1655	0	0,027599454
Catchment_1656	0	0,027627302
Catchment_1657	-0,333333333	0,027748828
Catchment_1658	0	0,027607025
Catchment_1659	0	0,027315754
Catchment_166	0	0,027361751
Catchment_1660	-0,5	0,027786055
Catchment_1661	0	0,027766013
Catchment_1662	-0,2	0,027681487
Catchment_1663	0	0,027491774
Catchment_1664	0	0,027663166
Catchment_1665	-0,25	0,029423771
Catchment_1666	0	0,027623033
Catchment_1667	0	0,027600412
Catchment_1668	0	0,019351464
Catchment_1669	0	0,028017241
Catchment_167	0,368421053	0,02663434
Catchment_1670	0	0,027631515
Catchment_1671	0	0,027081923
Catchment_1672	0	0,02774931
Catchment_1673	0	0,027623941
Catchment_1674	0	0,02777413
Catchment_1675	0	0,027210884
Catchment_1676	0	0,027613412
Catchment_1677	0	0,027828349
Catchment_1678	0	0,027709133
Catchment_1679	-1	0,027795325
Catchment_168	0	0,027744748
Catchment_1680	0	0,02785178
Catchment_1681	0	0,0273873
Catchment_1682	0	0,02761668
Catchment_1683	0	0,027921917
Catchment_1684	0	0,027297193
Catchment_1685	0	0,02786779
Catchment_1686	0	0,027560709
Catchment_1687	0	0,027744137
Catchment_1688	0	0,027720568

Catchment_169	0	0,027721088
Catchment_1691	0	0,027587985
Catchment_1692	0	0,027509294
Catchment_1693	0	0,027803811
Catchment_1694	0	0,027731201
Catchment_1695	-0,333333333	0,027565772
Catchment_1696	0	0,027569816
Catchment_1697	-1	0,027645788
Catchment_1698	0	0,027543746
Catchment_1699	0	0,02746114
Catchment_17	0	0,027546652
Catchment_170	0	0,027908663
Catchment_1700	0	0,027831507
Catchment_1701	0	0,02761194
Catchment_1702	-0,142857143	0,02772574
Catchment_1703	0	0,027658924
Catchment_1704	0	0,027722307
Catchment_1705	0	0,027747478
Catchment_1706	0	0,027826596
Catchment_1707	0	0,027732463
Catchment_1708	0	0,027745995
Catchment_1709	0	0,027604272
Catchment_171	0,142857143	0,02812268
Catchment_1710	0	0,027418952
Catchment_1711	0	0,027754591
Catchment_1712	0	0,027746239
Catchment_1713	0	0,027622768
Catchment_1714	-1	0,027735313
Catchment_1715	0	0,02782194
Catchment_1716	0	0,02775
Catchment_1717	0	0,02747792
Catchment_1718	0	0,028130672
Catchment_1719	0	0,027800732
Catchment_172	0	0,026835375
Catchment_1720	0	0,027733576
Catchment_1721	0	0,027659996
Catchment_1722	0	0,027610009
Catchment_1723	0	0,027900337
Catchment_1724	0	0,027740552
Catchment_1725	0	0,027679679
Catchment_1726	0	0,027846028
Catchment_1727	-0,25	0,027535952
Catchment_1728	0	0,027669236
Catchment_1729	0	0,027788116
Catchment_173	0	0,02774557

Catchment_1730	0	0,027795704
Catchment_1731	0	0,027709786
Catchment_1732	0	0,027731925
Catchment_1733	0	0,027626919
Catchment_1734	0	0,027748484
Catchment_1735	0	0,027724276
Catchment_1736	0	0,027628866
Catchment_1737	0	0,027823241
Catchment_1738	0	0,027575958
Catchment_1739	0	0,02745542
Catchment_174	0	0,027747345
Catchment_1740	0	0,027944633
Catchment_1741	0	0,027588168
Catchment_1742	0	0,027689093
Catchment_1743	0	0,027517861
Catchment_1745	0	0,027626044
Catchment_1746	0	-0,042613636
Catchment_1747	0	0,027655144
Catchment_1748	0	0,027565679
Catchment_1749	0	0,027813713
Catchment_175	0,083333333	0,027752773
Catchment_1752	0	0,027717712
Catchment_1753	0	0,027598986
Catchment_1754	0	0,027781453
Catchment_1755	0	0,027745213
Catchment_1756	0	0,019488074
Catchment_1757	0	0,02755102
Catchment_1758	0	0,027722162
Catchment_1759	0	0,027477268
Catchment_176	0	0,027508786
Catchment_1760	0	0,027645754
Catchment_1761	0	0,027703704
Catchment_1762	0	0,027513685
Catchment_1763	0	0,027495244
Catchment_1764	0	0,027655124
Catchment_1765	0	0,027629513
Catchment_1767	0	0,027427288
Catchment_1768	0	0,027568358
Catchment_1769	0	0,027553763
Catchment_177	0	0,02710728
Catchment_1770	0	0,027497536
Catchment_1771	0	0,027285513
Catchment_1772	0	0,027666245
Catchment_1773	0	0,027615507
Catchment_1774	0	0,027632138

Catchment_1775	0	0,027667329
Catchment_1776	0	0,027755018
Catchment_1777	0	0,027777778
Catchment_1778	0	0,027723418
Catchment_1779	0	0,027773739
Catchment_178	0	0,027522936
Catchment_1780	-1	0,027801911
Catchment_1781	0	0,027631579
Catchment_1782	0	0,028037383
Catchment_1783	0	0,028380634
Catchment_1784	0	0,027668659
Catchment_1785	0	0,027594331
Catchment_1786	0	0,027777778
Catchment_1787	0	0,027624309
Catchment_1788	0	0,032608696
Catchment_1789	0	0,027888446
Catchment_179	0	0,02590616
Catchment_1790	0	0,028089888
Catchment_1791	0	0,028050491
Catchment_1792	0	0,027777778
Catchment_1793	0	0,027587847
Catchment_1794	-0,5	0,027472527
Catchment_1795	0	0,027739251
Catchment_1796	0	0,027843602
Catchment_1797	0	0,027688512
Catchment_1798	0	0,027524024
Catchment_1799	0	0,02773222
Catchment_18	0,083333333	0,02749323
Catchment_180	0	0,027192009
Catchment_1800	0	0,027777778
Catchment_1801	0	0,027740748
Catchment_1802	0	0,02767048
Catchment_1803	0	0,027576792
Catchment_1804	0	0,027606502
Catchment_1805	-1	0,027858257
Catchment_1806	0	0,027714932
Catchment_1807	0	0,027868186
Catchment_1808	0	0,027604455
Catchment_1809	0	0,027833688
Catchment_181	0	0,14171276
Catchment_1810	-0,5	-0,152014765
Catchment_1811	0	0,027533265
Catchment_1812	0	0,027669487
Catchment_1813	0	0,027643203
Catchment_1814	0	0,027761014

Catchment_1815	-0,5	0,027538108
Catchment_1816	0	0,027984259
Catchment_1817	0	0,027811366
Catchment_1818	0	0,028100775
Catchment_1819	0	0,027543994
Catchment_182	0	0,027173913
Catchment_1820	0	0,027472147
Catchment_1821	-0,5	0,02769023
Catchment_1822	0	0,027477477
Catchment_1823	0	0,02778114
Catchment_1824	0	0,027541371
Catchment_1825	0	0,027827524
Catchment_1826	0	0,027662517
Catchment_1827	0	0,027721669
Catchment_1828	0	0,0276871
Catchment_1829	0	0,027523942
Catchment_183	0	0,027669792
Catchment_1830	0	0,027777778
Catchment_1831	0	0,027642276
Catchment_1832	0	0,027573585
Catchment_1833	0	0,027338515
Catchment_1834	0	0,027689614
Catchment_1835	0	0,028067885
Catchment_1836	-1	0,027672395
Catchment_1837	0	0,027636054
Catchment_1838	0	0,02712968
Catchment_1839	0	0,028378378
Catchment_184	-0,111111111	0,027537476
Catchment_1840	0	0,027445915
Catchment_1841	0	0,027808989
Catchment_1842	0	0,027837489
Catchment_1843	0	0,071428571
Catchment_1844	0	0,027586207
Catchment_1845	0	0,027982327
Catchment_1846	0	0,027493261
Catchment_1847	0	0,027558348
Catchment_1848	0	0,025211353
Catchment_1849	0	0,032967033
Catchment_185	0	0,027516925
Catchment_1850	0	0,02739726
Catchment_1851	0	0,027055151
Catchment_1852	0	0,027667984
Catchment_1853	0	0,02722323
Catchment_1854	0	0,027765584
Catchment_1855	0	0,027538019

Catchment_1856	0	0,0273363
Catchment_1857	0	0,027653037
Catchment_1858	0	0,027902439
Catchment_1859	0	0,027275513
Catchment_186	0	0,027451562
Catchment_1860	0	0,02779073
Catchment_1861	0	0,027537219
Catchment_1862	0	0,027166465
Catchment_1863	0	0,027835194
Catchment_1864	0	0,027762582
Catchment_1865	0	0,026805564
Catchment_1866	0	0,027703381
Catchment_1867	0	0,027819549
Catchment_1868	0	0,027903606
Catchment_1869	0	0,027023375
Catchment_187	0	0,02738604
Catchment_1870	0	0,026841634
Catchment_1871	0	0,027592331
Catchment_1872	0	0,027610849
Catchment_1873	-0,5	0,027741276
Catchment_1874	0	0,02742727
Catchment_1875	0	0,027708301
Catchment_1876	0	0,02778329
Catchment_1877	0	0,027731512
Catchment_1878	0	0,027641901
Catchment_1879	0	0,02741558
Catchment_188	0	0,027502865
Catchment_1880	0	0,027365463
Catchment_1881	0	0,027474287
Catchment_1882	0	0,027402381
Catchment_1883	0	0,027894107
Catchment_1884	0	0,027747006
Catchment_1885	0	0,027579239
Catchment_1886	0	0,027647763
Catchment_1887	0	0,027636054
Catchment_1888	0	0,027704113
Catchment_1889	0	0,027761086
Catchment_189	0	0,027173913
Catchment_1890	-0,333333333	0,027402826
Catchment_1891	0	0,027626354
Catchment_1892	0	0,027820485
Catchment_1893	0	0,027777778
Catchment_1894	0	0,028571429
Catchment_1895	0	0,027820711
Catchment_1896	0	0,027660324

Catchment_1897	0	0,027522936
Catchment_1898	0	0,027281614
Catchment_1899	0	0,027923823
Catchment_19	0	0,027647183
Catchment_190	0,125	0,028090432
Catchment_1900	0	0,027446683
Catchment_1901	0	0,027420395
Catchment_1902	0	0,027706735
Catchment_1903	0	0,027490763
Catchment_1904	0	0,027475913
Catchment_1905	0	0,027074543
Catchment_1906	0	0,027699719
Catchment_1907	0	0,027785561
Catchment_1908	-0,333333333	0,027775363
Catchment_1909	0	0,027536584
Catchment_191	0	0,027529879
Catchment_1910	0	0,02775769
Catchment_1911	0	0,027560144
Catchment_1912	0	0,027773116
Catchment_1913	0	0,028009696
Catchment_1914	0	0,027597403
Catchment_1915	0	0,02790487
Catchment_1916	0	0,02738059
Catchment_1917	0	0,027427362
Catchment_1918	0	0,027734375
Catchment_1919	0	0,027554627
Catchment_192	0	0,027615169
Catchment_1920	0	0,027579769
Catchment_1921	0	0,027836845
Catchment_1922	0	0,027241535
Catchment_1923	0	0,027648523
Catchment_1924	0	0,027505673
Catchment_1925	0	0,027715312
Catchment_1926	0	0,027509075
Catchment_1927	0	0,02739726
Catchment_1928	-0,333333333	0,027606955
Catchment_1929	0	0,02758701
Catchment_193	-0,166666667	0,02761853
Catchment_1930	0	0,027660507
Catchment_1931	0	0,027424803
Catchment_1932	0	0,027501705
Catchment_1933	0	0,030534351
Catchment_1934	0	0,027794562
Catchment_1935	-0,2	0,027668574
Catchment_1936	0	0,027714401

Catchment_1937	-0,25	0,027606784
Catchment_1938	0	0,027439024
Catchment_1939	0	0,027678571
Catchment_194	0,111111111	0,027752428
Catchment_1940	0	0,02745591
Catchment_1941	0	0,027743778
Catchment_1942	0	0,02689421
Catchment_1943	0	0,027687712
Catchment_1944	0	0,02784623
Catchment_1945	-0,333333333	0,027611311
Catchment_1946	0	0,027541554
Catchment_1947	0	0,027218291
Catchment_1948	0	0,027647975
Catchment_1949	0	0,027600849
Catchment_195	0	0,02750684
Catchment_1950	0	0,028776978
Catchment_1951	0	0,027507815
Catchment_1952	0	0,027424223
Catchment_1953	0	0,027357765
Catchment_1954	-0,25	0,018512608
Catchment_1955	-0,142857143	0,027670996
Catchment_1956	0	0,027121943
Catchment_1958_1	0,571428571	0,027753589
Catchment_1958_2	0,4	0,02775394
Catchment_1959_1	0	0,027657637
Catchment_1959_2	-0,25	0,027622389
Catchment_196	0	0,026027397
Catchment_1960_1	0	0,027568922
Catchment_1960_2	0	0,026386007
Catchment_1961_1	0	0,027882115
Catchment_1961_2	0	0,027843622
Catchment_1962_1	0	0,02785096
Catchment_1962_2	0	0,027806221
Catchment_1964_1	0	0,027491409
Catchment_1964_2	0	0,028508772
Catchment_1964_3	0	0
Catchment_1965_1	0	0,027793239
Catchment_1965_2	0	0,028070175
Catchment_1966_1	0	0,141967811
Catchment_1966_2	0	0,142070051
Catchment_1967_1	0	0,027700348
Catchment_1967_2	-0,5	0,027808269
Catchment_1968_1	0	0
Catchment_1968_2	0	0,02783838
Catchment_1969_1	0	0,027709055

Catchment_1969_2	0	0,019262982
Catchment_197	0	0,028086218
Catchment_1970_1	0	0,027569417
Catchment_1970_2	0,5	0,027098097
Catchment_1971_1	0	0,027697966
Catchment_1971_2	0	0,02749577
Catchment_1972_1	0	0,027535825
Catchment_1972_2	0	0,023656726
Catchment_1973_1	0	0,027635288
Catchment_1973_2	0	0
Catchment_1974_1	0	0,027854512
Catchment_1974_2	0	0
Catchment_1975_1	0	0
Catchment_1975_2	0	0,027764959
Catchment_1976_1	0	0
Catchment_1976_2	0	0,027880888
Catchment_1977_1	0	0,027501185
Catchment_1977_2	0	0
Catchment_1978_1	0	0
Catchment_1978_2	0	0,026431718
Catchment_1979_1	0	0
Catchment_1979_2	-1	-1
Catchment_198	0	0,02668507
Catchment_1980_1	0	0,027687253
Catchment_1980_2	0	0
Catchment_1981_1	0	0
Catchment_1981_2	0	0,027472321
Catchment_1982_2	0	0,027638191
Catchment_1983_1	0	0,02767456
Catchment_1983_2	0	0,027620294
Catchment_1984_1	0	0,027829441
Catchment_1984_2	0	0,027566807
Catchment_1987_1	0	0
Catchment_1987_2	0	0
Catchment_1988_1	0	0
Catchment_1988_2	-0,086956522	0,027751132
Catchment_199	0	0,026501767
Catchment_2	0	0,027415144
Catchment_20	0	0,035938683
Catchment_200	0	0,025884495
Catchment_201	0	0,026982829
Catchment_202	0	0,027903683
Catchment_203	0	0,027777778
Catchment_204	0	0,028011204
Catchment_205	0	0,026720648

Catchment_206	0	0,028135991
Catchment_207	0	0,026606861
Catchment_208	0	0,076130319
Catchment_209	0	0,02699784
Catchment_21	0	0,027343819
Catchment_210	0	0,027631044
Catchment_211	0	0,027311979
Catchment_212	0	0,027799841
Catchment_213	0	0,027756939
Catchment_214	0	0,027135154
Catchment_215	0	0,027177621
Catchment_216	0	0,027815013
Catchment_217	0	0,027590964
Catchment_218	0	0,026916325
Catchment_219	0	0,027745995
Catchment_22	0,12	0,027862999
Catchment_220	0	0,027751695
Catchment_221	0	0,027810852
Catchment_222	0	0,028537455
Catchment_223	0	0,028123744
Catchment_224	0	0,027573805
Catchment_225	0	0,027715356
Catchment_226	0	0,027785315
Catchment_227	0	0,028000199
Catchment_228	0	0,027043055
Catchment_229	0	0,021080369
Catchment_23	0	0,027151358
Catchment_230	0	0,027612064
Catchment_231	0	0,027584529
Catchment_232	0	0,027322404
Catchment_233	0	0,027609267
Catchment_234	0	0,02754924
Catchment_235	0	0,026812919
Catchment_236	0	0,027476203
Catchment_237	0	0,027771042
Catchment_238	0	0,027608008
Catchment_239	0	0,027421384
Catchment_24	0	0,027137424
Catchment_240	0	0,023523764
Catchment_241	0	0,027919227
Catchment_242	0	0,039784086
Catchment_243	0	0,027717645
Catchment_244	0	0,027485579
Catchment_245	0	0,027327677
Catchment_246	0	0,027777778

Catchment_247	0	0,027109876
Catchment_248	0	0,027545567
Catchment_249	0	0,027294918
Catchment_25	0	0,027614571
Catchment_250	0	0,027515096
Catchment_251	0	0,027736132
Catchment_252	0	0,027544508
Catchment_253	0	0,027156467
Catchment_254	0	0,027842342
Catchment_255	0	0,026488527
Catchment_256	0,2	0,026860348
Catchment_257	0	0,027881673
Catchment_258	0	0,027722547
Catchment_259	0	0,027463351
Catchment_26	0	0,027755213
Catchment_260	0	0,027789852
Catchment_261	0	0,027782291
Catchment_262	0	0,027840571
Catchment_263	0	0,02748538
Catchment_264	0	0,025842697
Catchment_265	0	0,027689772
Catchment_266	0	0,027525886
Catchment_267	0	9,272382398
Catchment_268	0	0,027417935
Catchment_269	0	0,027786904
Catchment_27	0	0,02780873
Catchment_270	0	0,027755957
Catchment_271	-0,090909091	0,028271209
Catchment_272	0	0,027680437
Catchment_273	0	0,027720956
Catchment_274	0	0,02725724
Catchment_275	0	0,027156722
Catchment_276	-0,333333333	0,027581451
Catchment_277	0	0,027516687
Catchment_278	0	0,027522936
Catchment_279	0	0,027500306
Catchment_28	0	0,027690443
Catchment_280	0	0,019922123
Catchment_281	0	0,027406033
Catchment_282	0	0,027590903
Catchment_283	0	0,027376891
Catchment_284	0	0,027330163
Catchment_285	0	0,027730405
Catchment_286	0	0,027681983
Catchment_287	0	0,028026582

Catchment_288	0	0,027522936
Catchment_289	0	0,028021016
Catchment_29	0	0,027773425
Catchment_290	0	0,027529653
Catchment_291	0	-0,13335848
Catchment_292	0	0,027973856
Catchment_293	0	0,027519168
Catchment_294	0	0,027724187
Catchment_295	0	0,028135991
Catchment_296	0	0,027501429
Catchment_297	0,666666667	0,788857807
Catchment_298	0	0,027695272
Catchment_299	0	0,027841299
Catchment_3	0	0,027446772
Catchment_30	0	0,027593819
Catchment_300	0	0,027646333
Catchment_301	0	0,027703827
Catchment_302	0	0,027703029
Catchment_303	0	0,010199046
Catchment_304	0	0,027512582
Catchment_305	0	0,029268293
Catchment_306	0	0,028089888
Catchment_307	0	0,027412281
Catchment_308	0	0,027487631
Catchment_309	0	0,027513856
Catchment_31	0	0,027930597
Catchment_310	0	0,02800659
Catchment_311	0	0,02610261
Catchment_312	0	0,027839362
Catchment_313	0	0,027471124
Catchment_314	0	0,02772818
Catchment_315	0	0,027438491
Catchment_317	0	0,027678139
Catchment_318	-0,090909091	0,027615468
Catchment_319	0	0,027825712
Catchment_32	0	0,027914211
Catchment_321	0	0,02770885
Catchment_322	0	0,027707398
Catchment_323	0	0,027551321
Catchment_324	0	0,028446389
Catchment_325	0	-0,325815546
Catchment_326	0	0,027521041
Catchment_327	0	0,027816412
Catchment_328	0	0,027490992
Catchment_329	0	0,027500996

Catchment_33	0	0,027517595
Catchment_330	0	0,027654147
Catchment_331	0	0,027508272
Catchment_332	0	0,027467293
Catchment_333	0	0,027568313
Catchment_334	0	0,027761174
Catchment_335	0	0,027777778
Catchment_336	0	0,027673775
Catchment_337	0	0,027474138
Catchment_338	0	0,02755768
Catchment_339	0	0,027471916
Catchment_34	0	0,027826386
Catchment_340	0	0,027546941
Catchment_341	0	0,027538941
Catchment_342	0	0,027563079
Catchment_343	0	0,027730431
Catchment_344	0	0,027330206
Catchment_345	0	0,027543712
Catchment_346	-0,25	0,027469693
Catchment_347	0	0,027001077
Catchment_348	-0,25	0,027187409
Catchment_349	0	0,027579909
Catchment_35	0	0,027499191
Catchment_350	0	0,027795646
Catchment_351	0	0,027467941
Catchment_352	0	0,027730016
Catchment_353	0	0,02774126
Catchment_354	0	0,027504912
Catchment_355	0	0,027914807
Catchment_356	0	0,027627062
Catchment_357	-0,25	0,027718686
Catchment_358	0	0,027842582
Catchment_359	0	0,027518414
Catchment_36	0	0,027747636
Catchment_360	0	0,027787168
Catchment_361	-0,1	0,027540239
Catchment_362	0	0,02741784
Catchment_363	0	0,02751725
Catchment_364	0	0,027795734
Catchment_365	0	0,02751602
Catchment_366	0	0,027552426
Catchment_367	0	0,02765237
Catchment_368	-1	0,027385159
Catchment_369	0	0,027633972
Catchment_37	0	0,027847505

Catchment_370	0	0,027774121
Catchment_371	0	0,027839644
Catchment_372	0	0,027494667
Catchment_373	0	0,027477102
Catchment_374	0	0,02764977
Catchment_375	0	0,027777778
Catchment_376	0	0,027812654
Catchment_377	0	0,027416211
Catchment_378	0	0,027745619
Catchment_379	0	0,027442305
Catchment_38	0	0,02729607
Catchment_380	0	0,02676442
Catchment_381	0	0,027386628
Catchment_382	0	0,027512396
Catchment_383	0	0,027906977
Catchment_384	0	0,027436527
Catchment_385	0	0,027800028
Catchment_386	0	0,027668293
Catchment_387	0	0,027260732
Catchment_388	0	0,027351382
Catchment_389	0	0,02756154
Catchment_39	0	0,027261635
Catchment_390	0	0,027842227
Catchment_391	0	0,027877914
Catchment_392	0	0,027514873
Catchment_393	0	0,027759036
Catchment_394	0	0,028358209
Catchment_395	0	0,026573787
Catchment_396	0	0,027291117
Catchment_397	0	0,027734977
Catchment_398	0	0,027356273
Catchment_399	0	0,027807392
Catchment_4	0	0,027458829
Catchment_40	0	0,027597703
Catchment_400	0	0,027876873
Catchment_401	0	0,027545174
Catchment_402	0	0,027605245
Catchment_403	0	0,027751938
Catchment_404	0	0,027324194
Catchment_405	0	0,027591476
Catchment_406	-0,333333333	0,027658293
Catchment_407	-0,5	0,027696902
Catchment_408	0	0,027469869
Catchment_409	0	0,027520464
Catchment_41	0	0,027856253

Catchment_410	0	0,027658746
Catchment_411	0	0,027657494
Catchment_412	0	0,02739726
Catchment_413	0	0,027707317
Catchment_414	0	0,027458722
Catchment_415	0	0,02784594
Catchment_416	0	0,027574564
Catchment_417	0	0,027974416
Catchment_418	0	0,026362039
Catchment_419	0	0,027670397
Catchment_42	0	0,027570442
Catchment_420	0	0,025637771
Catchment_421	0	0,027306041
Catchment_422	0	0,027364475
Catchment_423	0	0,02779555
Catchment_424	0	0,027562741
Catchment_425	0	0,027591086
Catchment_426	0	0,027929441
Catchment_427	0	0,027550261
Catchment_428	0	0,027737226
Catchment_429	0	0,027173913
Catchment_43	0	0,00321815
Catchment_430	0	0,027423469
Catchment_431	0	0,028571429
Catchment_432	0	0,026365348
Catchment_433	-1	0,027563396
Catchment_434	0	0,027441967
Catchment_435	0	0,027272727
Catchment_436	0	0,027891715
Catchment_437	0	0,027117385
Catchment_438	0	0,027208202
Catchment_439	0	0,027777778
Catchment_44	0	0,027776772
Catchment_440	0	0,027932961
Catchment_441	0	0,026696329
Catchment_442	0	0,027829314
Catchment_443	0	0,026795284
Catchment_444	0	0,027048371
Catchment_445	0	0,027634689
Catchment_446	0	0,027890629
Catchment_447	0	0,027342713
Catchment_448	0	0,027961731
Catchment_449	0	0,02778294
Catchment_45	0	0,027485149
Catchment_450	0	0,02759135

Catchment_451	0	0,027523643
Catchment_452	0	0,027806712
Catchment_453	-0,111111111	0,027810419
Catchment_454	0	0,027532079
Catchment_455	0	0,027677261
Catchment_456	0	0,026966505
Catchment_457	0	0,027758453
Catchment_458	0	0,027338359
Catchment_459	0	0,027696954
Catchment_46	0	0,027748564
Catchment_460	0	0,027591793
Catchment_461	0	0,027394742
Catchment_462	0	0,027368924
Catchment_463	0	0,027758148
Catchment_464	0	0,027686404
Catchment_465	0	0,028104575
Catchment_466	0	0,027903958
Catchment_467	0	0,028430161
Catchment_468	0	0,027551255
Catchment_469	0	0,027652718
Catchment_47	0	0,027055306
Catchment_470	0	0,027526348
Catchment_471	0	0,027677652
Catchment_472	0	0,027334102
Catchment_473	0	0,027430093
Catchment_474	0	0,027629634
Catchment_475	0	0,027861498
Catchment_476	0	0,027082916
Catchment_477	0	0,02749893
Catchment_478	-0,333333333	0,027595863
Catchment_479	0	0,027490936
Catchment_48	0	0,027136573
Catchment_480	-0,2	0,027840538
Catchment_481	0	0,027368326
Catchment_482	0	0,027242224
Catchment_483	0	0,027517991
Catchment_484	0	0,027624309
Catchment_485	0	0,027373279
Catchment_486	0	0,027615221
Catchment_487	-0,166666667	0,027618068
Catchment_488	0	0,027735343
Catchment_489	0	0,027411928
Catchment_49	0	0,027183343
Catchment_490	0	0,027740902
Catchment_491	0	0,027716959

Catchment_492	0	0,027542916
Catchment_493	0	0,027832031
Catchment_494	0	0,027875794
Catchment_495	0	0,027196797
Catchment_496	0	0,027815239
Catchment_497	0	0,027443718
Catchment_498	0	0,027278177
Catchment_499	0	0,027747123
Catchment_5	0	0,027592345
Catchment_50	0	0,026958978
Catchment_500	0	0,027404577
Catchment_501	0	0,027594628
Catchment_502	0	0,027574214
Catchment_503	0	0,027377522
Catchment_504	0	0,027686035
Catchment_505	0	0,027755188
Catchment_506	0	0,027904481
Catchment_507	0	0,02739726
Catchment_508	0	0,02753712
Catchment_509	0	0,027673027
Catchment_51	0	0,027839041
Catchment_510	0	0,028008482
Catchment_511	0	0,027771798
Catchment_512	0	0,027686925
Catchment_513	0	0,027601796
Catchment_514	0	0,294038848
Catchment_515	0	0,027859856
Catchment_516	0	0,027509572
Catchment_517	0	0,027351306
Catchment_518	0,2	0,025069583
Catchment_519	0	0,027453057
Catchment_52	0	0,027324271
Catchment_520	-0,166666667	0,027354067
Catchment_521	0	0,027872943
Catchment_522	0	0,026666667
Catchment_523	0	0,027484781
Catchment_524	0	0,025467876
Catchment_525	0	0,0275496
Catchment_526	0	0,02728855
Catchment_527	-0,25	0,027440269
Catchment_528	0	0,02752627
Catchment_529	0	0,027254923
Catchment_53	0	0,027850886
Catchment_530	0	0,02766622
Catchment_531	0	0,027807203

Catchment_532	0	0,036952331
Catchment_533	0	0,027346055
Catchment_534	0	0,027445163
Catchment_535	0	0,027537983
Catchment_536	-0,1	0,027444899
Catchment_537	-0,166666667	0,027339812
Catchment_538	0,2	0,02684186
Catchment_539	0	0,027419393
Catchment_54	0	0,027526023
Catchment_540	0	0,026580089
Catchment_541	0,125	0,027030891
Catchment_542	0	0,027762419
Catchment_543	0	0,02782308
Catchment_544	0	0,02744709
Catchment_545	0	0,027460938
Catchment_546	0	0,027540259
Catchment_547	0	0,027121212
Catchment_548	0	0,027389874
Catchment_549	0	0,027410767
Catchment_550	0	0,027661795
Catchment_551	0	0,027730968
Catchment_552	0	0,027800061
Catchment_553	0	0,027655476
Catchment_554	0	0,027959972
Catchment_555	-0,2	0,027513462
Catchment_556	0	0,027428355
Catchment_557	0	0,026519666
Catchment_558	0	0,027806094
Catchment_559	0	0,027937485
Catchment_56	0	0,027514231
Catchment_560	-0,2	0,027718035
Catchment_561	0	0,027618775
Catchment_562	0	0,027505828
Catchment_563	0	0,027707154
Catchment_564	-0,333333333	0,027777778
Catchment_565	0	0,027692308
Catchment_566	0	0,027522936
Catchment_567	0	0,027525991
Catchment_568	0	0,027698757
Catchment_569	0	0,027426584
Catchment_57	0	0,027743012
Catchment_570	0	0,027875794
Catchment_571	0	0,027482806
Catchment_572	0	0,02790087
Catchment_573	0	0,02738066

Catchment_574	0	0,027677016
Catchment_575	0	0,027491781
Catchment_576	0	0,027731884
Catchment_577	0	0,027813661
Catchment_578	0	0,027612129
Catchment_579	0	0,027478261
Catchment_58	0	0,027773901
Catchment_580	0	0,027393146
Catchment_581	0	0,027377642
Catchment_582	0	0,027476636
Catchment_583	0	0,027738862
Catchment_584	0	0,027522936
Catchment_585	0	0,026596707
Catchment_586	0	0,027747636
Catchment_587	0	0,027607429
Catchment_588	0	0,027058369
Catchment_589	0	0,026952479
Catchment_59	0	0,027720568
Catchment_590	0	0,02760463
Catchment_591	0	0,027895267
Catchment_592	0	0,02785676
Catchment_593	0	0,02747397
Catchment_594	0	0,027367723
Catchment_595	-0,333333333	0,027472283
Catchment_596	0	0,027547936
Catchment_597	0	0,027444325
Catchment_598	0	0,027748553
Catchment_599	0	0,027336768
Catchment_6	0	0,027093529
Catchment_60	0	0,027678208
Catchment_600	0	0,02776223
Catchment_601	0	0,027548435
Catchment_602	0	0,027093596
Catchment_603	0	0,027798838
Catchment_604	0	0,027384589
Catchment_605	0	0,02771855
Catchment_606	0	0,0274942
Catchment_607	0	0,02746169
Catchment_608	0	0,027667984
Catchment_609	0	0,027621971
Catchment_61	0	0,027747661
Catchment_610	0	0,027302175
Catchment_611	0	0,027660854
Catchment_612	0	0,027863143
Catchment_613	0	0,027458359

Catchment_614	0	0,027845364
Catchment_615	0	0,027811951
Catchment_616	0	0,027361425
Catchment_617	0	0,027509274
Catchment_618	0	0,02757954
Catchment_619	0	0,02772505
Catchment_62	0	0,027882836
Catchment_620	0	0,027050342
Catchment_621	0	0,027865277
Catchment_622	0	0,027618593
Catchment_623	0	0,027493261
Catchment_624	0	0,027473364
Catchment_625	0	0,027245207
Catchment_626	0	0,027544259
Catchment_627	0,166666667	0,026768451
Catchment_628	0	0,027647397
Catchment_629	0	0,027625592
Catchment_63	0	0,027543865
Catchment_630	0	0,02751498
Catchment_631	0	0,027347891
Catchment_632	0	0,027604074
Catchment_633	-0,166666667	0,027536899
Catchment_634	0	0,027813942
Catchment_635	0	0,027566099
Catchment_636	0	0,027601538
Catchment_637	0	0,027380952
Catchment_638	0	0,027425983
Catchment_639	0	0,027316807
Catchment_64	-0,5	0,027610072
Catchment_640	0	-0,141586476
Catchment_641	0	0,027074899
Catchment_642	0	0,027772306
Catchment_643	0	0,027764104
Catchment_644	0	0,027673438
Catchment_645	0	0,027498996
Catchment_646	0	0,027758108
Catchment_647	0	0,027376426
Catchment_648	-0,25	0,02778828
Catchment_649	0	0,027944112
Catchment_65	0	0,027445316
Catchment_650	0	0,027367317
Catchment_651	0	0,027807353
Catchment_652	0	0,02786307
Catchment_653	0	0,027703504
Catchment_654	-0,25	0,027734154

Catchment_655	0	0,027531198
Catchment_656	0	0,027786727
Catchment_657	0	0,027560753
Catchment_658	-0,5	0,027823241
Catchment_659	0	0,027684564
Catchment_66	0	0,027756261
Catchment_660	0	0,027427842
Catchment_661	0	0,027609164
Catchment_662	0	0,027727425
Catchment_663	0	0,027188377
Catchment_664	0	0,027848101
Catchment_665	0	0,027681661
Catchment_666	0	0,027440505
Catchment_667	0	0,027503892
Catchment_668	0	0,02779215
Catchment_669	0	0,027980535
Catchment_67	0	0,02775787
Catchment_670	0	0,027544082
Catchment_671	0	0,027692767
Catchment_672	0	0,027361694
Catchment_673	0	0,027309704
Catchment_674	0	0,027804753
Catchment_675	0	0,027674258
Catchment_676	0	0,027531436
Catchment_677	0	0,027719821
Catchment_678	0	0,027722298
Catchment_679	0	0,027528341
Catchment_68	-0,0625	0,027592775
Catchment_680	0	0,027487939
Catchment_681	0	0,027803959
Catchment_682	0	0,027398496
Catchment_683	0	0,02712784
Catchment_685	0	0,027922356
Catchment_686	0	0,027626213
Catchment_689	0	0,027431421
Catchment_69	0	0,0275816
Catchment_690	0	0,027541814
Catchment_691	0	0,027837398
Catchment_692	0	0,027552196
Catchment_693	0	0,027554048
Catchment_694	0	0,027412391
Catchment_695	0	0,02764242
Catchment_696	0	0,027916251
Catchment_697	0	0,027344132
Catchment_698	0	0,027356954

Catchment_699	0	0,027911131
Catchment_7	0	0,027188282
Catchment_70	0	0,027771128
Catchment_700	0	0,027680056
Catchment_701	0	0,027807163
Catchment_702	0	0,027595065
Catchment_703	0	0,027610344
Catchment_704	0	0,027803309
Catchment_705	0	0,027376501
Catchment_706	0	0,027741398
Catchment_707	0	0,027652205
Catchment_708	0	0,027546158
Catchment_709	0	0,027786306
Catchment_71	0	0,027348732
Catchment_710	0	0,026586103
Catchment_711	-0,090909091	0,027325813
Catchment_712	0	0,02768968
Catchment_713	0	0,027507125
Catchment_714	-0,25	0,027767912
Catchment_715	0	0,02763073
Catchment_716	0	0,027498461
Catchment_717	0	0,027591973
Catchment_718	0	0,027376804
Catchment_719	0	0,02779542
Catchment_72	0	0,027576124
Catchment_720	0	0,027808219
Catchment_721	0	0,027846653
Catchment_722	0	0,027360184
Catchment_723	0	0,027346831
Catchment_724	0	0,027569894
Catchment_725	0	0,027446154
Catchment_726	-0,5	0,027755102
Catchment_727	-0,333333333	0,027543589
Catchment_728	0	0,027444678
Catchment_729	0	0,02779661
Catchment_73	0	0,027573597
Catchment_730	0	0,027993041
Catchment_731	0	0,027979925
Catchment_732	0	0,027839335
Catchment_733	0	0,027969488
Catchment_734	0	0,027766092
Catchment_735	0	0,016980266
Catchment_736	-0,5	0,027688633
Catchment_737	0	0,027526639
Catchment_738	-0,166666667	0,027500051

Catchment_739	0	0,027179359
Catchment_740	0	0,026691407
Catchment_741	0	0,027856468
Catchment_742	0	0,026874685
Catchment_743	-0,25	0,027552987
Catchment_744	0	0,027791581
Catchment_745	0	0,027730951
Catchment_746	0	0,027366205
Catchment_747	0	0,027652129
Catchment_748	0	0,027970848
Catchment_749	0	0,027943432
Catchment_750	0	0,026619509
Catchment_751	0	0,027690371
Catchment_752	0	0,027807843
Catchment_753	0	0,027774667
Catchment_754	0	0,027656768
Catchment_755	0	0,025406504
Catchment_756	0	0,027308192
Catchment_757	0	0,027838908
Catchment_758	0	0,027501796
Catchment_759	0	0,027458601
Catchment_76	0	0,027638611
Catchment_760	0	0,027748915
Catchment_761	0	0,027834062
Catchment_762	0	0,027437557
Catchment_763	0	0,027831572
Catchment_764	0	0,027257846
Catchment_765	0	0,027348395
Catchment_766	0	0,027998194
Catchment_767	0	0,027821113
Catchment_768	0	0,027496325
Catchment_769	0	0,027515184
Catchment_77	0	0,027587333
Catchment_770	0	0,027734319
Catchment_771	0	0,027679657
Catchment_772	0	0,027766435
Catchment_773	0	0,027609056
Catchment_774	0	0,027377522
Catchment_775	0	0,02739726
Catchment_776	0	0,027669973
Catchment_777	0	0,027292576
Catchment_778	0	0,027234043
Catchment_779	0	0,027491409
Catchment_78	0	0,027439887
Catchment_780	0	0,027373824

Catchment_781	0	0,027505256
Catchment_782	-0,2	0,027733581
Catchment_783	0	0,027187791
Catchment_784	0	0,027250376
Catchment_785	0	0,027798306
Catchment_786	0	0,027781905
Catchment_787	0	0,027669236
Catchment_788	0	0,027536731
Catchment_789	0	0,027363184
Catchment_79	0	0,027709015
Catchment_790	0	0,027843949
Catchment_791	0	0,027553715
Catchment_792	0	0,026133501
Catchment_793	0	0,027579795
Catchment_794	0	0,027560594
Catchment_795	0	0,02739726
Catchment_796	0	0,027556042
Catchment_797	0	0,027367027
Catchment_798	0	0,028340081
Catchment_799	0	0,029126214
Catchment_8	0	0,026617473
Catchment_80	0	0,027697321
Catchment_800	0	0,027372263
Catchment_801	0	0,027675688
Catchment_802	0	0,027635192
Catchment_803	0	0,034482759
Catchment_804	0	0,028368794
Catchment_805	0	0,027839644
Catchment_806	0	0,027491409
Catchment_807	0	0,027772287
Catchment_808	-0,5	0,027502189
Catchment_809	0	0,027466609
Catchment_81	0	0,027734171
Catchment_810	0	0,027671451
Catchment_811	0	0,02775273
Catchment_812	0	0,027679919
Catchment_813	0	0,027769111
Catchment_814	0	0,027834352
Catchment_815	0	0,027357108
Catchment_816	0	0,027811366
Catchment_817	0	0,027520191
Catchment_818	0	0,028350515
Catchment_819	0	0,027754764
Catchment_82	0	0,027823241
Catchment_820	0	0,027913279

Catchment_821	0	0,027198549
Catchment_822	0	0,027863777
Catchment_823	0	0,027737752
Catchment_824	0	0,027810419
Catchment_825	0	0,027909426
Catchment_826	0	0,027743132
Catchment_827	0	0,027851459
Catchment_828	-1	0,027330835
Catchment_829	0	0,027830316
Catchment_83	0	0,027280663
Catchment_830	0	0,027499115
Catchment_831	0	0,027724543
Catchment_832	-0,25	0,027774287
Catchment_833	0	0,02758519
Catchment_834	0	0,027539342
Catchment_835	0	0,02779661
Catchment_836	0	0,027718802
Catchment_837	0	0,027528211
Catchment_838	0	0,027695479
Catchment_839	0	0,027411168
Catchment_84	0	0,027462837
Catchment_840	0	0,027369439
Catchment_841	0	0,028304921
Catchment_842	0	0,027414004
Catchment_843	0	0,027566172
Catchment_844	0	0,026840405
Catchment_845	0	0,027412044
Catchment_846	0	0,027612656
Catchment_847	0	0,027833915
Catchment_848	-0,5	-0,579173954
Catchment_849	0	0,027193146
Catchment_85	0	0,027560805
Catchment_850	0	0,027322404
Catchment_851	0	0,027476038
Catchment_852	0	0,027734216
Catchment_853	0	0,027716123
Catchment_854	0	0,027796804
Catchment_855	0	0,026706231
Catchment_856	0	0,027621141
Catchment_857	0	0,027740746
Catchment_858	-0,333333333	0,027703968
Catchment_859	-0,2	0,02751557
Catchment_86	0	0,027522018
Catchment_860	0	0,02775073
Catchment_861	0	0,027352805

Catchment_862	0	0,027207782
Catchment_863	0	0,027847624
Catchment_864	0	0,027370091
Catchment_865	0	0,027502103
Catchment_866	0	0,027509544
Catchment_867	-0,25	0,027806743
Catchment_868	0	0,028037383
Catchment_869	0	0,027539236
Catchment_87	0	0,027566175
Catchment_870	0	0,027528902
Catchment_871	0	0,027786877
Catchment_872	0	0,027565462
Catchment_873	0	0,027015506
Catchment_874	0	0,027921228
Catchment_875	0	0,02802496
Catchment_876	0	0,027700236
Catchment_877	0	0,026966418
Catchment_878	0	0,027531498
Catchment_879	0	0,027707809
Catchment_88	0	0,027640029
Catchment_880	0	0,027381888
Catchment_881	0	0,027447023
Catchment_882	0	0,027479527
Catchment_883	0	0,027844977
Catchment_884	0	0,027472679
Catchment_885	0	0,027725884
Catchment_886	0	0,027547375
Catchment_887	0	0,027757033
Catchment_888	0	0,027517661
Catchment_889	0	0,027274588
Catchment_89	0	0,027469216
Catchment_890	-0,111111111	0,02775227
Catchment_891	-0,090909091	0,027744068
Catchment_892	0	0,027602426
Catchment_893	0	0,0278267
Catchment_894	-0,166666667	0,02796772
Catchment_895	0	0,02774888
Catchment_896	0	0,027750608
Catchment_897	0	0,027661637
Catchment_898	0	0,027230848
Catchment_899	0	0,027555457
Catchment_9	0	0,025934189
Catchment_90	0	0,027803811
Catchment_900	0	0,027483947
Catchment_901	0	0,027686628

Catchment_902	0	0,0275
Catchment_903	0	0,02745545
Catchment_904	0	0,027726204
Catchment_905	0	0,027381411
Catchment_906	0	0,026554857
Catchment_907	0	0,027552746
Catchment_908	-0,2	0,027491667
Catchment_909	0	0,027737571
Catchment_91	0	0,027375458
Catchment_910	0	0,027710843
Catchment_911	0	0,027765065
Catchment_912	0	0,027814822
Catchment_913	0	0,027683863
Catchment_914	0	0,027615894
Catchment_915	0	0,027658912
Catchment_916	0	0,027607619
Catchment_917	0	0,02777011
Catchment_918	-0,5	0,027812069
Catchment_919	0	0,027754591
Catchment_92	0	0,02773812
Catchment_920	-0,333333333	0,026703416
Catchment_921	0	0,027835245
Catchment_922	0	0,027946537
Catchment_923	0	0,027687116
Catchment_924	0	0,027599803
Catchment_925	0	0,027891955
Catchment_926	0	0,02676733
Catchment_927	0	0,027625028
Catchment_928	0	0,027786524
Catchment_929	0	0,026768642
Catchment_93	0	0,027897943
Catchment_930	0	0,027475488
Catchment_931	0	0,02753119
Catchment_932	0	0,027511814
Catchment_933	0	0,027414434
Catchment_934	-0,2	0,027839228
Catchment_935	0	0,027721415
Catchment_936	0	0,027523629
Catchment_937	-0,111111111	0,027764267
Catchment_938	0	0,027583687
Catchment_939	0	0,027712855
Catchment_94	0	0,027878788
Catchment_940	-0,333333333	0,02758011
Catchment_941	-0,2	0,027529417
Catchment_942	-0,25	0,027757417

Catchment_943	0	0,02747676
Catchment_944	0	0,027477145
Catchment_945	0	0,027722472
Catchment_946	0	0,027488926
Catchment_947	0	0,027838599
Catchment_948	0	0,027434999
Catchment_949	0	0,027626995
Catchment_95	0	0,027520115
Catchment_950	-0,166666667	0,027752818
Catchment_951	0	0,02750477
Catchment_952	0	0,027861199
Catchment_953	-0,25	0,02780099
Catchment_954	0	0,028093257
Catchment_955	0	0,027558119
Catchment_956	0	0,027456754
Catchment_957	0	0,02782417
Catchment_958	0	0,027613035
Catchment_959	-0,125	0,02766454
Catchment_96	0	0,027084853
Catchment_960	0	0,027549141
Catchment_961	0	0,027711723
Catchment_962	0	0,02743025
Catchment_963	0	0,027536232
Catchment_964	0	0,027045324
Catchment_965	0	0,027729371
Catchment_966	0	0,027608364
Catchment_967	0	0,027582131
Catchment_968	0	0,02765538
Catchment_969	0	0,027564488
Catchment_97	0	0,027393818
Catchment_970	0	0,027852445
Catchment_971	0	0,027784794
Catchment_972	0	0,027637444
Catchment_973	0	0,028026958
Catchment_974	0	0,027461019
Catchment_975	0	0,027715896
Catchment_976	0	0,027486911
Catchment_977	0	0,027535567
Catchment_978	0	0,027871005
Catchment_979	0	0,027529506
Catchment_98	0	0,02759438
Catchment_980	0	0,027333389
Catchment_981	0	0,027783035
Catchment_982	-0,076923077	0,027506585
Catchment_983	0	0,027260603

Catchment_984	0	0,027443806
Catchment_985	0	0,027518043
Catchment_986	0	0,02774098
Catchment_987	0	0,027534531
Catchment_988	0	0,027576781
Catchment_989	0	0,027567158
Catchment_99	0	0,02700556
Catchment_990	0	0,028449502
Catchment_991	0	0,027932165
Catchment_992	0	0,027393461
Catchment_993	0	0,027532142
Catchment_994	0	0,027583443
Catchment_995	0	0,027654261
Catchment_996	-0,333333333	0,027386154
Catchment_997	0	0,027715947
Catchment_998	-0,25	0,027764541
Catchment_999	0	0,027515972
Total :	0	0,02704109

Bilaga 2, Framtagning av parametern C

I denna Bilaga redovisas bilaga återfinns beräkningar av parametern C. Aktuella ekvationer återfinns i kapitel 4.3.25.3 och 3.4.4.32. Beräkningarna utgår från Bernoullis ekvation som ligger till grund för metoden beskriven av Butler och Davies (2010). Metoden används för att räkna fram utflöde som funktion av tryckhöjd och även för att ta fram parametern C.

Bernoullis energiekvation:

$$\left(z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{U^2}{2 \cdot g}\right)_1 = \left(z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{U^2}{2 \cdot g}\right)_2 + h_f + h_i \quad (\text{B2.1})$$

Ekvation från Butler och Davies som har använts för att beräkna ett utflöde:

$$O = C_d A_0 \sqrt{2gH} \quad (\text{B2.2})$$

Ekvation som DHI använder i programmet Mike Urban:

$$q = C \cdot h^n \quad (\text{B2.3})$$

Ekvationerna tillämpas och skrivs om enligt vad som beskrivs i kapitel 3.5.3. Parametern C [mm/h] används i Mike Urban och beräknas enligt ekvationerna nedan.

$$q = \frac{Q}{A_{tunna}} = \frac{C_d \cdot A_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \sqrt{h}}}{A_{tunna}} \quad (\text{B2.4})$$

$$C = C_d \cdot \frac{A_0}{A_{tunna}} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \quad (\text{B2.5})$$

Enheten på g anpassas för att få C i [mm/h].

$$C \left[\frac{\sqrt{mm}}{h}\right] = C_d [-] \cdot \frac{A_0 [mm]}{A_{tunna} [mm]} \cdot \sqrt{2 [-] \cdot g [mm/h^2]} \quad (\text{B2.6})$$

$$g = 9,81 \left[\frac{m}{s^2}\right] = 9,81 \cdot \frac{1000}{\frac{1}{3600^2}} = 1,271 \cdot 10^{11} \left[\frac{mm}{h^2}\right] \quad (\text{B2.7})$$

$$A_{tunna} = 0,2 [m^2] \quad A_0 = A_{utlopp} = 3,14 \cdot 10^{-6} [m^2] \\ A_r = 1,26 \cdot 10^{-5} [m^2]$$

$$C_d = \frac{1}{1,7 - \frac{A_0}{A_r}} = 0,689 \quad (\text{B2.8})$$

$$C = 0,689 \cdot \frac{3,14 \cdot 10^{-6}}{0,2} \cdot \sqrt{2 \cdot 1,271 \cdot 10^{11}} = 5,45 \approx 5,5 \left[\frac{\sqrt{mm}}{h}\right] \quad (\text{B2.9})$$

C är avrundat då Mike Urban inte använder fler värdesiffror.

Bilaga 3, Antal tunnor och takarea per avrinningsområde

	Konstanter
Antal tunnor per litet hus	1
Antalet tunnor per stort hus	3
Delarea litet hus per tunna [m ²]	69,20
Delarea stort hus per tunna [m ²]	89,03

Catchment nummer	Antal små hus	Antal stora hus	Antalet tunnor per catchment	Takarea för varje catchment [m ²]	Medeltakarea per tunna [m ²]	Ny medeltakarea per tunna [m ²]	Nya antal tunnor per catchment
177	6	0	6	415,2	69,20		4
179	5	0	5	346,0	69,20		4
181	1	0	1	69,2	69,20		
189	3	0	3	207,6	69,20		1
196	2	0	2	138,4	69,20		1
197	1	1	4	336,3	84,08	89,03	2
199	0	2	6	534,2	89,03		2
200	5	0	5	346,0	69,20		2
201	1	0	1	69,2	69,20		
202	2	0	2	138,4	69,20		
206	3	0	3	207,6	69,20		2
207	7	4	19	1552,8	81,73	86,2	7
208	2	0	2	138,4	69,20		1
209	1	0	1	69,2	69,20		
210	1	0	1	69,2	69,20		
211	5	0	5	346	69,20		4
212	1	0	1	69,2	69,20		
214	2	0	2	138,4	69,20		
215	2	0	2	138,4	69,20		
220	2	0	2	138,4	69,20		
223	2	0	2	138,4	69,20		1
226	3	0	3	207,6	69,20		
227	3	0	3	207,6	69,20		
229	3	0	3	207,6	69,20		2
240	1	0	1	69,2	69,20		0
346	5	0	5	346,0	69,20		
348	4	0	4	276,8	69,20		

378	2	0	2	138,4	69,20		
380	1	0	1	69,2	69,20		
1200	4	0	4	276,8	69,20		
1203	5	0	5	346,0	69,20		
1204	5	0	5	346,0	69,20		
1205	2	0	2	138,4	69,20		
1207	4	0	4	276,8	69,20		
1208	2	0	2	138,4	69,20		
1211	8	0	8	553,6	69,20		5
1219	5	0	5	346,0	69,20		
1220	1	0	1	69,2	69,20		
1221	4	0	4	276,8	69,20		
1222	4	0	4	276,8	69,20		
1223	4	0	4	276,8	69,20		
1261	2	0	2	138,4	69,20		
1262	1	0	1	69,2	69,20		
1263	2	0	2	138,4	69,20		
1264	4	0	4	276,8	69,20		
1265	2	0	2	138,4	69,20		
1274	0	1	3	267,1	89,03		
1276	0	1	3	267,1	89,03		
1279	0	1	3	267,1	89,03		
1280	0	1	3	267,1	89,03		
1281	0	1	3	267,1	89,03		
1286	1	0	1	69,2	69,20		
1288	2	0	2	138,4	69,20		
1290	2	0	2	138,4	69,20		
1292	3	0	3	207,6	69,20		
1293	1	1	4	336,3	84,08		
1294	3	0	3	207,6	69,20		
1295	7	0	7	484,4	69,20		
1296	1	0	1	69,2	69,20		
1301	4	0	4	276,8	69,20		
1302	1	0	1	69,2	69,20		
1303	3	0	3	207,6	69,20		
1304	2	0	2	138,4	69,20		
1312	4	0	4	276,8	69,20		
1314	4	0	4	276,8	69,20		
1315	4	0	4	276,8	69,20		
1316	2	0	2	138,4	69,20		
1317	3	0	3	207,6	69,20		
1318	1	1	4	336,3	84,08		
1319	7	0	7	484,4	69,20		
1320	3	0	3	207,6	69,20		

1321	5	0	5	346,0	69,20		
1324	3	1	6	474,7	79,12		
1326	2	0	2	138,4	69,20		
1327	1	0	1	69,2	69,20		
1329	1	0	1	69,2	69,20		
1330	1	0	1	69,2	69,20		
1332	2	0	2	138,4	69,20		
1333	2	0	2	138,4	69,20		
1334	5	0	5	346,0	69,20		
1335	2	0	2	138,4	69,20		
1341	1	0	1	69,2	69,20		
1342	2	0	2	138,4	69,20		
1343	2	0	2	138,4	69,20		
1349	4	0	4	276,8	69,20		3
1350	3	0	3	207,6	69,20		
1353	1	1	4	336,3	84,08	89,03	1
1356	1	1	4	336,3	84,08		2
1357	3	0	3	207,6	69,20		
1358	2	0	2	138,4	69,20		
1359	0	2	6	534,2	89,03		
1362	8	0	8	553,6	69,20		7
1363	1	1	4	336,3	84,08	89,03	1
1365	3	0	3	207,6	69,20		1
1366	4	0	4	276,8	69,20		
1369	1	0	1	69,2	69,20		0
1371	2	0	2	138,4	69,20		0
1376	2	1	5	405,5	81,10	89,03	2
1378	3	0	3	207,6	69,20		1
1379	4	0	4	276,8	69,20		3
1380	0	2	6	534,2	89,03		1
1383	1	0	1	69,2	69,20		0
1384	5	1	8	613,1	76,64		
1386	2	1	5	405,5	81,10	89,03	2
1389	2	0	2	138,4	69,20		
1390	3	0	3	207,6	69,20		
1391	2	1	5	405,5	81,10	89,03	2
1392	1	0	1	69,2	69,20		
1393	1	0	1	69,2	69,20		
1394	1	0	1	69,2	69,20		
1395	4	0	4	276,8	69,20		
1407	3	0	3	207,6	69,20		0
1408	2	0	2	138,4	69,20		0
1409	2	0	2	138,4	69,20		0
1410	3	0	3	207,6	69,20		2

1412	2	0	2	138,4	69,20		0
1413	3	0	3	207,6	69,20		0
1414	3	0	3	207,6	69,20		
1416	2	0	2	138,4	69,20		1
1417	1	0	1	69,2	69,20		0
1418	0	3	9	801,3	89,03		2
1419	3	0	3	207,6	69,20		2
1421	1	0	1	69,2	69,20		
1428	3	0	3	207,6	69,20		2
1444	5	0	5	346,0	69,20		
1446	2	0	2	138,4	69,20		
1448	1	0	1	69,2	69,20		
1454	1	0	1	69,2	69,20		
1455	1	0	1	69,2	69,20		
1462	2	0	2	138,4	69,20		
1463	2	0	2	138,4	69,20		
1464	7	0	7	484,4	69,20		
1465	2	1	5	405,5	81,10		
1468	3	0	3	207,6	69,20		0
1471	1	0	1	69,2	69,20		
1472	1	0	1	69,2	69,20		
1474	2	0	2	138,4	69,20		
1479	5	0	5	346,0	69,20		
1480	1	1	4	336,3	84,08		0
1482	2	0	2	138,4	69,20		
1483	2	0	2	138,4	69,20		
1484	2	0	2	138,4	69,20		0
1485	1	0	1	69,2	69,20		0
1486	1	0	1	69,2	69,20		0
1487	3	0	3	207,6	69,20		
1489	1	1	4	336,3	84,08	89,03	1
1497	2	0	2	138,4	69,20		0

Bilaga 4, Takareor i fallstudieområdet

Total takarea	Takarea < 300 m ²	Takarea > 300 m ²	
Takarea [m ²]	Takarea [m ²]	Takarea [m ²]	Hustyp
103	54	414	Radhus
103	69	450	Radhus
103	73	457	Radhus
107	73	313	Butik/lägenheter
107	85	411	Radhus
113	85	565	Radhus
114	85	581	Radhus
115	85	587	Radhus
116	86	428	Radhus
116	87	432	Radhus
116	88	451	Radhus
117	88	528	Butik/lägenheter
118	89	589	Radhus
119	89	456	Radhus
119	90	320	-
119	90	434	Radhus
119	91	448	Radhus
120	92	457	Radhus
120	92	572	Radhus
122	92	530	Radhus
122	93	666	Radhus
125	93	832	Radhus
125	93	1240	Radhus
126	93	349	-
129	94	614	-
130	95	764	Kyrka
132	95		
133	95	13888	Total takyta
134	96	534,2	Medeltakyta
136	96	0,22	Andel i området
136	97		
142	97		
144	98		
144	98		
144	99		

151	99		
153	99		
223	99		
414	100		
450	100		
457	101		
126	101		
126	101		
126	101		
129	102		
143	102		
148	102		
148	102		
157	102		
164	103		
171	103		
195	103		
200	103		
203	103		
222	103		
247	104		
259	104		
262	104		
313	104		
411	104		
565	105		
581	105		
587	106		
428	106		
432	106		
451	106		
528	106		
589	107		
456	107		
250	107		
251	107		
252	107		
256	108		
320	108		
434	108		
448	108		
457	108		

572	108		
530	109		
666	109		
832	109		
1240	110		
125	110		
349	110		
614	110		
113	110		
54	111		
69	111		
73	111		
73	111		
85	111		
85	112		
85	113		
85	113		
86	113		
87	113		
88	113		
88	113		
89	113		
89	114		
90	114		
90	114		
91	114		
92	114		
92	114		
92	114		
93	115		
93	116		
93	116		
93	116		
94	116		
95	116		
95	117		
95	117		
96	117		
96	117		
97	118		
97	118		
98	118		

98	119		
99	119		
99	119		
99	119		
99	119		
100	119		
100	119		
101	119		
101	119		
101	119		
101	120		
102	120		
102	120		
102	120		
102	120		
102	120		
102	120		
103	120		
103	121		
103	121		
104	121		
104	122		
104	122		
104	122		
104	123		
105	123		
105	123		
106	124		
106	124		
106	124		
106	124		
106	125		
107	125		
107	125		
107	125		
108	125		
108	125		
108	125		
108	126		
108	126		
108	126		
109	126		
109	126		

109	126		
110	127		
110	127		
110	127		
110	127		
110	127		
111	127		
111	128		
111	128		
111	128		
111	128		
112	129		
113	129		
113	129		
113	129		
113	129		
113	129		
114	130		
114	130		
114	130		
114	130		
114	130		
114	130		
116	130		
116	130		
117	130		
117	131		
117	131		
118	131		
118	131		
119	131		
119	131		
119	131		
119	132		
119	132		
119	132		
120	133		
120	133		
120	133		
120	133		
120	133		
121	133		

121	133		
121	134		
122	134		
123	134		
123	134		
123	135		
124	135		
124	135		
124	135		
124	135		
125	136		
125	136		
125	136		
125	136		
126	137		
126	137		
127	137		
127	138		
127	138		
127	138		
127	138		
127	139		
128	139		
128	140		
128	140		
128	140		
129	141		
129	141		
129	141		
129	141		
130	142		
130	142		
130	142		
130	142		
130	143		
130	143		
130	143		
130	143		
131	143		
131	143		
131	143		
131	143		

131	144		
131	144		
131	144		
132	144		
132	144		
133	145		
133	145		
133	146		
133	146		
133	146		
133	146		
134	147		
134	148		
134	148		
135	148		
135	150		
135	150		
135	151		
135	151		
136	152		
136	152		
137	153		
137	153		
137	154		
138	155		
138	155		
138	155		
138	156		
139	156		
139	156		
140	157		
140	157		
140	157		
141	157		
141	159		
141	160		
141	160		
142	160		
142	160		
142	161		
143	161		
143	162		

143	164		
143	164		
143	167		
143	167		
143	167		
144	168		
144	169		
145	170		
145	170		
146	170		
146	171		
146	171		
146	171		
147	171,5		
148	171,5		
150	173		
150	174		
151	175		
152	175		
152	177		
153	177		
154	177		
155	178		
155	178		
155	179		
156	181		
156	181		
156	181		
157	188		
157	194		
157	194		
159	195		
160	195		
160	198		
160	199		
160	200		
161	201		
161	201		
162	203		
164	204		
167	204		
167	206		

167	206		
168	206		
169	212		
170	218		
170	220		
170	222		
171	223		
171	224		
171,5	226		
171,5	230		
173	231		
174	234		
175	239		
175	242		
177	245		
177	247		
177	249		
178	250		
178	251		
179	252		
181	253		
181	256		
181	259		
188	262		
194	263		
194	272		
195	276		
198	283		
199			
201	49412	Total takarea	
201	138,4	Medeltakarea	
204	0,78	Andel i området	
204			
206			
206			
206			
212			
218			
220			
224			
226			
230			

231			
234			
239			
242			
245			
249			
253			
263			
272			
276			
283			
764			
63300	Total takarea		
165,3	Medeltakarea		
1,00	Andel i området		

Bilaga 5, Antal stuprör i fallstudieområdet

Långåsliden		Drakenbergsgatan	
Takarea [m ²]	Antal stuprör	Takarea [m ²]	Antal stuprör
113	-	125	-
103	2	349	-
103	2	103	2
107	2	114	2
107	2	116	2
113	2	119	2
115	2	119	2
116	2	122	2
116	2	126	4
117	2	126	4
118	2	129	4
119	2	130	2
119	2	132	2
120	2	136	2
120	2	143	4
122	2	144	2
125	2	148	4
125	2	195	4
126	3	200	4
126	2	203	4
129	2	222	4
133	2	223	2
134	2	262	4
136	2		
142	2	2,7	Medelantal stuprör
144	2	160,3	Medeltakarea
144	2		
148	4		
151	2	Båda gatorna	
153	2	2,5	Medelantal stuprör
157	4	144,3	Medeltakarea
164	4		
171	4		
2,3	Medelantal stuprör		
128,4	Medeltakarea		

Samtliga byggnader med takarea > 300 m ²	
Takarea [m ²]	Antal stuprör
414	2
450	2
457	2
313	4
411	4
565	4
581	4
587	4
428	6
432	6
451	6
528	6
589	6
456	7
320	8
434	8
448	8
457	8
572	8
530	14
666	14
832	14
1240	14
349	-
614	-
764	-
534,2	Medeltakarea
6,9	Medelantal stuprör

Bilaga 6, Regndata och Excel-beräkningar

Beräkningsparametrar för båda regnen

Medeltakarea [m²]	138,4	Area utloppsventil, A₀ [m²]	3,14E-06
Ansluten takarea [m²]	69,2	Area utloppsrör, A_r [m²]	1,26E-05
Avrinningskoefficient [-]	0,9	C_d [-]	0,69

10-års regn

STATIONS ID	KLOCKSLAG	Tid [tim]	REGNDATA	INFLÖDE FRÅN TAKYTA, Q _{in} [m ³ /s]	ΔH [m]	VATTENHÖJD I TUNNAN, H _t [m]	UTFLÖDE GENOM UTLOPPSVEN TIL, Q _{ut} [m ³ /s]
Chalmers	15:54:00	0,00	0,1	1,04E-04	0,000	0,00	0,00E+00
Chalmers	15:55:00	0,02	0	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00
Chalmers	15:56:00	0,03	0,1	1,04E-04	0,031	0,03	1,69E-06
Chalmers	15:57:00	0,05	0	0,00E+00	-0,001	0,03	1,68E-06
Chalmers	15:58:00	0,07	0,1	1,04E-04	0,031	0,06	2,38E-06
Chalmers	15:59:00	0,08	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,36E-06
Chalmers	16:00:00	0,10	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,35E-06
Chalmers	16:01:00	0,12	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,33E-06
Chalmers	16:02:00	0,13	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,32E-06
Chalmers	16:03:00	0,15	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,31E-06
Chalmers	16:04:00	0,17	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,29E-06
Chalmers	16:05:00	0,18	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,28E-06
Chalmers	16:06:00	0,20	0,1	1,04E-04	0,030	0,09	2,83E-06
Chalmers	16:07:00	0,22	0	0,00E+00	-0,001	0,09	2,81E-06
Chalmers	16:08:00	0,23	0	0,00E+00	-0,001	0,09	2,80E-06
Chalmers	16:09:00	0,25	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,79E-06
Chalmers	16:10:00	0,27	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,77E-06
Chalmers	16:11:00	0,28	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,76E-06
Chalmers	16:12:00	0,30	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,74E-06
Chalmers	16:13:00	0,32	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,73E-06
Chalmers	16:14:00	0,33	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,72E-06
Chalmers	16:15:00	0,35	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,70E-06
Chalmers	16:16:00	0,37	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,69E-06
Chalmers	16:17:00	0,38	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,68E-06
Chalmers	16:18:00	0,40	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,66E-06
Chalmers	16:19:00	0,42	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,65E-06
Chalmers	16:20:00	0,43	0	0,00E+00	-0,001	0,08	2,63E-06
Chalmers	16:21:00	0,45	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,62E-06
Chalmers	16:22:00	0,47	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,61E-06
Chalmers	16:23:00	0,48	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,59E-06
Chalmers	16:24:00	0,50	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,58E-06
Chalmers	16:25:00	0,52	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,56E-06
Chalmers	16:26:00	0,53	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,55E-06

Chalmers	16:27:00	0,55	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,54E-06
Chalmers	16:28:00	0,57	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,52E-06
Chalmers	16:29:00	0,58	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,51E-06
Chalmers	16:30:00	0,60	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,50E-06
Chalmers	16:31:00	0,62	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,48E-06
Chalmers	16:32:00	0,63	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,47E-06
Chalmers	16:33:00	0,65	0	0,00E+00	-0,001	0,07	2,45E-06
Chalmers	16:34:00	0,67	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,44E-06
Chalmers	16:35:00	0,68	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,43E-06
Chalmers	16:36:00	0,70	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,41E-06
Chalmers	16:37:00	0,72	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,40E-06
Chalmers	16:38:00	0,73	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,38E-06
Chalmers	16:39:00	0,75	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,37E-06
Chalmers	16:40:00	0,77	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,36E-06
Chalmers	16:41:00	0,78	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,34E-06
Chalmers	16:42:00	0,80	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,33E-06
Chalmers	16:43:00	0,82	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,32E-06
Chalmers	16:44:00	0,83	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,30E-06
Chalmers	16:45:00	0,85	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,29E-06
Chalmers	16:46:00	0,87	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,27E-06
Chalmers	16:47:00	0,88	0	0,00E+00	-0,001	0,06	2,26E-06
Chalmers	16:48:00	0,90	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,25E-06
Chalmers	16:49:00	0,92	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,23E-06
Chalmers	16:50:00	0,93	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,22E-06
Chalmers	16:51:00	0,95	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,20E-06
Chalmers	16:52:00	0,97	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,19E-06
Chalmers	16:53:00	0,98	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,18E-06
Chalmers	16:54:00	1,00	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,16E-06
Chalmers	16:55:00	1,02	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,15E-06
Chalmers	16:56:00	1,03	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,14E-06
Chalmers	16:57:00	1,05	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,12E-06
Chalmers	16:58:00	1,07	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,11E-06
Chalmers	16:59:00	1,08	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,09E-06
Chalmers	17:00:00	1,10	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,08E-06
Chalmers	17:01:00	1,12	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,07E-06
Chalmers	17:02:00	1,13	0	0,00E+00	-0,001	0,05	2,05E-06
Chalmers	17:03:00	1,15	0,1	1,04E-04	0,031	0,08	2,65E-06
Chalmers	17:04:00	1,17	0,2	2,08E-04	0,061	0,14	3,56E-06
Chalmers	17:05:00	1,18	0,2	2,08E-04	0,061	0,20	4,28E-06
Chalmers	17:06:00	1,20	0,2	2,08E-04	0,061	0,26	4,89E-06
Chalmers	17:07:00	1,22	0,5	5,19E-04	0,154	0,41	6,18E-06
Chalmers	17:08:00	1,23	1,1	1,14E-03	0,341	0,75	8,34E-06
Chalmers	17:09:00	1,25	1	1,04E-03	0,309	1,06	9,90E-06
Chalmers	17:10:00	1,27	1,3	1,35E-03	0,402	1,47	1,16E-05
Chalmers	17:11:00	1,28	1	1,04E-03	0,308	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:12:00	1,30	0,9	9,34E-04	0,277	1,50	1,18E-05

Chalmers	17:13:00	1,32	1,2	1,25E-03	0,370	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:14:00	1,33	1,3	1,35E-03	0,401	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:15:00	1,35	1,4	1,45E-03	0,432	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:16:00	1,37	1,1	1,14E-03	0,339	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:17:00	1,38	1	1,04E-03	0,308	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:18:00	1,40	0,9	9,34E-04	0,277	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:19:00	1,42	1,1	1,14E-03	0,339	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:20:00	1,43	0,6	6,23E-04	0,183	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:21:00	1,45	0,4	4,15E-04	0,121	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:22:00	1,47	0,9	9,34E-04	0,277	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:23:00	1,48	0,5	5,19E-04	0,152	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:24:00	1,50	0,8	8,30E-04	0,246	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:25:00	1,52	1	1,04E-03	0,308	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:26:00	1,53	0,5	5,19E-04	0,152	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:27:00	1,55	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:28:00	1,57	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:29:00	1,58	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:30:00	1,60	0,3	3,11E-04	0,090	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:31:00	1,62	0,3	3,11E-04	0,090	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:32:00	1,63	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:33:00	1,65	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:34:00	1,67	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:35:00	1,68	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	17:36:00	1,70	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	17:37:00	1,72	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:38:00	1,73	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:39:00	1,75	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:40:00	1,77	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:41:00	1,78	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:42:00	1,80	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:43:00	1,82	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:44:00	1,83	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:45:00	1,85	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	17:46:00	1,87	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:47:00	1,88	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:48:00	1,90	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	17:49:00	1,92	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:50:00	1,93	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:51:00	1,95	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	17:52:00	1,97	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:53:00	1,98	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:54:00	2,00	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:55:00	2,02	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:56:00	2,03	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	17:57:00	2,05	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	17:58:00	2,07	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05

Chalmers	17:59:00	2,08	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:00:00	2,10	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:01:00	2,12	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:02:00	2,13	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:03:00	2,15	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:04:00	2,17	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:05:00	2,18	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:06:00	2,20	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:07:00	2,22	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:08:00	2,23	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:09:00	2,25	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:10:00	2,27	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:11:00	2,28	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:12:00	2,30	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:13:00	2,32	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Chalmers	18:14:00	2,33	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Chalmers	18:15:00	2,35	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Chalmers	18:16:00	2,37	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Chalmers	18:17:00	2,38	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Chalmers	18:18:00	2,40	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Chalmers	18:19:00	2,42	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Chalmers	18:20:00	2,43	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Chalmers	18:21:00	2,45	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Chalmers	18:22:00	2,47	0,1	1,04E-04	0,028	1,48	1,17E-05
Chalmers	18:23:00	2,48	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Chalmers	18:24:00	2,50	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Chalmers	18:25:00	2,52	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Chalmers	18:26:00	2,53	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:27:00	2,55	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:28:00	2,57	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:29:00	2,58	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:30:00	2,60	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:31:00	2,62	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:32:00	2,63	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:33:00	2,65	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:34:00	2,67	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:35:00	2,68	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:36:00	2,70	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:37:00	2,72	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
Chalmers	18:38:00	2,73	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Chalmers	18:39:00	2,75	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Chalmers	18:40:00	2,77	0,1	1,04E-04	0,028	1,50	1,18E-05
	Regn upphör	2,78				1,50	1,17E-05
		2,80				1,49	1,17E-05
		-				-	
		16,12				0	

Från tiden 2,78 till 16,12 töms tunnan tills vattenhöjden blir 0 meter. Vattenhöjd och utflöde för varje tidsintervall beräknas enligt metoden som beskrivs i kapitel 4.3.2.

2-års regn

Drakegatan	00:23:00	0,00	0,2	2,08E-04	0,000	0,00	0,00E+00
Drakegatan	00:24:00	0,02	0	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00
Drakegatan	00:25:00	0,03	0	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00
Drakegatan	00:26:00	0,05	0	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00
Drakegatan	00:27:00	0,07	0	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00
Drakegatan	00:28:00	0,08	0	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00
Drakegatan	00:29:00	0,10	0,2	2,08E-04	0,062	0,06	2,40E-06
Drakegatan	00:30:00	0,12	0,8	8,30E-04	0,248	0,31	5,35E-06
Drakegatan	00:31:00	0,13	0,6	6,23E-04	0,185	0,50	6,76E-06
Drakegatan	00:32:00	0,15	0	0,00E+00	-0,002	0,49	6,74E-06
Drakegatan	00:33:00	0,17	0,2	2,08E-04	0,060	0,55	7,14E-06
Drakegatan	00:34:00	0,18	0,6	6,23E-04	0,185	0,74	8,25E-06
Drakegatan	00:35:00	0,20	1,8	1,87E-03	0,558	1,30	1,09E-05
Drakegatan	00:36:00	0,22	2	2,08E-03	0,620	1,50	1,18E-05
Drakegatan	00:37:00	0,23	0,8	8,30E-04	0,246	1,50	1,18E-05
Drakegatan	00:38:00	0,25	0,4	4,15E-04	0,121	1,50	1,18E-05
Drakegatan	00:39:00	0,27	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	00:40:00	0,28	0,4	4,15E-04	0,121	1,50	1,18E-05
Drakegatan	00:41:00	0,30	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	00:42:00	0,32	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	00:43:00	0,33	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	00:44:00	0,35	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	00:45:00	0,37	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	00:46:00	0,38	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	00:47:00	0,40	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	00:48:00	0,42	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	00:49:00	0,43	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	00:50:00	0,45	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	00:51:00	0,47	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	00:52:00	0,48	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	00:53:00	0,50	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	00:54:00	0,52	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	00:55:00	0,53	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	00:56:00	0,55	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,15E-05
Drakegatan	00:57:00	0,57	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	00:58:00	0,58	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	00:59:00	0,60	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	01:00:00	0,62	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	01:01:00	0,63	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	01:02:00	0,65	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	01:03:00	0,67	0,2	2,08E-04	0,059	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:04:00	0,68	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	01:05:00	0,70	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05

Drakegatan	01:06:00	0,72	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	01:07:00	0,73	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:08:00	0,75	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	01:09:00	0,77	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	01:10:00	0,78	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:11:00	0,80	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:12:00	0,82	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:13:00	0,83	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	01:14:00	0,85	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	01:15:00	0,87	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:16:00	0,88	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:17:00	0,90	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	01:18:00	0,92	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	01:19:00	0,93	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	01:20:00	0,95	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	01:21:00	0,97	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	01:22:00	0,98	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	01:23:00	1,00	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	01:24:00	1,02	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	01:25:00	1,03	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	01:26:00	1,05	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	01:27:00	1,07	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	01:28:00	1,08	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,15E-05
Drakegatan	01:29:00	1,10	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	01:30:00	1,12	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	01:31:00	1,13	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	01:32:00	1,15	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	01:33:00	1,17	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	01:34:00	1,18	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	01:35:00	1,20	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	01:36:00	1,22	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	01:37:00	1,23	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	01:38:00	1,25	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	01:39:00	1,27	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	01:40:00	1,28	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	01:41:00	1,30	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	01:42:00	1,32	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	01:43:00	1,33	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,13E-05
Drakegatan	01:44:00	1,35	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	01:45:00	1,37	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	01:46:00	1,38	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	01:47:00	1,40	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	01:48:00	1,42	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	01:49:00	1,43	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	01:50:00	1,45	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	01:51:00	1,47	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	01:52:00	1,48	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05

Drakegatan	01:53:00	1,50	0	0,00E+00	-0,003	1,36	1,12E-05
Drakegatan	01:54:00	1,52	0	0,00E+00	-0,003	1,36	1,12E-05
Drakegatan	01:55:00	1,53	0	0,00E+00	-0,003	1,36	1,12E-05
Drakegatan	01:56:00	1,55	0	0,00E+00	-0,003	1,35	1,12E-05
Drakegatan	01:57:00	1,57	0	0,00E+00	-0,003	1,35	1,11E-05
Drakegatan	01:58:00	1,58	0,2	2,08E-04	0,059	1,41	1,14E-05
Drakegatan	01:59:00	1,60	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	02:00:00	1,62	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	02:01:00	1,63	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,13E-05
Drakegatan	02:02:00	1,65	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	02:03:00	1,67	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	02:04:00	1,68	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	02:05:00	1,70	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	02:06:00	1,72	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	02:07:00	1,73	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	02:08:00	1,75	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	02:09:00	1,77	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	02:10:00	1,78	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	02:11:00	1,80	0,2	2,08E-04	0,059	1,43	1,15E-05
Drakegatan	02:12:00	1,82	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	02:13:00	1,83	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	02:14:00	1,85	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	02:15:00	1,87	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	02:16:00	1,88	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	02:17:00	1,90	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	02:18:00	1,92	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	02:19:00	1,93	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,13E-05
Drakegatan	02:20:00	1,95	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,13E-05
Drakegatan	02:21:00	1,97	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	02:22:00	1,98	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	02:23:00	2,00	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	02:24:00	2,02	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	02:25:00	2,03	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	02:26:00	2,05	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,13E-05
Drakegatan	02:27:00	2,07	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	02:28:00	2,08	0,2	2,08E-04	0,059	1,43	1,15E-05
Drakegatan	02:29:00	2,10	0,6	6,23E-04	0,183	1,50	1,18E-05
Drakegatan	02:30:00	2,12	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	02:31:00	2,13	0,4	4,15E-04	0,121	1,50	1,18E-05
Drakegatan	02:32:00	2,15	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	02:33:00	2,17	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	02:34:00	2,18	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	02:35:00	2,20	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	02:36:00	2,22	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	02:37:00	2,23	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	02:38:00	2,25	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	02:39:00	2,27	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05

Drakegatan	02:40:00	2,28	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	02:41:00	2,30	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	02:42:00	2,32	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	02:43:00	2,33	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	02:44:00	2,35	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	02:45:00	2,37	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	02:46:00	2,38	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	02:47:00	2,40	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,15E-05
Drakegatan	02:48:00	2,42	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	02:49:00	2,43	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	02:50:00	2,45	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	02:51:00	2,47	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	02:52:00	2,48	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	02:53:00	2,50	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	02:54:00	2,52	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	02:55:00	2,53	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	02:56:00	2,55	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	02:57:00	2,57	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	02:58:00	2,58	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	02:59:00	2,60	0	0,00E+00	-0,003	1,41	1,14E-05
Drakegatan	03:00:00	2,62	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	03:01:00	2,63	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,14E-05
Drakegatan	03:02:00	2,65	0	0,00E+00	-0,003	1,40	1,13E-05
Drakegatan	03:03:00	2,67	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	03:04:00	2,68	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	03:05:00	2,70	0	0,00E+00	-0,003	1,39	1,13E-05
Drakegatan	03:06:00	2,72	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	03:07:00	2,73	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	03:08:00	2,75	0	0,00E+00	-0,003	1,38	1,13E-05
Drakegatan	03:09:00	2,77	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	03:10:00	2,78	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	03:11:00	2,80	0	0,00E+00	-0,003	1,37	1,12E-05
Drakegatan	03:12:00	2,82	0	0,00E+00	-0,003	1,36	1,12E-05
Drakegatan	03:13:00	2,83	0	0,00E+00	-0,003	1,36	1,12E-05
Drakegatan	03:14:00	2,85	0	0,00E+00	-0,003	1,36	1,12E-05
Drakegatan	03:15:00	2,87	0	0,00E+00	-0,003	1,35	1,12E-05
Drakegatan	03:16:00	2,88	0	0,00E+00	-0,003	1,35	1,11E-05
Drakegatan	03:17:00	2,90	0	0,00E+00	-0,003	1,35	1,11E-05
Drakegatan	03:18:00	2,92	0	0,00E+00	-0,003	1,34	1,11E-05
Drakegatan	03:19:00	2,93	0	0,00E+00	-0,003	1,34	1,11E-05
Drakegatan	03:20:00	2,95	0	0,00E+00	-0,003	1,34	1,11E-05
Drakegatan	03:21:00	2,97	0	0,00E+00	-0,003	1,33	1,11E-05
Drakegatan	03:22:00	2,98	0	0,00E+00	-0,003	1,33	1,11E-05
Drakegatan	03:23:00	3,00	0	0,00E+00	-0,003	1,33	1,10E-05
Drakegatan	03:24:00	3,02	0	0,00E+00	-0,003	1,32	1,10E-05
Drakegatan	03:25:00	3,03	0	0,00E+00	-0,003	1,32	1,10E-05
Drakegatan	03:26:00	3,05	0	0,00E+00	-0,003	1,32	1,10E-05

Drakegatan	03:27:00	3,07	0	0,00E+00	-0,003	1,31	1,10E-05
Drakegatan	03:28:00	3,08	0	0,00E+00	-0,003	1,31	1,10E-05
Drakegatan	03:29:00	3,10	0	0,00E+00	-0,003	1,31	1,10E-05
Drakegatan	03:30:00	3,12	0	0,00E+00	-0,003	1,30	1,10E-05
Drakegatan	03:31:00	3,13	0	0,00E+00	-0,003	1,30	1,09E-05
Drakegatan	03:32:00	3,15	0	0,00E+00	-0,003	1,30	1,09E-05
Drakegatan	03:33:00	3,17	0	0,00E+00	-0,003	1,29	1,09E-05
Drakegatan	03:34:00	3,18	0	0,00E+00	-0,003	1,29	1,09E-05
Drakegatan	03:35:00	3,20	0	0,00E+00	-0,003	1,29	1,09E-05
Drakegatan	03:36:00	3,22	0	0,00E+00	-0,003	1,28	1,09E-05
Drakegatan	03:37:00	3,23	0	0,00E+00	-0,003	1,28	1,09E-05
Drakegatan	03:38:00	3,25	0	0,00E+00	-0,003	1,28	1,08E-05
Drakegatan	03:39:00	3,27	0	0,00E+00	-0,003	1,27	1,08E-05
Drakegatan	03:40:00	3,28	0	0,00E+00	-0,003	1,27	1,08E-05
Drakegatan	03:41:00	3,30	0	0,00E+00	-0,003	1,27	1,08E-05
Drakegatan	03:42:00	3,32	0	0,00E+00	-0,003	1,26	1,08E-05
Drakegatan	03:43:00	3,33	0	0,00E+00	-0,003	1,26	1,08E-05
Drakegatan	03:44:00	3,35	0	0,00E+00	-0,003	1,26	1,08E-05
Drakegatan	03:45:00	3,37	0	0,00E+00	-0,003	1,25	1,07E-05
Drakegatan	03:46:00	3,38	0	0,00E+00	-0,003	1,25	1,07E-05
Drakegatan	03:47:00	3,40	0	0,00E+00	-0,003	1,25	1,07E-05
Drakegatan	03:48:00	3,42	0	0,00E+00	-0,003	1,24	1,07E-05
Drakegatan	03:49:00	3,43	0	0,00E+00	-0,003	1,24	1,07E-05
Drakegatan	03:50:00	3,45	0	0,00E+00	-0,003	1,24	1,07E-05
Drakegatan	03:51:00	3,47	0	0,00E+00	-0,003	1,23	1,07E-05
Drakegatan	03:52:00	3,48	0	0,00E+00	-0,003	1,23	1,06E-05
Drakegatan	03:53:00	3,50	0	0,00E+00	-0,003	1,23	1,06E-05
Drakegatan	03:54:00	3,52	0	0,00E+00	-0,003	1,22	1,06E-05
Drakegatan	03:55:00	3,53	0	0,00E+00	-0,003	1,22	1,06E-05
Drakegatan	03:56:00	3,55	0	0,00E+00	-0,003	1,22	1,06E-05
Drakegatan	03:57:00	3,57	0	0,00E+00	-0,003	1,22	1,06E-05
Drakegatan	03:58:00	3,58	0	0,00E+00	-0,003	1,21	1,06E-05
Drakegatan	03:59:00	3,60	0	0,00E+00	-0,003	1,21	1,06E-05
Drakegatan	04:00:00	3,62	0	0,00E+00	-0,003	1,21	1,05E-05
Drakegatan	04:01:00	3,63	0	0,00E+00	-0,003	1,20	1,05E-05
Drakegatan	04:02:00	3,65	0	0,00E+00	-0,003	1,20	1,05E-05
Drakegatan	04:03:00	3,67	0	0,00E+00	-0,003	1,20	1,05E-05
Drakegatan	04:04:00	3,68	0	0,00E+00	-0,003	1,19	1,05E-05
Drakegatan	04:05:00	3,70	0	0,00E+00	-0,003	1,19	1,05E-05
Drakegatan	04:06:00	3,72	0	0,00E+00	-0,003	1,19	1,05E-05
Drakegatan	04:07:00	3,73	0	0,00E+00	-0,003	1,18	1,04E-05
Drakegatan	04:08:00	3,75	0	0,00E+00	-0,003	1,18	1,04E-05
Drakegatan	04:09:00	3,77	0	0,00E+00	-0,003	1,18	1,04E-05
Drakegatan	04:10:00	3,78	0	0,00E+00	-0,003	1,17	1,04E-05
Drakegatan	04:11:00	3,80	0	0,00E+00	-0,003	1,17	1,04E-05
Drakegatan	04:12:00	3,82	0	0,00E+00	-0,003	1,17	1,04E-05
Drakegatan	04:13:00	3,83	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,04E-05

Drakegatan	04:14:00	3,85	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,03E-05
Drakegatan	04:15:00	3,87	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,03E-05
Drakegatan	04:16:00	3,88	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,03E-05
Drakegatan	04:17:00	3,90	0	0,00E+00	-0,003	1,15	1,03E-05
Drakegatan	04:18:00	3,92	0	0,00E+00	-0,003	1,15	1,03E-05
Drakegatan	04:19:00	3,93	0	0,00E+00	-0,003	1,15	1,03E-05
Drakegatan	04:20:00	3,95	0	0,00E+00	-0,003	1,14	1,03E-05
Drakegatan	04:21:00	3,97	0	0,00E+00	-0,003	1,14	1,02E-05
Drakegatan	04:22:00	3,98	0	0,00E+00	-0,003	1,14	1,02E-05
Drakegatan	04:23:00	4,00	0	0,00E+00	-0,003	1,13	1,02E-05
Drakegatan	04:24:00	4,02	0,2	2,08E-04	0,059	1,19	1,05E-05
Drakegatan	04:25:00	4,03	0	0,00E+00	-0,003	1,19	1,05E-05
Drakegatan	04:26:00	4,05	0	0,00E+00	-0,003	1,19	1,05E-05
Drakegatan	04:27:00	4,07	0	0,00E+00	-0,003	1,18	1,04E-05
Drakegatan	04:28:00	4,08	0	0,00E+00	-0,003	1,18	1,04E-05
Drakegatan	04:29:00	4,10	0	0,00E+00	-0,003	1,18	1,04E-05
Drakegatan	04:30:00	4,12	0	0,00E+00	-0,003	1,17	1,04E-05
Drakegatan	04:31:00	4,13	0	0,00E+00	-0,003	1,17	1,04E-05
Drakegatan	04:32:00	4,15	0	0,00E+00	-0,003	1,17	1,04E-05
Drakegatan	04:33:00	4,17	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,04E-05
Drakegatan	04:34:00	4,18	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,03E-05
Drakegatan	04:35:00	4,20	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,03E-05
Drakegatan	04:36:00	4,22	0	0,00E+00	-0,003	1,16	1,03E-05
Drakegatan	04:37:00	4,23	0	0,00E+00	-0,003	1,15	1,03E-05
Drakegatan	04:38:00	4,25	0	0,00E+00	-0,003	1,15	1,03E-05
Drakegatan	04:39:00	4,27	0	0,00E+00	-0,003	1,15	1,03E-05
Drakegatan	04:40:00	4,28	0	0,00E+00	-0,003	1,14	1,03E-05
Drakegatan	04:41:00	4,30	0	0,00E+00	-0,003	1,14	1,02E-05
Drakegatan	04:42:00	4,32	0	0,00E+00	-0,003	1,14	1,02E-05
Drakegatan	04:43:00	4,33	0	0,00E+00	-0,003	1,13	1,02E-05
Drakegatan	04:44:00	4,35	0	0,00E+00	-0,003	1,13	1,02E-05
Drakegatan	04:45:00	4,37	0	0,00E+00	-0,003	1,13	1,02E-05
Drakegatan	04:46:00	4,38	0	0,00E+00	-0,003	1,12	1,02E-05
Drakegatan	04:47:00	4,40	0	0,00E+00	-0,003	1,12	1,02E-05
Drakegatan	04:48:00	4,42	0	0,00E+00	-0,003	1,12	1,02E-05
Drakegatan	04:49:00	4,43	0	0,00E+00	-0,003	1,12	1,01E-05
Drakegatan	04:50:00	4,45	0	0,00E+00	-0,003	1,11	1,01E-05
Drakegatan	04:51:00	4,47	0	0,00E+00	-0,003	1,11	1,01E-05
Drakegatan	04:52:00	4,48	0	0,00E+00	-0,003	1,11	1,01E-05
Drakegatan	04:53:00	4,50	0	0,00E+00	-0,003	1,10	1,01E-05
Drakegatan	04:54:00	4,52	0	0,00E+00	-0,003	1,10	1,01E-05
Drakegatan	04:55:00	4,53	0	0,00E+00	-0,003	1,10	1,01E-05
Drakegatan	04:56:00	4,55	0	0,00E+00	-0,003	1,09	1,00E-05
Drakegatan	04:57:00	4,57	0	0,00E+00	-0,003	1,09	1,00E-05
Drakegatan	04:58:00	4,58	0	0,00E+00	-0,003	1,09	1,00E-05
Drakegatan	04:59:00	4,60	0	0,00E+00	-0,003	1,09	1,00E-05
Drakegatan	05:00:00	4,62	0	0,00E+00	-0,003	1,08	9,99E-06

Drakegatan	05:01:00	4,63	0	0,00E+00	-0,003	1,08	9,97E-06
Drakegatan	05:02:00	4,65	0	0,00E+00	-0,003	1,08	9,96E-06
Drakegatan	05:03:00	4,67	0	0,00E+00	-0,003	1,07	9,94E-06
Drakegatan	05:04:00	4,68	0	0,00E+00	-0,003	1,07	9,93E-06
Drakegatan	05:05:00	4,70	0	0,00E+00	-0,003	1,07	9,92E-06
Drakegatan	05:06:00	4,72	0	0,00E+00	-0,003	1,06	9,90E-06
Drakegatan	05:07:00	4,73	0	0,00E+00	-0,003	1,06	9,89E-06
Drakegatan	05:08:00	4,75	0	0,00E+00	-0,003	1,06	9,87E-06
Drakegatan	05:09:00	4,77	0	0,00E+00	-0,003	1,06	9,86E-06
Drakegatan	05:10:00	4,78	0	0,00E+00	-0,003	1,05	9,85E-06
Drakegatan	05:11:00	4,80	0	0,00E+00	-0,003	1,05	9,83E-06
Drakegatan	05:12:00	4,82	0	0,00E+00	-0,003	1,05	9,82E-06
Drakegatan	05:13:00	4,83	0	0,00E+00	-0,003	1,04	9,81E-06
Drakegatan	05:14:00	4,85	0	0,00E+00	-0,003	1,04	9,79E-06
Drakegatan	05:15:00	4,87	0	0,00E+00	-0,003	1,04	9,78E-06
Drakegatan	05:16:00	4,88	0	0,00E+00	-0,003	1,04	9,76E-06
Drakegatan	05:17:00	4,90	0	0,00E+00	-0,003	1,03	9,75E-06
Drakegatan	05:18:00	4,92	0	0,00E+00	-0,003	1,03	9,74E-06
Drakegatan	05:19:00	4,93	0	0,00E+00	-0,003	1,03	9,72E-06
Drakegatan	05:20:00	4,95	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,71E-06
Drakegatan	05:21:00	4,97	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,69E-06
Drakegatan	05:22:00	4,98	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,68E-06
Drakegatan	05:23:00	5,00	0	0,00E+00	-0,003	1,01	9,67E-06
Drakegatan	05:24:00	5,02	0	0,00E+00	-0,003	1,01	9,65E-06
Drakegatan	05:25:00	5,03	0	0,00E+00	-0,003	1,01	9,64E-06
Drakegatan	05:26:00	5,05	0	0,00E+00	-0,003	1,01	9,63E-06
Drakegatan	05:27:00	5,07	0	0,00E+00	-0,003	1,00	9,61E-06
Drakegatan	05:28:00	5,08	0	0,00E+00	-0,003	1,00	9,60E-06
Drakegatan	05:29:00	5,10	0	0,00E+00	-0,003	1,00	9,58E-06
Drakegatan	05:30:00	5,12	0	0,00E+00	-0,003	0,99	9,57E-06
Drakegatan	05:31:00	5,13	0	0,00E+00	-0,003	0,99	9,56E-06
Drakegatan	05:32:00	5,15	0	0,00E+00	-0,003	0,99	9,54E-06
Drakegatan	05:33:00	5,17	0	0,00E+00	-0,003	0,99	9,53E-06
Drakegatan	05:34:00	5,18	0	0,00E+00	-0,003	0,98	9,52E-06
Drakegatan	05:35:00	5,20	0	0,00E+00	-0,003	0,98	9,50E-06
Drakegatan	05:36:00	5,22	0	0,00E+00	-0,003	0,98	9,49E-06
Drakegatan	05:37:00	5,23	0	0,00E+00	-0,003	0,97	9,47E-06
Drakegatan	05:38:00	5,25	0	0,00E+00	-0,003	0,97	9,46E-06
Drakegatan	05:39:00	5,27	0	0,00E+00	-0,003	0,97	9,45E-06
Drakegatan	05:40:00	5,28	0	0,00E+00	-0,003	0,97	9,43E-06
Drakegatan	05:41:00	5,30	0	0,00E+00	-0,003	0,96	9,42E-06
Drakegatan	05:42:00	5,32	0	0,00E+00	-0,003	0,96	9,40E-06
Drakegatan	05:43:00	5,33	0	0,00E+00	-0,003	0,96	9,39E-06
Drakegatan	05:44:00	5,35	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,38E-06
Drakegatan	05:45:00	5,37	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,36E-06
Drakegatan	05:46:00	5,38	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,35E-06
Drakegatan	05:47:00	5,40	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,34E-06

Drakegatan	05:48:00	5,42	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,32E-06
Drakegatan	05:49:00	5,43	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,31E-06
Drakegatan	05:50:00	5,45	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,29E-06
Drakegatan	05:51:00	5,47	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,28E-06
Drakegatan	05:52:00	5,48	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,27E-06
Drakegatan	05:53:00	5,50	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,25E-06
Drakegatan	05:54:00	5,52	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,24E-06
Drakegatan	05:55:00	5,53	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,22E-06
Drakegatan	05:56:00	5,55	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,21E-06
Drakegatan	05:57:00	5,57	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,20E-06
Drakegatan	05:58:00	5,58	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,18E-06
Drakegatan	05:59:00	5,60	0	0,00E+00	-0,003	0,91	9,17E-06
Drakegatan	06:00:00	5,62	0	0,00E+00	-0,003	0,91	9,16E-06
Drakegatan	06:01:00	5,63	0	0,00E+00	-0,003	0,91	9,14E-06
Drakegatan	06:02:00	5,65	0	0,00E+00	-0,003	0,90	9,13E-06
Drakegatan	06:03:00	5,67	0	0,00E+00	-0,003	0,90	9,11E-06
Drakegatan	06:04:00	5,68	0	0,00E+00	-0,003	0,90	9,10E-06
Drakegatan	06:05:00	5,70	0,2	2,08E-04	0,060	0,96	9,40E-06
Drakegatan	06:06:00	5,72	0	0,00E+00	-0,003	0,96	9,38E-06
Drakegatan	06:07:00	5,73	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,37E-06
Drakegatan	06:08:00	5,75	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,36E-06
Drakegatan	06:09:00	5,77	0	0,00E+00	-0,003	0,95	9,34E-06
Drakegatan	06:10:00	5,78	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,33E-06
Drakegatan	06:11:00	5,80	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,31E-06
Drakegatan	06:12:00	5,82	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,30E-06
Drakegatan	06:13:00	5,83	0	0,00E+00	-0,003	0,94	9,29E-06
Drakegatan	06:14:00	5,85	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,27E-06
Drakegatan	06:15:00	5,87	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,26E-06
Drakegatan	06:16:00	5,88	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,24E-06
Drakegatan	06:17:00	5,90	0	0,00E+00	-0,003	0,93	9,23E-06
Drakegatan	06:18:00	5,92	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,22E-06
Drakegatan	06:19:00	5,93	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,20E-06
Drakegatan	06:20:00	5,95	0	0,00E+00	-0,003	0,92	9,19E-06
Drakegatan	06:21:00	5,97	0,2	2,08E-04	0,060	0,98	9,48E-06
Drakegatan	06:22:00	5,98	0	0,00E+00	-0,003	0,97	9,47E-06
Drakegatan	06:23:00	6,00	0,2	2,08E-04	0,059	1,03	9,75E-06
Drakegatan	06:24:00	6,02	0	0,00E+00	-0,003	1,03	9,74E-06
Drakegatan	06:25:00	6,03	0	0,00E+00	-0,003	1,03	9,73E-06
Drakegatan	06:26:00	6,05	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,71E-06
Drakegatan	06:27:00	6,07	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,70E-06
Drakegatan	06:28:00	6,08	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,68E-06
Drakegatan	06:29:00	6,10	0	0,00E+00	-0,003	1,02	9,67E-06
Drakegatan	06:30:00	6,12	0,2	2,08E-04	0,059	1,07	9,95E-06
Drakegatan	06:31:00	6,13	0	0,00E+00	-0,003	1,07	9,94E-06
Drakegatan	06:32:00	6,15	0	0,00E+00	-0,003	1,07	9,92E-06
Drakegatan	06:33:00	6,17	0	0,00E+00	-0,003	1,07	9,91E-06
Drakegatan	06:34:00	6,18	0,6	6,23E-04	0,184	1,25	1,07E-05

Drakegatan	06:35:00	6,20	0,6	6,23E-04	0,184	1,43	1,15E-05
Drakegatan	06:36:00	6,22	0,4	4,15E-04	0,121	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:37:00	6,23	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:38:00	6,25	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	06:39:00	6,27	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:40:00	6,28	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:41:00	6,30	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	06:42:00	6,32	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:43:00	6,33	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:44:00	6,35	0,2	2,08E-04	0,059	1,50	1,18E-05
Drakegatan	06:45:00	6,37	0	0,00E+00	-0,004	1,50	1,17E-05
Drakegatan	06:46:00	6,38	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	06:47:00	6,40	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	06:48:00	6,42	0	0,00E+00	-0,004	1,49	1,17E-05
Drakegatan	06:49:00	6,43	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	06:50:00	6,45	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	06:51:00	6,47	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	06:52:00	6,48	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	06:53:00	6,50	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	06:54:00	6,52	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	06:55:00	6,53	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	06:56:00	6,55	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	06:57:00	6,57	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	06:58:00	6,58	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	06:59:00	6,60	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,15E-05
Drakegatan	07:00:00	6,62	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	07:01:00	6,63	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	07:02:00	6,65	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	07:03:00	6,67	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	07:04:00	6,68	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	07:05:00	6,70	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	07:06:00	6,72	0	0,00E+00	-0,003	1,42	1,14E-05
Drakegatan	07:07:00	6,73	0,2	2,08E-04	0,059	1,48	1,17E-05
Drakegatan	07:08:00	6,75	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	07:09:00	6,77	0	0,00E+00	-0,004	1,48	1,17E-05
Drakegatan	07:10:00	6,78	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	07:11:00	6,80	0	0,00E+00	-0,003	1,47	1,16E-05
Drakegatan	07:12:00	6,82	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	07:13:00	6,83	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	07:14:00	6,85	0	0,00E+00	-0,003	1,46	1,16E-05
Drakegatan	07:15:00	6,87	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	07:16:00	6,88	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,16E-05
Drakegatan	07:17:00	6,90	0	0,00E+00	-0,003	1,45	1,15E-05
Drakegatan	07:18:00	6,92	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	07:19:00	6,93	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	07:20:00	6,95	0	0,00E+00	-0,003	1,44	1,15E-05
Drakegatan	07:21:00	6,97	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05

Drakegatan	07:22:00	6,98	0	0,00E+00	-0,003	1,43	1,15E-05
Drakegatan	07:23:00	7,00	0,2	2,08E-04	0,059	1,49	1,17E-05
	Regn upphör	7,02				1,49	1,17E-05
		7,03				1,48	1,17E-05
		-				-	
		20,36				0	

Från tiden 7,02 till 20,36 töms tunnan tills vattenhöjden blir 0 meter. Vattenhöjd och utflöde för varje tidsintervall beräknas enligt metoden som beskrivs i kapitel 4.3.2.

Bilaga 7, Beräkningar för totalt avloppsflöde och bräddningar

Skillnad i flöde till Ryaverket

Ledning	Totaltflöde utan tunnor	Totaltflöde med tunnor	$\Delta Q [m^3/s]$
Link_17	171234,05	171078,22	155,83
AS28722	959130,17	959629,17	-499
Totalt	1130364,22	1130707,39	-343,17
Flödesökning [%]	0,30	Ökning i flöde till Ryaverket [m^3]	343,17

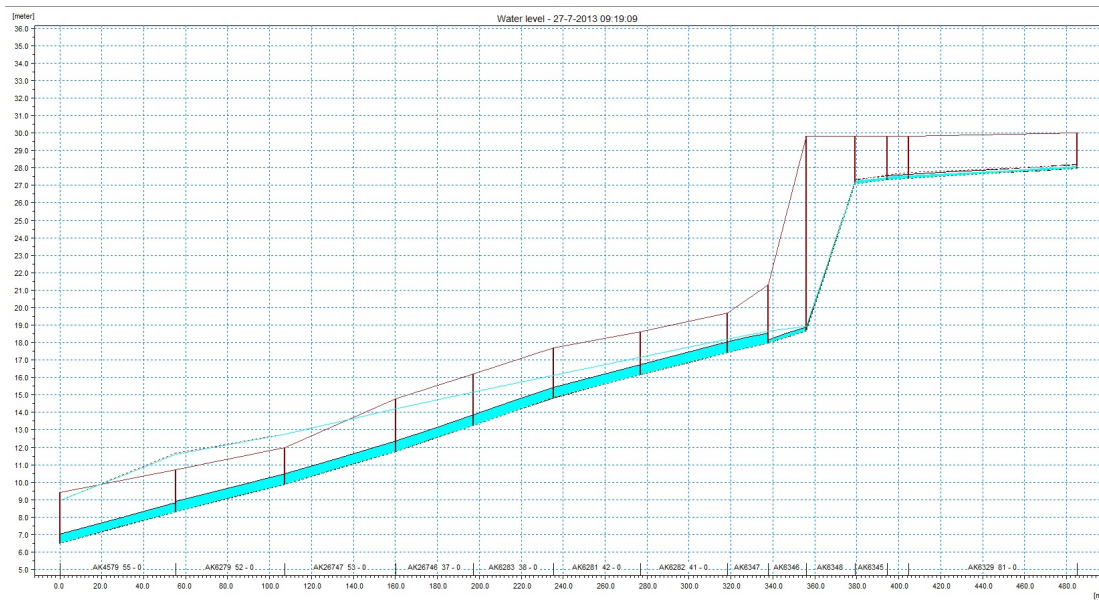
Skillnad i bräddning hela modellen

Bräddpunkt	Volym bräddatvatten utan tunnor	Volym bräddatvatten med tunnor	$\Delta V [m^3]$
BB5581_StSigfridsplan	72879,52	72920,49	40,97
BB_5596_Orangerigatan	12887,44	13239,85	352,41
BB5592_StSigfr_Lab	3080,1	2991,09	-89,01
BB6430_Kalleb_motet_1	6506,08	6483,57	-22,51
BB6429_Kalleb_motet_2	481327,34	481389,76	62,42
BB6428_Kalleb_motet_3	6982,11	6662,81	-319,3
BB6427_Omvägen	236,4	238,51	2,11
BB5582_Bäckeliden	2521,34	2417,67	-103,67
BB6527_Bögatan	1171,13	1016,17	-154,96
BB5556_Danska_vägen	21,33	11,44	-9,89
BB6525_Welandergatan	15041,69	15006,76	-34,93
BB5552_Sankt_Pauli_trappor	10527,39	10343,12	-184,27
BB6526_Pärlstickarevägen	3846,77	3716,5	-130,27
BB6606_Torkelsgatan	2436,04	2424,3	-11,74
BB6611_Räntmästaregatan	1048,08	1039,49	-8,59
BB6608_Nobelgatan	2119,07	2053,6	-65,47
BB6610_Nobelplatsen	91,8	72,39	-19,41
BB5677_Mäster_Johansgatan	168,02	162,65	-5,37
Totalt	622891,65	622190,17	-701,48
Minskad bräddning [%]	1,13	Total minskad volym [m^3]	701,48

Bilaga 8, Översvämningar

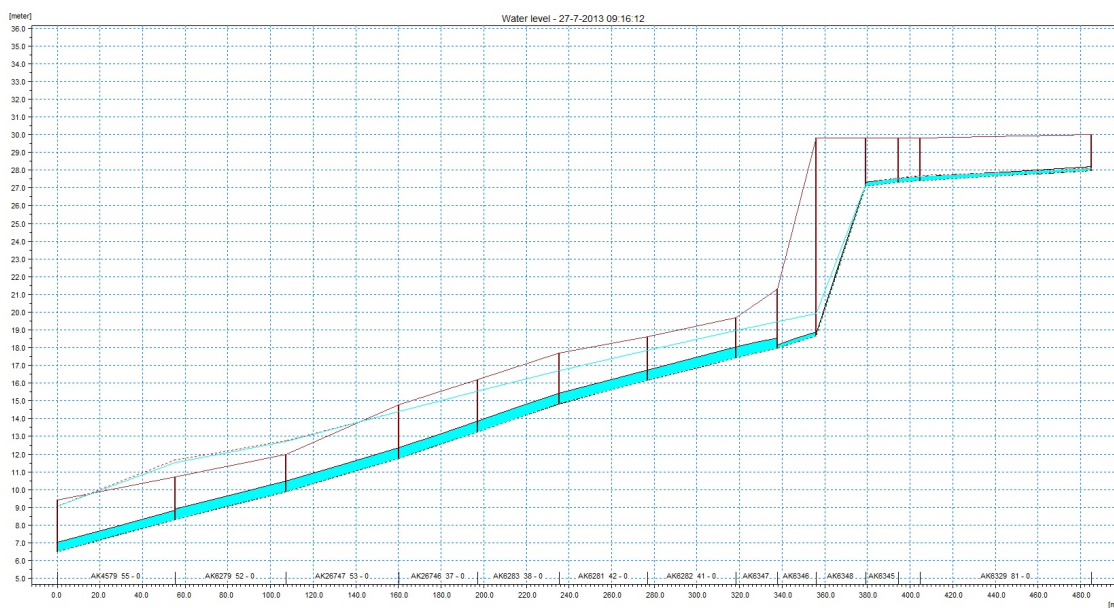
Översvämning redovisas här i två delar av ledningsnätet inom fallstudieområdet under årets största regn den 27 juli 2013.

Översvämning i ledning 1 utan regnvattentunnor



Figur K: Visualisering av en översvämning i en del av ledningssystemet inom fallstudieområdet. Då den turkosblå trycklinjen går över den röda horisontella linjen sker översvämning. Utan tunnor ligger trycklinjen marginellt lägre än med tunnor som visas i bilden nedan.

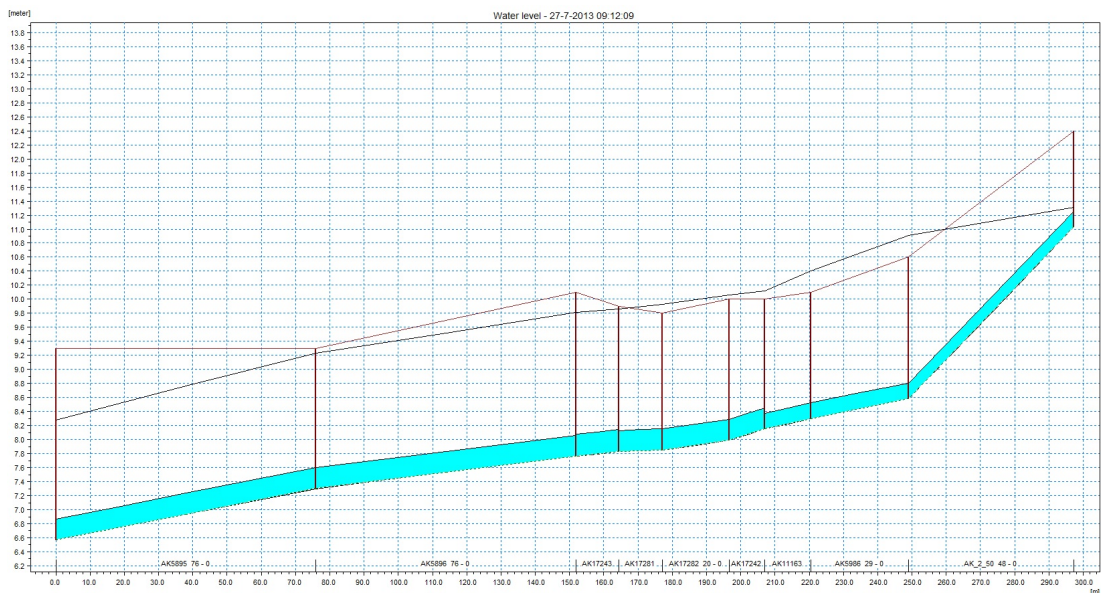
Översvämning i ledning 1 med regnvattentunnor



Figur K: Visualisering av en översvämning i en del av ledningssystemet inom fallstudieområdet. Då den turkosblå trycklinjen går över den röda horisontella linjen sker

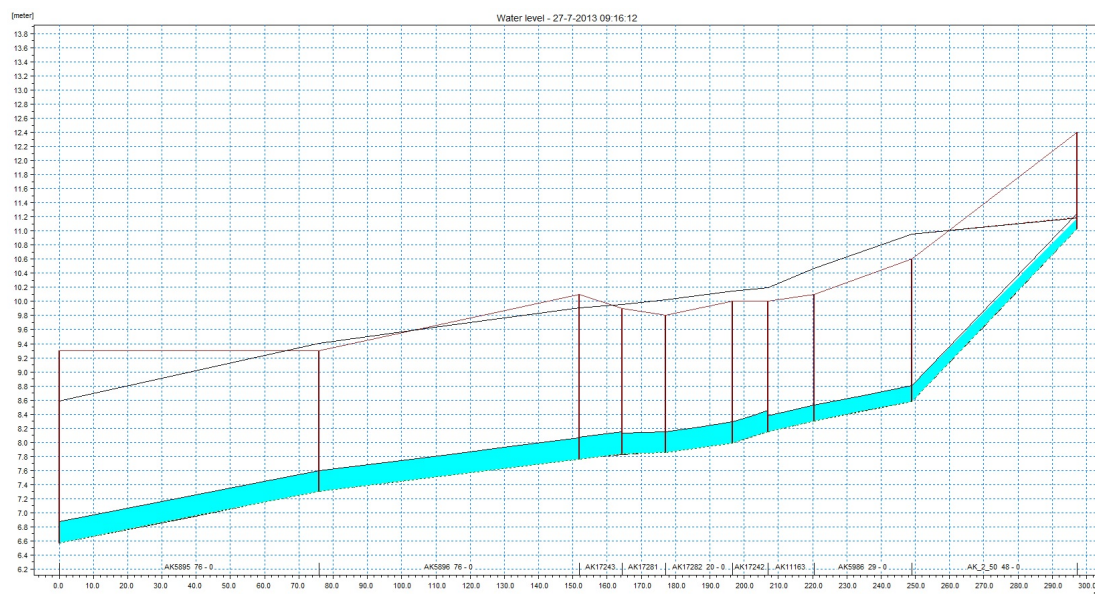
översvämning. Med tunnor ligger trycklinjen marginellt högre än utan tunnor som visas i bilden ovan.

Översvämning i ledning 2 utan regnvattentunnor



Figur K: Visualisering av en översvämning i en del av ledningssystemet inom fallstudieområdet. Då den svarta trycklinjen går över den röda horisontella linjen sker översvämning. Utan tunnor ligger trycklinjen något lägre än med tunnor som visas i bilden nedan.

Översvämning i ledning 2 med regnvattentunnor



Figur K: Visualisering av en översvämning i en del av ledningssystemet inom fallstudieområdet. Då den svarta trycklinjen går över den röda horisontella linjen sker översvämning. Med tunnor ligger trycklinjen något högre än utan tunnor som visas i bilden ovan.

Bilaga 9, V_d baserad på Excel

Drakegatan mätstation, 2013

Regnstart	Tot volym [mm]	Varaktighet [tim]	Max återkomsttid [år]	Intensitet [m/s]	Flöde från takyta [m ³ /s]	Volym [l]	300/Volym vatten [%]	Antagen effektivitet [%]	Fördröjt vatten [l]
2013-06-01 16:03	31,8	1,77	18,22	4,99E-06	3,11E-04	1980,50	15%	15%	297,08
2013-07-27 08:46	29,4	2,92	15,6	2,80E-06	1,74E-04	1831,03	16%	16%	292,97
2013-05-21 18:21	19,2	4,84	6,9	1,10E-06	6,86E-05	1195,78	25%	50%	597,89
2013-08-11 00:17	15,2	7,1	1,55	5,95E-07	3,70E-05	946,66	32%	60%	567,99
2013-12-08 11:56	17,2	3,27	0,96	1,46E-06	9,10E-05	1071,22	28%	28%	299,94
2013-06-12 23:05	26	13,4	0,95	5,39E-07	3,36E-05	1619,28	19%	60%	971,57
2013-06-19 16:34	8,8	1,15	0,59	2,13E-06	1,32E-04	548,06	55%	55%	301,44
2013-05-08 10:43	16,8	7,08	0,31	6,59E-07	4,11E-05	1046,30	29%	55%	575,47
2013-06-15 20:09	10,2	1,92	0,27	1,48E-06	9,19E-05	635,26	47%	45%	285,87
2013-06-29 19:29	10,2	4,43	0,24	6,40E-07	3,98E-05	635,26	47%	60%	381,15
2013-12-23 21:03	17,6	13,65	0,13	3,58E-07	2,23E-05	1096,13	27%	65%	712,48
2013-11-12 00:18	17	12,6	0,11	3,75E-07	2,33E-05	1058,76	28%	65%	688,19
2013-07-31 00:18	3,2	1,97	0,1	4,51E-07	2,81E-05	199,30	151%	100%	199,30
2013-06-16 14:08	8,4	5,32	0,1	4,39E-07	2,73E-05	523,15	57%	65%	340,05
2013-12-14 11:08	3,4	4,97	0	1,90E-07	1,18E-05	211,75	142%	100%	211,75
2013-12-15 05:34	3,6	6,88	0	1,45E-07	9,05E-06	224,21	134%	100%	224,21
2013-12-19 10:49	5,8	5,22	0	3,09E-07	1,92E-05	361,22	83%	100%	361,22
2013-12-21 04:58	5,2	8,72	0	1,66E-07	1,03E-05	323,86	93%	93%	301,19
2013-12-13 21:31	4,2	10,57	0	1,10E-07	6,87E-06	261,58	115%	100%	261,58
2013-12-22 01:13	5	2,57	0	5,40E-07	3,37E-05	311,40	96%	100%	311,40
2013-12-05 18:19	3	2,63	0	3,17E-07	1,97E-05	186,84	161%	100%	186,84
2013-12-05 12:53	2,6	2,5	0	2,89E-07	1,80E-05	161,93	185%	100%	161,93
2013-12-04 01:25	6	5,98	0	2,79E-07	1,74E-05	373,68	80%	80%	298,94
2013-11-19 03:20	2,6	5,93	0	1,22E-07	7,59E-06	161,93	185%	100%	161,93
2013-06-23 01:30	3,2	2,25	0	3,95E-07	2,46E-05	199,30	151%	100%	199,30
2013-04-25 21:34	4,6	6,07	0	2,11E-07	1,31E-05	286,49	105%	100%	286,49

2013-04-29 10:50	2,6	2,15	0	3,36E-07	2,09E-05	161,93	185%	100%	161,93
2013-05-09 20:33	2,2	0,3	0	2,04E-06	1,27E-04	137,02	219%	100%	137,02
2013-05-13 14:55	8,4	7,6	0	3,07E-07	1,91E-05	523,15	57%	65%	340,05
2013-05-19 18:20	12,2	7,38	0	4,59E-07	2,86E-05	759,82	39%	62%	471,09
2013-07-03 20:14	4,6	5,68	0	2,25E-07	1,40E-05	286,49	105%	100%	286,49
2013-06-22 01:57	2,8	5,42	0	1,44E-07	8,94E-06	174,38	172%	100%	174,38
2013-08-08 10:30	4,2	3,6	0	3,24E-07	2,02E-05	261,58	115%	100%	261,58
2013-06-26 09:58	10,4	7,2	0	4,01E-07	2,50E-05	647,71	46%	65%	421,01
2013-06-29 08:30	7,2	5,72	0	3,50E-07	2,18E-05	448,42	67%	65%	291,47
2013-12-27 12:50	9,2	7,65	0	3,34E-07	2,08E-05	572,98	52%	65%	372,43
2013-07-01 19:59	2,8	2,3	0	3,38E-07	2,11E-05	174,38	172%	100%	174,38
2013-04-24 13:32	7,6	6,1	0	3,46E-07	2,16E-05	473,33	63%	65%	307,66
2013-07-28 08:26	2,2	1,4	0	4,37E-07	2,72E-05	137,02	219%	100%	137,02
2013-05-28 06:04	5	2,97	0	4,68E-07	2,91E-05	311,40	96%	100%	311,40
2013-10-21 04:28	11	11,58	0	2,64E-07	1,64E-05	685,08	44%	65%	445,30
2013-09-15 15:01	2,8	3,18	0	2,45E-07	1,52E-05	174,38	172%	100%	174,38
2013-09-16 00:43	10	12,95	0	2,15E-07	1,34E-05	622,80	48%	68%	423,50
2013-09-17 15:24	4,8	7,07	0	1,89E-07	1,17E-05	298,94	100%	100%	298,94
2013-09-18 03:48	9,2	5,05	0	5,06E-07	3,15E-05	572,98	52%	60%	343,79
2013-09-22 09:01	4,4	6,58	0	1,86E-07	1,16E-05	274,03	109%	100%	274,03
2013-10-05 08:43	2,6	4,75	0	1,52E-07	9,47E-06	161,93	185%	100%	161,93
2013-10-08 17:58	4,8	2,85	0	4,68E-07	2,91E-05	298,94	100%	100%	298,94
2013-12-24 13:30	6,8	10	0	1,89E-07	1,18E-05	423,50	71%	71%	300,69
2013-10-20 03:51	6,4	9,08	0	1,96E-07	1,22E-05	398,59	75%	75%	298,94
2013-08-30 06:13	5,4	2,98	0	5,03E-07	3,13E-05	336,31	89%	100%	336,31
2013-10-22 02:40	5,2	8,42	0	1,72E-07	1,07E-05	323,86	93%	100%	323,86
2013-10-23 18:56	4	2,7	0	4,12E-07	2,56E-05	249,12	120%	100%	249,12
2013-10-25 22:10	2,4	3,22	0	2,07E-07	1,29E-05	149,47	201%	100%	149,47
2013-10-27 14:23	4,4	5,95	0	2,05E-07	1,28E-05	274,03	109%	100%	274,03
2013-10-28 10:11	12	8	0	4,17E-07	2,60E-05	747,36	40%	65%	485,78
2013-10-31 07:23	3,6	4,05	0	2,47E-07	1,54E-05	224,21	134%	100%	224,21
2013-10-31 16:48	2,8	4,55	0	1,71E-07	1,06E-05	174,38	172%	100%	174,38

2013-11-05 01:07	3,4	1,85	0	5,11E-07	3,18E-05	211,75	142%	100%	211,75
2013-10-09 15:40	3,6	4,65	0	2,15E-07	1,34E-05	224,21	134%	100%	224,21
2013-02-18 12:11	4,2	9,1	0	1,28E-07	7,98E-06	261,58	115%	100%	261,58
2013-11-09 09:19	23	21,55	0	2,96E-07	1,85E-05	1432,44	21%	65%	931,09
2013-12-31 00:49	2,4	2,35	0	2,84E-07	1,77E-05	149,47	201%	100%	149,47
2013-01-03 01:10	9,2	7,38	0	3,46E-07	2,16E-05	572,98	52%	65%	372,43
2013-01-04 07:06	2,8	2,85	0	2,73E-07	1,70E-05	174,38	172%	100%	174,38
2013-01-09 06:20	6,4	13,55	0	1,31E-07	8,17E-06	398,59	75%	75%	298,94
2013-01-27 16:11	5,6	6,8	0	2,29E-07	1,42E-05	348,77	86%	86%	299,94
2013-01-29 04:17	3	6,47	0	1,29E-07	8,02E-06	186,84	161%	100%	186,84
2013-01-30 01:55	4	3,18	0	3,49E-07	2,18E-05	249,12	120%	100%	249,12
2013-09-15 04:30	2,2	4,28	0	1,43E-07	8,89E-06	137,02	219%	100%	137,02
2013-02-17 14:41	2	6,97	0	7,97E-08	4,96E-06	124,56	241%	100%	124,56
2013-09-01 08:32	3	3,2	0	2,60E-07	1,62E-05	186,84	161%	100%	186,84
2013-04-12 02:46	3,8	8,07	0	1,31E-07	8,15E-06	236,66	127%	100%	236,66
2013-04-14 17:59	4	1,78	0	6,24E-07	3,89E-05	249,12	120%	100%	249,12
2013-04-18 02:02	12,6	7,85	0	4,46E-07	2,78E-05	784,73	38%	62%	486,53
2013-08-13 16:59	2,2	0,17	0	3,59E-06	2,24E-04	137,02	219%	100%	137,02
2013-08-16 05:33	2,2	2,75	0	2,22E-07	1,38E-05	137,02	219%	100%	137,02
2013-08-16 20:19	4,2	4,57	0	2,55E-07	1,59E-05	261,58	115%	100%	261,58
2013-08-18 09:03	2,4	2,6	0	2,56E-07	1,60E-05	149,47	201%	100%	149,47
2013-12-25 08:48	4	3,77	0	2,95E-07	1,84E-05	249,12	120%	100%	249,12
2013-02-04 07:50	5	5,15	0	2,70E-07	1,68E-05	311,40	96%	100%	311,40
Summa						36085,0			24589,8