

# HYDRAULISK MODELLERING & ÖVERSVÄMNINGSKARTERING

## Rosendalsfältet


## Rapport

Rev 2015-04-17  
(Förhandskopia)

Upprättad av: Jonas Wenström

Granskad av: Maria Näslund

Godkänd av: Christina Borg

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

# HYDRAULISK MODELLERING & ÖVERSVÄMNINGSKARTERING

## Rosendal

## KUND

Uppsala Vatten och Avfall AB  
Uppsala Kommun

## KONSULT

**WSP Sverige AB**  
121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10 7225000  
Fax: +46 10 7228793  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
www.wspgroup.se

## KONTAKTPERSONER

### WSP


Jonas Wenström 010-722 88 19 [jonas.wenstrom@wspgroup.se](mailto:jonas.wenstrom@wspgroup.se)

Maria Näslund 010-722 82 13 [maria.naslundspgroup.se](mailto:maria.naslundspgroup.se)

Kristina Wilen 010-722 69 08 [kristina.wilen@wspgroup.se](mailto:kristina.wilen@wspgroup.se)


### Uppsala Vatten AB

Kristina Ekholm [kristina.ekholm@uppsalavatten.se](mailto:kristina.ekholm@uppsalavatten.se)

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

## INNEHÅLL


<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>METOD.....</b>	<b>6</b>
3.1	ANVÄNT UNDERLAG.....	6
3.2	DIMENSIONERINGSKRAV.....	6
3.3	KRAV VID EXTREMA REGN .....	7
<b>4</b>	<b>HYDRAULISK MODELL.....</b>	<b>7</b>
4.1	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR OCH ANTAGANDEN .....	7
4.2	DIMENSIONERANDE REGN.....	9
<b>5</b>	<b>SKYFALLSKARTERING.....</b>	<b>10</b>
5.1	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR OCH ANTAGANDEN .....	10
5.2	DIMENSIONERANDE REGN.....	10
<b>6</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>11</b>
6.1	HYDRAULISK MODELL.....	11
6.2	ÖVERSVÄMNINGSMODELL .....	16
<b>7</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>17</b>

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

## 1 SAMMANFATTNING

En hydraulisk modell har upprättats i syfte att visa att det projekterade dagvattenledningsnätet i den södra delen av Rosendal klarar av de regnsituationer som ledningssystemet har dimensionerats för i samspel med översvämningsytor i parker och torg. Resultat av beräkningar med modellen visar att dagvattensystemet klarar av dimensioneringskraven. Vid ett 10-årsregn kan vattennivåerna väntas hålla sig inom säkra nivåer för byggnader. För ett 2-årsregn sker en viss dämning upp i ledningar omkring vattenparken där vattnet då maximalt beräknas nå nivån +32,2, det resulterar i att även viss dämning sker upp i ledningssystemet.

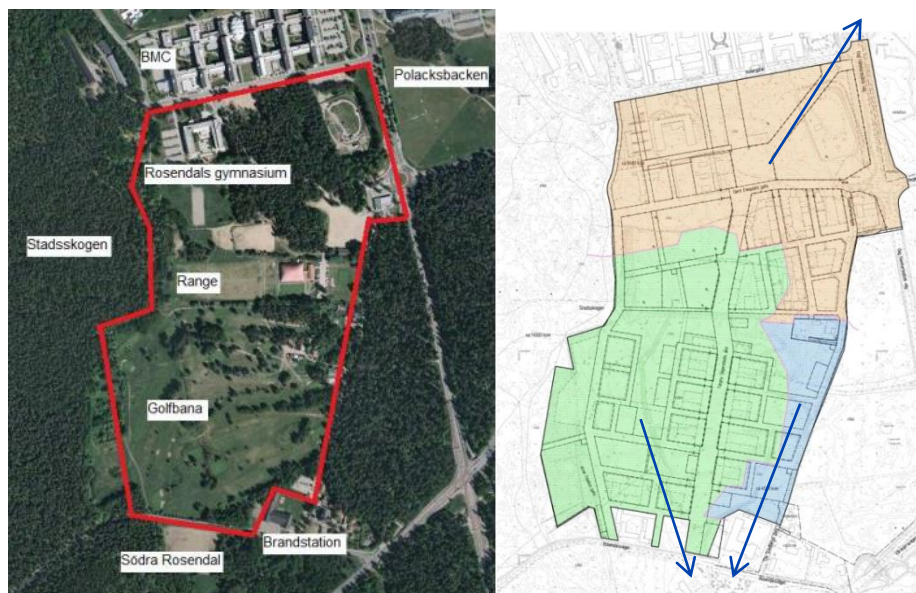
Även en avrinningsmodell över planområdet har upprättats, med den hydrauliska modellen integrerad, för att undersöka hur vattnet avleds vid extremare regn då ledningsnätet kan väntas gå fullt. Översvämningsanalysen visar att även vid ett 100-årsregn kan vattennivåerna väntas hålla sig inom säkra nivåer för byggnader.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	


## 2 BAKGRUND OCH SYFTE

Inför framtagandet av detaljplan för Rosendal så upprättas en hydraulisk modell som stöd vid förprojekteringen av den södra delen av dagvattensystemet. I figur 1 visas planområdet och i figuren till höger är det gröna och blå ytorna som markerar de avrinningsområden inom planområdet som modelleras, det gula avrinner norrut. Området är platt och en del av området kommer att nyttjas som översvämningsyta, det gäller både torg och parkytor, vilket gör det svårare att förutse hur systemet fungerar. Med hjälp av en hydraulisk modell kan en sammanvägd bild över hur systemet fungerar vid hög belastning ges.

För att planområdet inte ska översvämmas vid extremare regnhändelser, exempelvis vid regn med 100 års återkomsttid, så behöver ytliga vattenvägar för avledning av vatten skapas. En analys görs med en avrinningsmodell för att visa om något vatten blir instängt vid dessa extrema regn.



Figur 1. T.v. ortofoto med planområdet markerat. T.h. visas planområdet uppdelat i olika avrinningsområden med pilar som visar riktningen för avrinning.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

### 3 METOD

En hydraulisk modell över det dagvattenledningsnätet upprättades i Mike Urban CS utifrån projekterat ledningsnät för den södra delen av Rosendal. Beräkningar genomfördes med dimensionerande regn och ledningsnätet anpassades för att inte den maximala vattennivåen skulle överstiga dimensioneringskraven samt att dämningnivåerna upp i systemet ej blir för höga.

Översvämningskarteringarna har utförts i MIKE URBAN/MIKE FLOOD för framtida exploatering för att undersöka risken för översvämningsområden inom planområdet. Särskilt har parkområdena som ska fungera som översvämningsyta undersökts närmare. Genom att länka samman den hydrauliska modellen med terrängmodellen undersöktes hur den ytliga avrinningen sker vid ett skyfall tillsammans med den avrinning som sker till dagvattensystemet.

En terrängmodell byggdes upp av projekterad mark i planområdet tillsammans med befintlig mark i det angränsande avrinningsområdet. Terrängmodellen tillsammans med ledningsnätet från den hydrauliska modellen användes för att undersöka hur vattnet avrinner vid extrema regn (100 års återkomsttid) och om det finns risk för byggnader att skadas.

#### 3.1 Använt underlag


Följande underlag har använts i utredningen:

- Projekterat underlag
  - dagvattenledningar, med material och dimensioner
  - vägar
  - parkmarker
- Laserscanning över befintlig mark med 1x1 m grid (beräkningar dock 2x2 m grid)
- Dagvattenutredning med föreslagna avrinningskoefficienter
- Förslag till detaljplan (daterat 2015-03-18)
- Blockregn med olika återkomsttid och varaktigheter från Dahlström 2010 taget ur Svenskt Vatten P104

#### 3.2 Dimensioneringskrav

Enligt Svenskt Vattens publikation "P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar", som är dagens regelverk, skall ledningarna vid nydimensionering klara belastning enligt tabell 1. Dimensioneringskraven för Rosendal, som klassas som ett ej instängt område inom citybebyggelse, är enligt tabellen att trycklinjen ej ska vara över marknivå vid ett 10-årsregn samt att trycklinjen ska hållas under hjässa för ett 2-årsregn. Vid dimensioneringen har ingen hänsyn tagits till de klimatförändringar som kan komma att påverka framtida dimensioneringskrav. Dock har en kompletterande beräkning med en klimatafaktor på 120 % utförts och kan ses i resultatdelen.-



Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

**Tabell 1. Dimensionerande återkomsttider enligt P90 (tabell 4.5).**

Typ av område	Dimensionering för fylld ledning		Återkomsttid för trycklinje i	
	Dagvattenledning	Kombinerad ledning	Marknivå för dagvattenledning	Källarnivå för kombinerad ledning
Ej instängt område utom citybebyggelse	1 år	5 år	10 år	10 år
Ej instängt område inom citybebyggelse	2 år	5 år	10 år	10 år
Instängt område utom citybebyggelse	5 år	10 år	10 år	10 år
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	10 år	10 år	10 år


### 3.3 Krav vid extrema regn

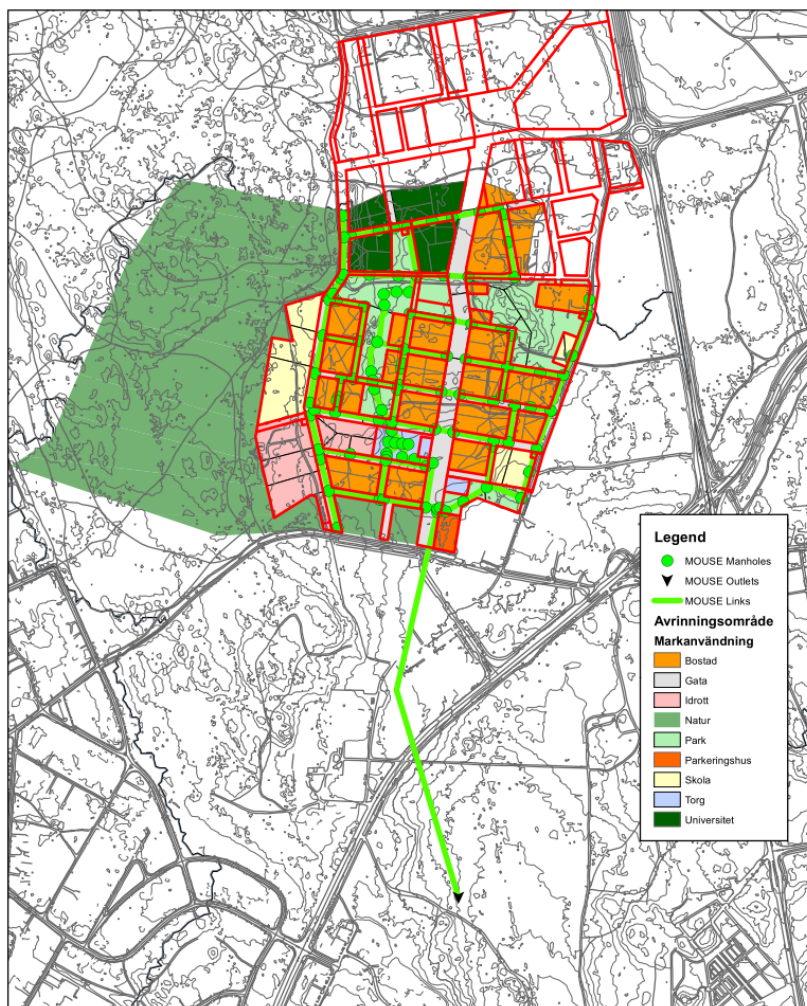
Enligt Plan- och Bygglagen är det ett krav att ett planlagt område ska klara extrema regn utan att skada sker på byggnader. Det ställer krav på markprojekteringen samt att byggnadsnivåer anpassas till detta.

## 4 HYDRAULISK MODELL

### 4.1 Beräkningsförutsättningar och antaganden

En hydraulisk modell upprättades i MIKE URBAN CS. I modellen byggdes ledningsnät med tillhörande brunnar och övriga dagvattenanläggningar (som diken, dammar och översvämningssytor) upp samt tillhörande avrinningsområden. Enbart den södra delen av planområdet modellerades och modellens utbredning kan ses i figur 2.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	



**Figur 2. Modellens utbredning med brunnar, ledningar, diken och avrinningsområden.**


Avgränsningen av modellen valdes med tanke på att få tillräckligt lång sträcka av ledningsnätet nedströms planområdet så att valet av avgränsning inte påverkar resultatet. Avgränsningen sattes till utloppet till Bäcklösabäcken från ledning under Valsättravägen. Randvillkor har satts i modellens utlopp till nivån för fylld ledning.

De diken och dammar som binder samman ledningssystemet och fungerar som fördröjning har i modellen byggts upp med hjälp av framtagna dikessektioner från erhållit underlag från landskapsarkitekt.

Mannings tal sattes till 75 för betongledningar och 80 för plastledningar (PVC och PE).

Avrinningsområdena har avgränsats utifrån befintliga marknivåer (höjdkurvor) och planerade ledningssträckningar. Markanvändningen har karterats utifrån plankarta (mars 2015). Hela området klassades utefter klassificeringar i dagvattenutredning (Norra Rosendal dagvattenutredning, 2014-08-20) och avrinningskoefficienten sattes till enligt tabell 2.



Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	


**Tabell 2. Angivna avrinningskoefficienter beroende av ytornas planerade användningsområden**

Yta	Avrinningskoefficient $\tau$
Universitetsområde	0,7
Skola	0,45
Bostad	0,6
Parkeringshus	0,7
Park	0,1
Gata	0,8
Idrott	0,5
Torg	0,7

Modelltekniska noder har lagts till i modellen för att Mike Urban ska kunna hantera ledningsnätets beskaffenhet. Det gäller när ledningar har utlopp i diken. Inga brunnsförluster har satts i dessa.

## 4.2 Dimensionerande regn

Blockregn är ett typregn som används vid dimensionering och analys av ledningar enligt Svenskt Vatten P104. Vid beräkningar har modellen belastats med 2- respektive 10-årsregn, varav regn med varaktigheter mellan 10 minuter och 12 h undersöks. Därigenom simuleras dimensionerande flöde för ledningarna. För att diken och dammar ska vara fyllda till sin permanenta nivå används ett "förregn" som fyller upp modellen innan övriga regn belastar den.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

## 5 SKYFALLSKARTERING

### 5.1 Beräkningsförutsättningar och antaganden

En ytavrinningsmodell för planområdet upprättades i MIKE FLOOD och kopplades ihop med den hydrauliska modellen. Den terrängmodell som ytavrinningsmodell utgår ifrån byggs upp av projekterade vägar, parker och befintlig mark från laser-scanning. I parkerna ingår de diken, damm och parkytor som ska kunna översvämmas vid stora regn. Då kvartersmarkerna ännu ej är projekterade har de interpolerats mellan kringliggande vägar och höjts 0,1 m för att motsvara kantstenar och en viss markupbyggnad gentemot gatorna. I modellen beräknas modellen som ett grid på 2x2 m, vilket avgör detaljeringsgraden för höjdangivelser.


Olika Mannings tal (råhet) har ansatts för de olika markanvändningarna, vilket ses i tabell 3. Mannings tal beskriver hur trögt vatten kan avrinna på materialet. Slätare material ger ett högre Mannings tal och skrovligare ett lägre. För omkringliggande områden som inte karterats har standardinställningar (övrigt – 32) använts.

**Tabell 3. Angivet Mannings tal beroende av planerad markanvändning.**

Marktyp	Mannings tal M
Bostad	40
Gata	75
Idrottsanläggning	50
Naturmark	10
Park	20
Parkeringshus	50
Skola	40
Torg	50
Universitet	50
Övrigt	32

### 5.2 Dimensionerande regn

För att undersöka vad som sker vid extrema regnsituationer används ett blockregn med 100 års återkomsttid. För regnet används varaktigheter på 30, 120 minuter och 6 timmar för att undersöka vilket regn som kan ge de största konsekvenserna över planområdet. Vid simuleringen för ledningssystemet används ett 10 årsregn som belastar den hydrauliska modellen direkt, vilket ledningssystemet är dimensionerat för. Därigenom tas hänsyn till infiltration osv genom de tidigare angivna avrinningskoefficienterna. För resterande del av 100-årsregnet antas allt vatten avrinna ytligt då marken redan har mättats. Alla regn som används är enligt Dahlström (2010) taget ur Svenskt Vatten P104.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

## 6 RESULTAT

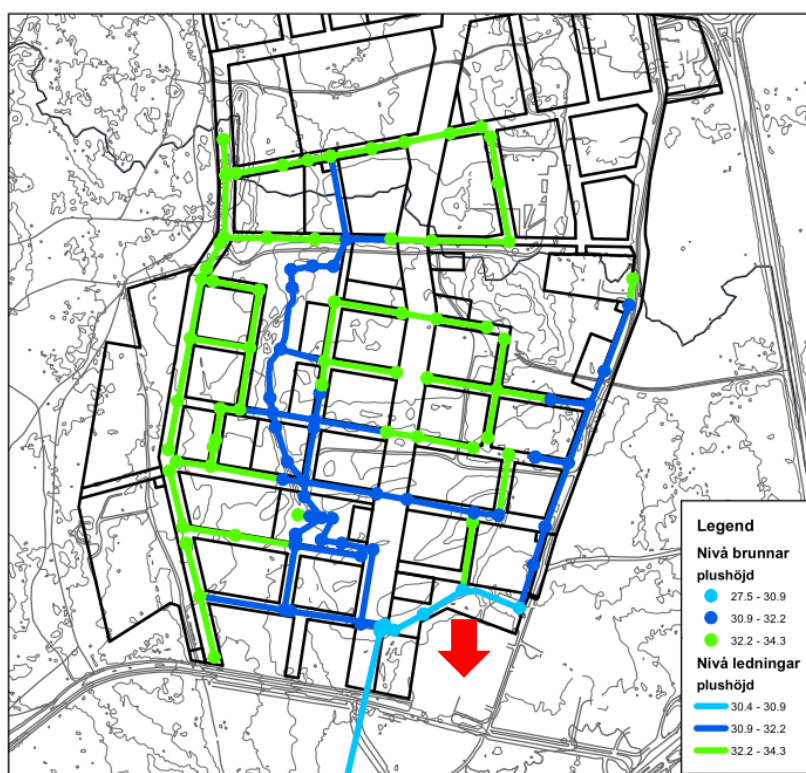
### 6.1 Hydraulisk modell

Ledningssystemet klarar uppställda dimensioneringskrav. I Vattenparken stiger vattennivån maximalt till +32,6 vid ett 10-årsregn och i sydöstra diket vid brandstation till +31,2. Vid ett 2-årsregn däms en del av ledningarna omkring vattenparken där vattennivån maximalt kan väntas stiga till +32,2 .

Nedan presenteras resultat från beräkningarna med dimensionerande 2-årsregn, 10-årsregn samt 10-årsregn med klimatfaktor för utvalda ledningssträckor.


#### 2-årsregn

I figur 3 ses hur långt upp i ledningarna som dammen i vattenparken dämmer upp vid ett 2-årsregn när vattenytan når nivån +32,2. Vid brandstationen (markerad med röd pil) ses att vattennivån i diket stiger till +30,9. Beräknade nivåer i den östra ledningssträckan i figuren kan bortses från då ingen dämning sker i den.

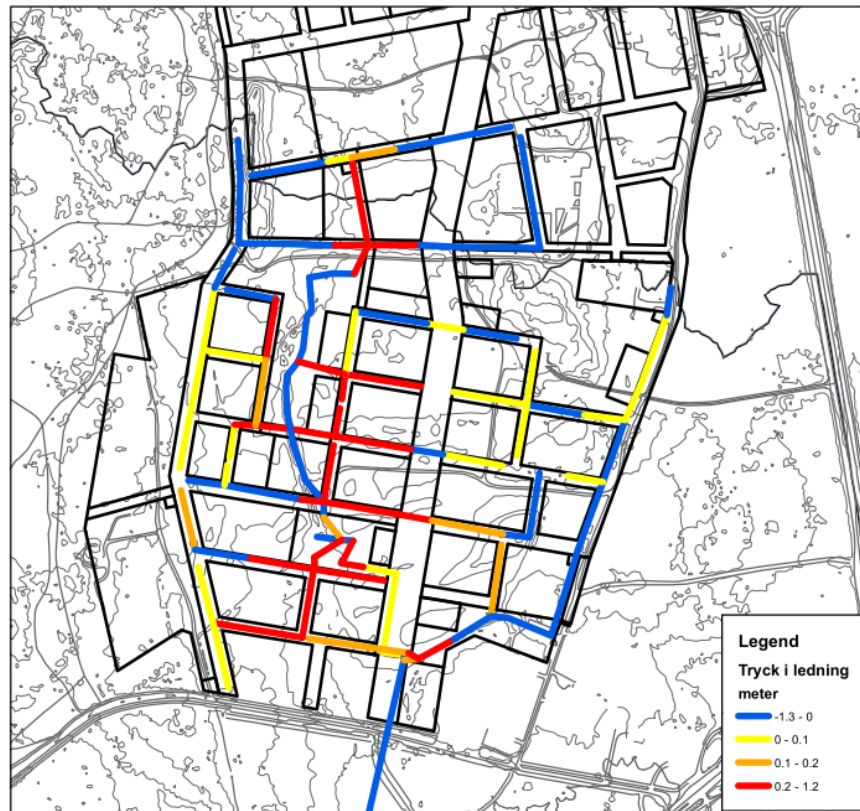


Figur 3. Dämningnivåer från damm och dike vid 2-årsregn.

I figur 4 ses den maximala trycknivån jämfört mot ledningshjässa vid ett 2-årsregn över ledningssystemet. Gröna ledningar visar beräknad trycklinje under hjässa. Resultatet visar mot att kraven ej uppnås då trycklinjen ligger över hjässa på flera av ledningarna vilket de gul-, orange- och röd-färgade ledningarna visar. De flesta av

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	


dessa ledningssträckor är dock uppdämda och i flera fall tangerar den beräknade trycklinjen ledningshjässan. Detta exemplifieras i de följande profilerna.

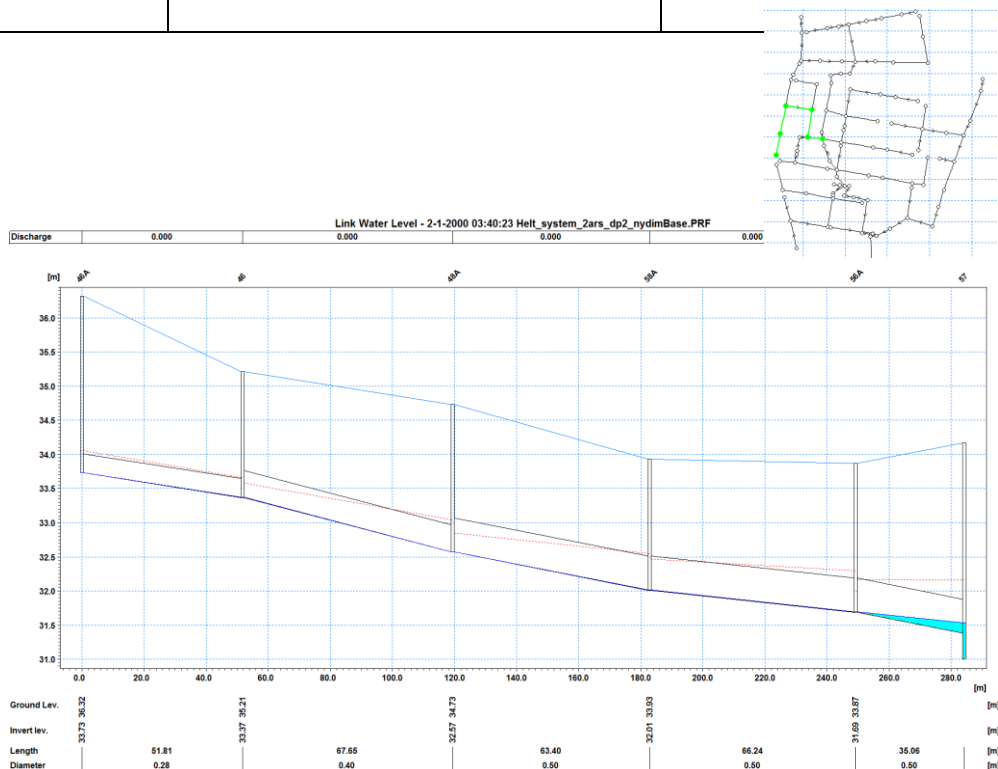


**Figur 4. Beräknade maximala trycknivåer över ledningssystemet vid ett 2-årsregn.**

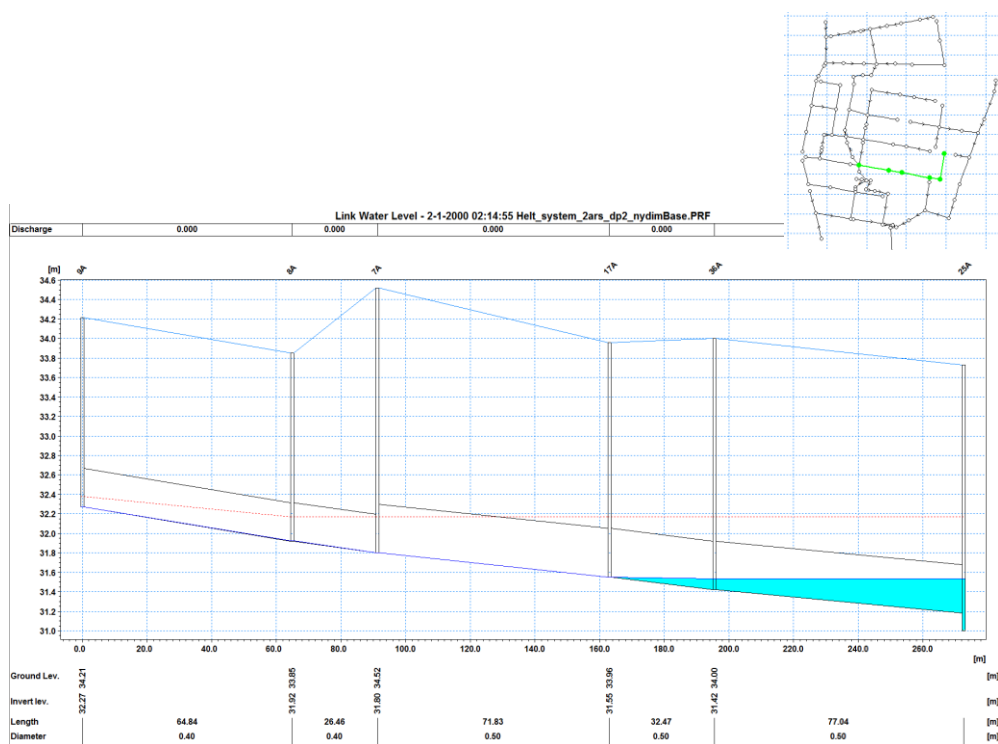
Nedan visas några utvalda ledningssträckor och deras trycklinjer för ett 2-årsregn, varje ledningssträckas profil föregås av en orienteringsfigur. Resultaten av beräkningarna ses i profilerna och kan tolkas utifrån ledningarna, den maximala trycklinjen som beskrivs av den prickade röda linje och den permanenta vattenytan som beskrivs av turkosfärgat vatten i ledningarna.

För ett 2-årsregn är alltså kravet att ledningarna ska vara dimensionerade så att trycklinjen ligger under hjässan. Det som kan ses i flera av följande profiler är att den permanenta vattenytan dämmer upp ledningarna och därför påverkar även den maximala trycklinjen. I figur 5 ses att trycklinjen ligger i paritet med ledningshjässan och enbart ligger över på delar av ledningen vilket kan anses ligga inom felmarginalen för att dimensionering ska klara kraven.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	




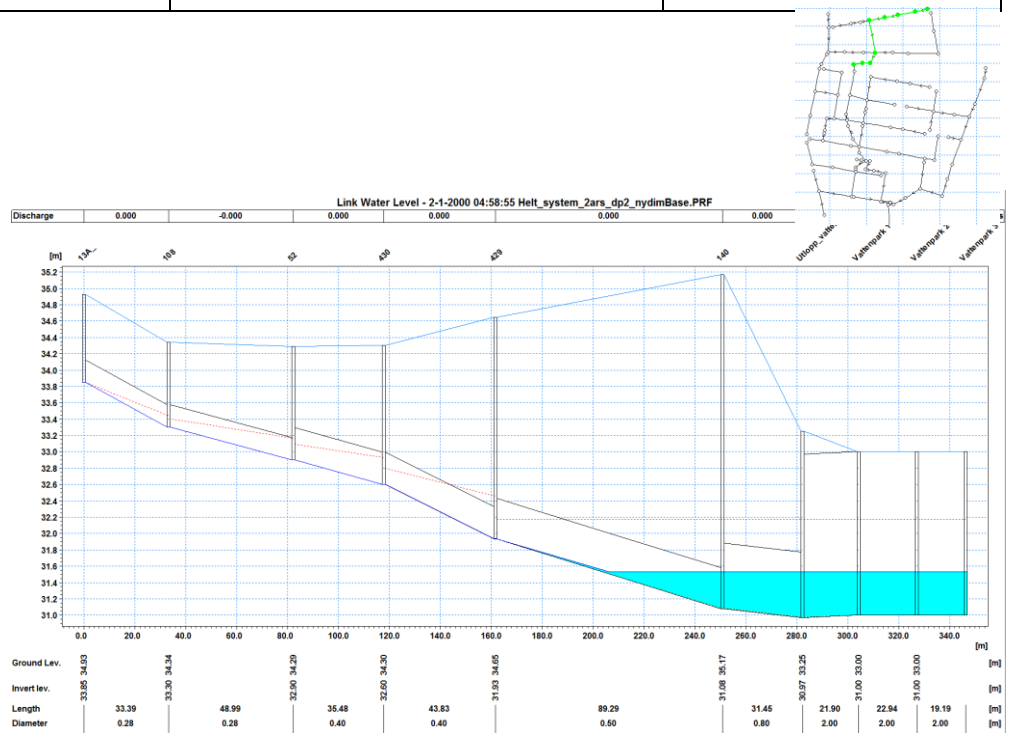
Figur 5. Beräknade trycklinjer för ledningsprofil med ett 2-årsregn.



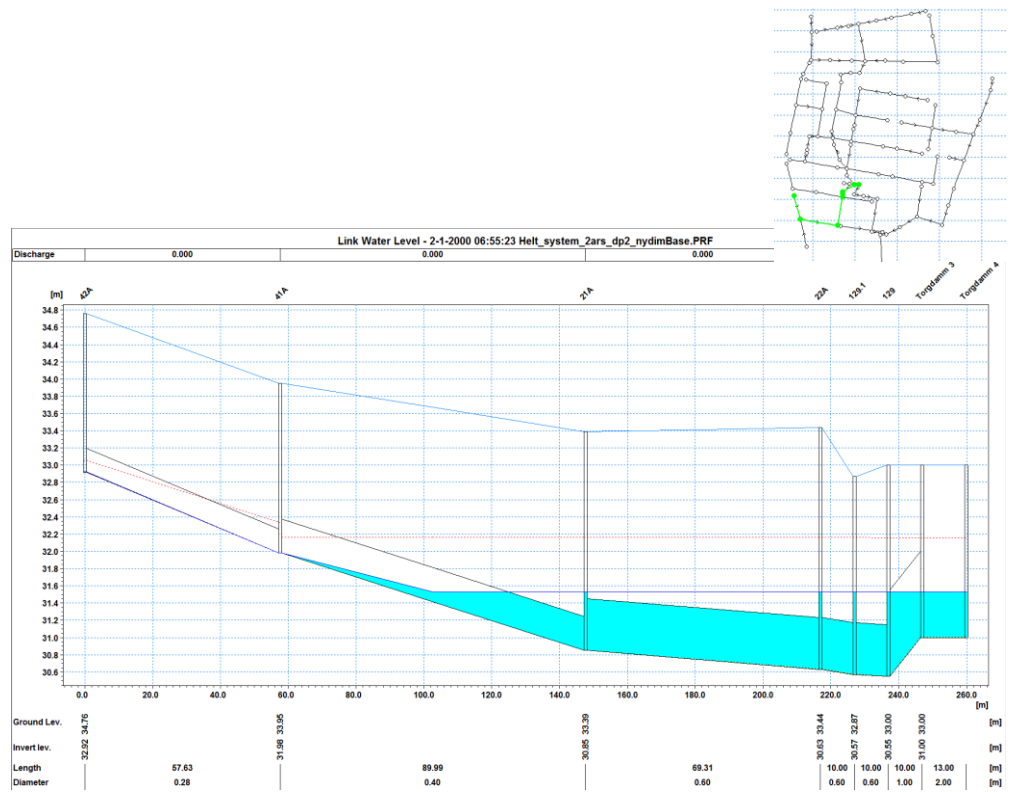
Figur 6. Beräknade trycklinjer för ledningsprofil med ett 2-årsregn.




Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	



Figur 7. Beräknade trycklinjer för ledningsprofil med ett 2-årsregn.

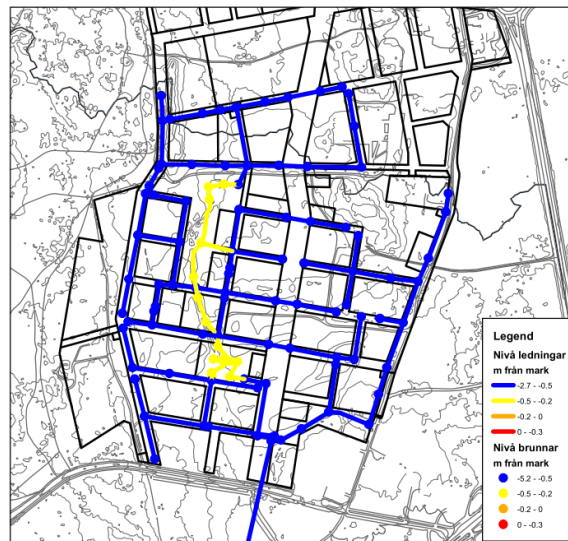


Figur 8. Beräknade trycklinjer för ledningsprofil med ett 2-årsregn.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

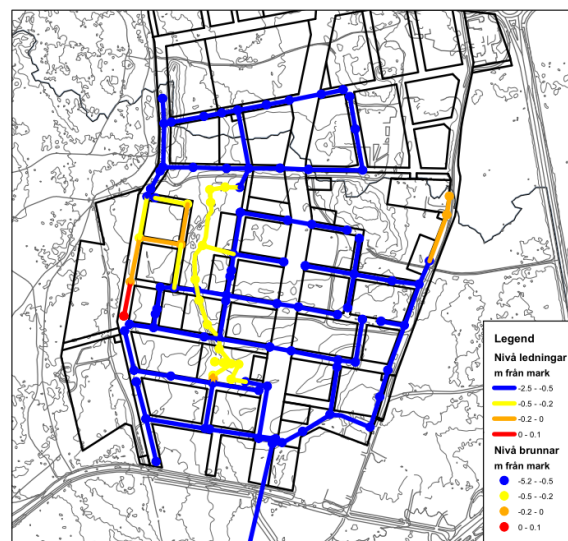
## 10-årsregn

I figur 13 visas den beräknade maximala trycklinjen i förhållande till marknivån för ett 10-årsregn. Dimensioneringskravet är att inga marköversvämningar ska ske vid ett 10-årsregn. Inga vattennivåer över en halvmetr under mark beräknas. Det gula stråket i mitten visar till vilken vattennivå som diket och dammen når gentemot bräddnivån +33.




**Figur 9. Beräknade maximala trycknivåer utgående från marknivån för ett 10-årsregn.**

För ett 10-årsregn med en klimatafaktor beräknas nästan hela systemet klara kraven med undantag från en mindre ledningssträcka i östra delen av systemet. Resultatet av beräkningarna visas i figur 14.

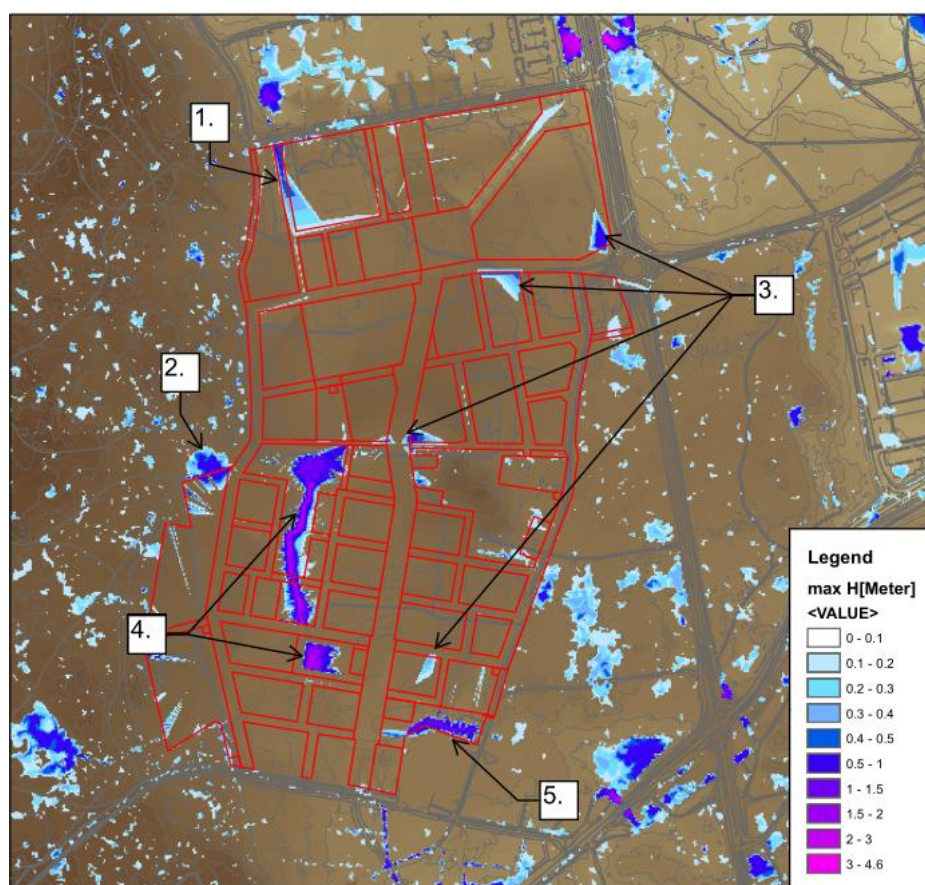


**Figur 10. Beräknade maximala trycknivåer utgående från marknivån för ett 10-årsregn med en klimatafaktor.**

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	


## 6.2 Översvämningsmodell

Beräkningarna med ytavrinningsmodellen visar att projekterad mark leder undan dagvattnet vid extrema regn utan att byggnader riskerar att skadas. De projekterade översvämningsytorna inom planområdet fyller sitt syfte väl. I figur 3 visas de vattensamlingar som kan förväntas och dess maximala djup vid ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet. En liknande översvämning kunde beräknas med en varaktighet på 120 minuter och för 30 minuters varaktighet så var översvämningsarna mindre.



Figur 11. Karta över planområdet med maximalt översvämmade ytor efter ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet.

- Ur Fördjupad dagvattenutredning, 150330 kan läsas:  
 ”I den gällande detaljplanen har ett område för ett nytt ställverk olyckligt placerats i norra avrinningsområdets lågpunkts. Detta ställverk är under projektering och platsen för ställverket har inte ändrats i den nya planen. I gatuhöjdsättningen föreslås därför att marken kring ställverket fylls så att lågpunkten förskjuts till ett mindre känsligt läge.”  
 Ställverket är placerat söder om det område som översvämmas i beräkningarna. Den översvämningen som sker här är därför avsiktlig och riskerar inte att skada någon byggnad. Det bör dock påpekas att inget ledningsnät finns modellerat för den norra delen av området.

Uppdragsnr: 10197660	Rosendal	
Daterad: 2015-04-10	Hydraulisk modell och skyfallskartering	
Reviderad: 2015-04-17		
Handläggare: Jonas Wenström	Status: Förhandskopia	

- 2 Yta som svämmar över inom naturmark. Det här ansamlade vattnet samt övrigt vatten som avrinner från omgivande naturmark in mot planområdet behöver ledas undan på ett säkert sätt.
- 3 Markerar områden inom kvartersmark där vatten ansamlas. Dessa beror enbart av avvikelser i terrängmodellen som ej beskriver hur kvartersmarken kommer att höjdsättas. Däremot visar detta vikten av att kvartersmarken höjdsätts utan lågpunkter och med fall ut mot vägarna.
- 4 I Vattenparken samlas vatten maximalt till nivån +33,2 vid ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet, vilket är lägre än den planerade bebyggda nivån på +33,5.
- 5 I sydöstra diket intill brandstationen samlas vatten till en nivå nära +32 vid ett 100-årsregn med 120 minuters varaktighet, vilket är lägre än den bebyggda nivån på +32,5.

## 7 REFERENSER

Svenskt Vatten, (2004). Dimensionering av allmänna avloppsledningar. Publikation P90. ISSN nr: 1651-4947.

Svenskt Vatten, (2011). Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem. Publikation P104. ISSN nr: 1651-4947.

WSP (2013), Dagvattenutredning Rosendal Rev 2014-08-20

WSP (2015), Fördjupad dagvattenutredning Rosendal (Förhandskopia)