

ANALYS AV ÖVERSÄMMNINGAR I LEDNINGSNÄT I KUNGSHULT – EFFEKT AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Analysis of the sewer network in Kungshult – effects of climate change

av HÅKAN EMANUELSSON

Norconsult AS, Postboks 626, 1303 Sandvika, Vestfjordgaten 4, 1338 Sandvika, Norge

e-post: hakan.emanuelsson@norconsult.com



Abstract

Flooding in urban areas has increased and due to this fact extensive research about the effects of climate change on extreme rainfall is being done. This study is an attempt to determine how large the increase of extreme rainfall will be in Scania, Sweden. Through a literature study it is found that the recurrence interval of extreme rainfall will be at least halved during the next century, corresponding to an increase of rain intensities of approximately 20–40%. Through hydraulic modeling, the impacts of a changing climate on the sewer network of village Kungshult are analyzed. Flooding in both the storm- and wastewater systems have occurred during summer storms the last years. The analysis of the storm water model show that flooding is expected to occur every 5 years today and even more often in the future. With larger pipe dimensions and retention basins in the most flooded areas, the system will be well prepared for future extreme rainfall. In the wastewater system, a total of 0.6 ha of impervious surfaces are connected, causing flooded basements during extreme rainfall. These surfaces need to be found and connected to the storm water system to prevent further flooding in basements.

Key words – Climate change, extreme rainfall, flooding, MOUSE, storm water

Sammanfattning

Översvämningar i bebyggda områden har ökat och på grund av detta har det blivit utfört omfattande forskning om klimatförändringarnas påverkan på extrema regn. Den här studien är ett försök att bestämma hur stor ökningen av extrema regn kommer att bli i Skåne. Genom en litteraturstudie har slutsatsen dragits att återkomsttiden för extrema regn åtminstone kommer att halveras under det kommande århundradet, vilket motsvarar en ökning i regnintensitet på ca 20–40%. Genom hydraulisk modellering analyseras de ökande regnintensiteternas konsekvenser på byn Kungshults avloppsnät. Analysen visar att man kan förvänta översvämningar i systemet vart 5:e år med dagens situation, och ännu oftare i framtiden. Med större rördimensioner och bassänger i de mest översvämningsdrabbade områdena är systemet väl förberett inför framtidens ökande regnintensiteter. Det är också funnet att totalt 0.6 ha täta ytor är kopplat till spillvattennätet vilket leder till översvämning i källare under extrema regn. Man bör finna vilka dessa ytor är och koppla dem till dagvattennätet för att förebygga vidare källaröversvämningar.

Introduktion

Översvämningar i bebyggda områden har ökat de senaste åren (Ashley, Balmforth, Saul, & Blanksby, 2005) och den stora frågan är givetvis varför? Den internationella klimatpanelen IPCC gav 2007 ut en rapport om klimatförändringarnas effekter där det fastslås att en ökning av regnintensitet och frekvens av extrema regn är att för-

vänta (IPCC, 2007) och det är dessa högentensiva regn som i regel orsakar översvämningsproblem.

Denna studie syftar till att utreda hur klimatförändringarna effekter påverkar nederbördssituationen i Skåne och till att ge en uppskattning på den ökning av regnintensitet som kan förväntas under kommande sekel. De ökande översvämningarna är något som byn Kungshult i Eslövs kommun märkt av de senaste åren. Både år 2005

och 2006 drabbades man av mycket högintensiva regn med omfattande översvämningar som följd. Både dag- och spillvattennätet översvämmades vid bägge tillfällena med mark- respektive källaröversvämningar som följd. Genom hydraulisk modellering analyseras Kungshults dag- och spillvattennät för att finna orsakerna till översvämningarna och för att avgöra vilka problem som kan tänkas uppstå med framtidens nederbördssituation.

Metod

Genom en litteraturstudie dras slutsatser om hur Skånes nederbördssituation förändras. Studierna är dels analyser av uppmätt data där trender analyseras och dels analyser med framtidsscenario på globala och regionala klimatmodeller. Efter en sammanvägning av samtliga studier antas två framtidsscenario för Skåne som används i den tekniska analysen.

Kungshults avloppsnät analyseras genom hydraulisk modellering i programmet MOUSE. Två modeller byggs upp, en för dagvattennätet och en för spillvattennätet och analysmetoderna för de båda modellerna skiljer sig åt. I modellerna består noderna av nedstigningsbrunnar, pumpstationer och utlopp. I dagvattenmodellen kopplas ett avrinningsområde med en area och en avrinningskoefficient till varje nod. Areal och avrinningskoefficienten på varje avrinningsområde bestäms utifrån ett flygfoto över samhället. Modellen körs sedan med 12 olika regn uppbyggda på olika sätt.

1. Blockregn konstruerade enligt svensk dimensioneringsstandard med Dahlströms formel (Z -värde=16) (Svenskt vatten, 2004).
2. CDS-regn3 uppbyggt med ett danskt program kalibrerat för Köpenhamnsregionen som antas beskriva skånska förhållanden väl (DHI, 2006). CDS-regn är designregn som är populära att använda vid modellering eftersom de jämfört med blockregn bättre efterliknar ett verkligt regn.
3. Verkliga regn från 29/7-05 och 20/8-06 som gett upphov till översvämningar i Kungshult. Regndata för dessa tillfällen kommer från en regnmätare från Eslövs stadshus.
4. Framtida designregn som konstrueras utifrån resultatet av litteraturstudien.

Då de 12 olika regnen körts görs en gradering av regnen som baseras på hur allvarlig översvämning varje regn gett upphov till. På så vis kan slutsatser dras om hur allvarliga händelser de uppmätta regnen har varit och hur mycket större översvämningar som framtida designregn ger upphov till i förhållande till dagens dimensionerande regn. Utifrån resultatet ges till sist förslag på åtgärder som skulle göra Kungshult mer skyddat från framtida översvämningar.

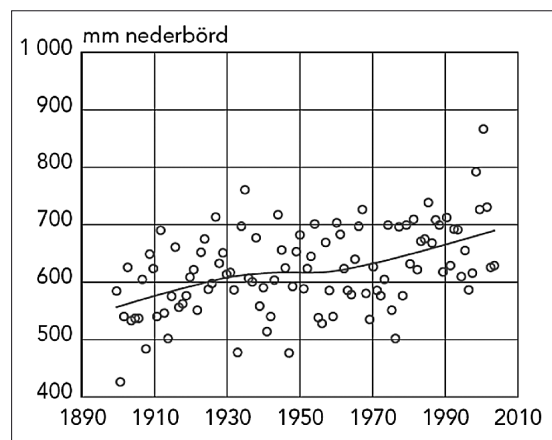
Eftersom även spillvattennätet dämmer upp vid kraftiga regn med källaröversvämningar som följd, tillförs på något vis dagvatten till spillvattennätet men enligt uppgift ska inga hårdgjorda ytor vara anslutna till spillvattennätet. Därför utförs analysen med hjälp av av spillvattenmodellen med syftet att bestämma hur stor hårdgjord yta som på något vis bidrar med vatten till spillvattennätet. Modellen körs med det uppmätta regnet från 29/7-05 och stegvis ansluts hårdgjorda ytor till en nod i spillvattennätet. Trycknivån i systemet jämförs med källargolvsnivåerna i samhällets översvämningssdrabbade fastigheter och på så vis bestäms hur stor hårdgjord yta det ovidkommande vattnet i spillvattennätet motsvarar.

Resultat

Klimatförändringarnas påverkan på extrema regn

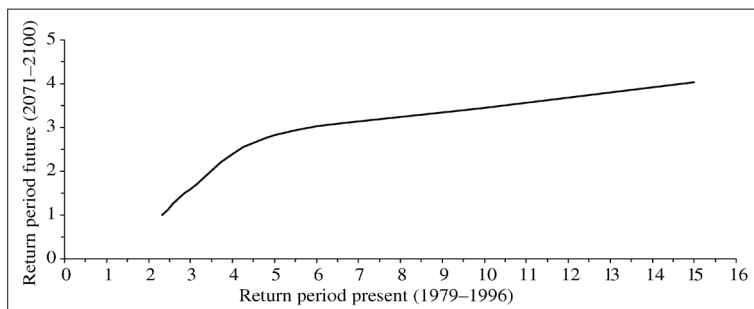
Det senaste seklet har det skett en allmän temperaturökning i Sverige vilket har inneburit att årsnederbörden i landet har stigit (se Figur 1) (Svenskt vatten, 2007). En ökande årsnederbörd innebär en risk för ökande extremregn eftersom det är statistiskt bevisat att det finns ett samband mellan de båda måtten. Det är däremot inte möjligt att uppskatta ett extremregns storlek på en viss ort endast genom uppgifter om platsens årsnederbörd eftersom observationspunkternas spridning är för stor (Bengtsson, 2008-1).

Trendanalyser från det europeiska klimatsamarbetet ECSN4 visar en svagt ökande trend av extrema regn i norra Europa men att endast 20 % av de studerade mätstationerna har statistiskt signifikant ökning (Dahlström, 2006). Liknande trendanalyser i Sverige visar inga tyd-



Figur 1. Årsnederbördens ökning i Sverige under 1900-talet. Används med tillstånd från Svenskt vatten (2004).

Figur 2. Återkomsttiden för olika regn i framtiden som funktion av återkomsttiden i dagsläget. Exemplet behandlar regn med en timmes varaktighet. Med tillstånd från Grum et. al. (2006).



liga trender mot vare sig en ökning eller minskning av extrema regn (Dahlström, 2006) (Hernebring, 2006) men i Danmark har man visat en statistiskt signifikant ökning av extremregn i hela landet. Trenden är tydligast för korta, intensiva regn som normalt är de som blir dimensionerande för dagvattennät. Dessutom är trenden som starkast på Själland (Arnbjerg-Nielsen, 2006) vilket är intressant vid studier på Skånes situation.

Studier om framtida extremregn med hjälp av klimatmodeller är osäkert eftersom de regn som normalt sett blir dimensionerande i dagvattensammanhang är korta, intensiva sommarregn som anses vara lokala (Bengtsson, 2008-1). Denna typ av regn beskrivs dåligt av klimatmodellerna på grund av deras något för låga upplösning (Berggren, 2007). RCA3, den svenska klimatmodellen utvecklad av SMHI vid Rosby Centre, visar att temperaturen och årsnederbörden kommer att fortsätta stiga under kommande sekel. Däremot kommer den totala sommarnederbörden i södra Sverige att minska men trots detta kommer sommarextremerna att öka och även i fortsättningen vara de regn som blir dimensionerande (SMHI Rosby centre, 2007). Analyser med den danska klimatmodellen HIR-HAM visar även den på en kraftig ökning av extrem nederbörd, det vill säga en minskning av återkomsttiden (se Figur 2).

Figur 2 visar exempelvis att det som idag är ett 10-årsregn är ett regn med 3,5 års återkomsttid under perioden 2071–2100, det vill säga en minskning av återkomsttiden med en faktor 3. Ytterligare studier pekar åt samma håll, mot en framtid där extrema regn uppträder betydligt oftare än idag. Med samtliga studier sammanvägda är det rimligt att anta att återkomsttiden för dimensionerande regn i Skåne åtminstone kommer att halveras under kommande sekel men siffrorna är osäkra. Mot bakgrund av detta används två framtidsscenario i den tekniska analysen av Kungshults avloppssystem: regnintensiteten på ett designregn med 10 års återkomsttid ökas med 20 respektive 40 %.

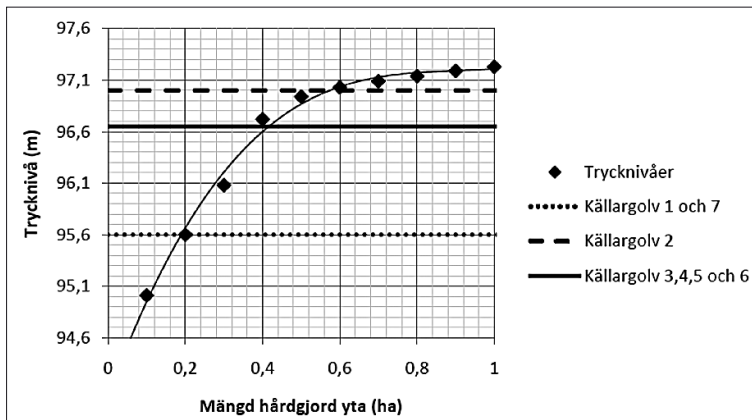
Kungshult

Modellen över Kungshults dagvattensystem har körts med de 12 regn som beskrivits ovan och det visade sig att 10 av dem visade trycknivåer över marknivå, det vill säga översvämning. Regnen graderades efter högsta trycknivå i relation till marknivå de gav upphov till och resultatet redovisas i Tabell 1.

Förutom högsta trycknivå över marknivå redovisas också antalet översvämmade noder vilket är ett mått på

Tabell 1. Gradering av de undersökta regnen utifrån högsta trycknivå över marknivå.

Gradering	Regn	Översvämmade noder	Trycknivå över marknivå
1	Verkligt regn från den 20/8 2006	30	0,72
2	Verkligt regn från den 29/7 2005	29	0,59
3	10 års CDS-regn förstärkt med 40 %	26	0,58
4	10 års CDS-regn förstärkt med 20 %	17	0,53
5	10 års blockregn med 10 min varaktighet	19	0,49
6	10 års CDS-regn med 10 min intensitetstopp	15	0,44
7	5 års CDS-regn med 10 min intensitetstopp	9	0,39
8	10 års blockregn med 30 min varaktighet	9	0,32
9	5 års blockregn med 10 min varaktighet	10	0,3
10	10 års CDS-regn med 30 min intensitetstopp	2	0,05



Figur 3. Trycknivå i spillvattenmodellen som funktion av mängden hårdgjord yta ansluten till modellen. De vågräta linjerna visar källargolvsnivåerna i översvämningsdrabbade fastigheter.

översvämningsutbredningen och det finns ett tydligt samband mellan de båda måtten. Det visar sig att de båda verkliga regnen varit mycket extrema händelser och de ger i modellen upphov till de värsta översvämningarna. Noterbart är också att de båda framtidsscenarioerna ger upphov till kraftigare översvämningar än dagens designregn. Även designregn leder till trycknivåer över marknivå och modellberäkningarna antyder att Kungshults avloppsnät översvämmas med en ungefärlig återkomsttid av knappt 5 år. Genom att byta ut rören i de värst drabbade ledningssträckorna till rör av en större dimension samt genom att anlägga två stycken flödesutjämnande magasin så är Kungshult dimensionerat för ett 10-års designregn förstärkt med 40%. Till analysen av spillvattennätet används källargolvsnivåerna hos sju översvämningsdrabbade fastigheter. Dessa nivåer jämförs med de trycknivåer som uppstår i systemet då hårdgjorda ytor stegvis kopplas till spillvattenmodellen (se Figur 3).

Eftersom samtliga sju fastigheter vid det givna regntillfället drabbats av källaröversvämning så motsvarar det vatten som tog sig in i spillvattennätet vid detta tillfälle åtminstone 0,6 ha. Vattnet tar sig troligen in i systemet i Kungshults västra delar eftersom dagvattenmodellen visar att mer omfattande översvämningar än vad som rapporterats borde inträffat i denna del av byn. Kopplas 0,6 ha hårdgjorda ytor bort från dagvattenmodellen i det givna området sjunker trycknivåerna och översvämningsutbredningen till en nivå där det är troligt att de boende inte larmar om marköversvämning till kommunen. De mest troliga källorna till det ovidkommande vattnet i spillvattenledningen är felaktigt anslutna takytor, inläckage via otäta brunnslock i marknivå då det står vatten på gatan och ett ökat läckage från dag- till spillvattenledningen då dagvattenledningen går helt full.

Diskussion

Metoderna för uppskattning av framtidens extremregn, trendanalyser och studier på klimatmodeller, är båda något osäkra. Då man extrapolerar trender antas trenden fortsätta oförändrad in i framtiden vilket är ett osäkert antagande eftersom förutsättningarna hela tiden förändras. Klimatmodellerna beskriver det storskaliga klimatet väl men de regn som normalt sett blir dimensionerande är lokala sommarregn. Det storskaliga klimatet har liten påverkan på hur denna nederbörd fördelar sig geografiskt och det är därför svårt att uppskatta de korta, intensiva regnen med hjälp av klimatmodeller.

Ytterligare orsaker till osäkerhet med klimatmodeller är att de är kalibrerade mot högupplöst regndata. De vippmätare man använder sig av för att samla in nederbördsdata beskriver normala regn väl men tenderar att underskatta extrema regn (Bengtsson, 2008-2). Det finns resultat från studier där man kalibrerat klimatmodeller med hjälp av satellitmätningar som tyder på att klimatmodellerna underskattar de mest extrema regnen och att framtidens nederbörd kommer att bli ännu kraftigare än som hittills förutsetts (Allan & Soden, 2008).

Den största osäkerheten i analysen av Kungshults dagvattennät är att modellen inte är kalibrerad mot flödesmätningar i ledningsnätet. Genom flödesmätningar och insamlande av högupplöst regndata hade modellens kalibrering förbättrats vilket hade höjt säkerheten i resultatet. Liknande mätningar i spillvattennätet hade också förbättrat den modellens kalibrering och de hårdgjorda ytor som är anslutna till nätet hade säkrare kunnat bestämmas. Flödesmätningar hade varit en bättre metod för att bestämma storleken på ytorna men då tid och resurser saknas är metoden med stegvis anslutning av ytor som använts i det här arbetet ett lämpligt alternativ. Fördelen med flödesmätningar är att man kan beräkna mängden hårdgjord yta för flera olika typer av

regn och därmed vilken responstid mellan regn och ledningsflöde som finns. På så vis skulle det ovidkommande vattnets ursprung kunna bestämmas.

Slutsatser

Slutsatserna från arbetet är:

- På grund av klimatförändringarna kommer återkomsttiden för de dimensionerande regnen att halveras. Räknat i regnintensitet innebär detta en trolig ökning med 20–40 %.
- I Kungshult kommer det till spillvattennätet in vatten motsvarande 0,6 ha hårdgjorda ytor. De ökande regnintensiteterna innebär att källaröversvämningarna kommer att öka om inte problemen med dagvatten i spillvattenledningen åtgärdas.
- Modellberäkningarna antyder att dagvattennätet översvämmas med knappt 5 års återkomsttid. Utan åtgärder kommer översvämningar att uppträda oftare än så på grund av de ökande regnintensiteter som klimatförändringarna medför.
- Åtgärderna som föreslås skulle innebära att Kungshults dagvattennät blir dimensionerat för ett 10-årsregn vars regnintensitet har förstärkts med 40 %.

Resultaten från den här studien bör valideras genom att modellerna kalibreras med flödesmätningar och insamling av regndata under en längre tid. På så sätt fås en mer väskalibrerad dagvattenmodell och den hårdgjorda yta som konstaterats som felaktigt ansluten till spillvattennätet kan valideras. Dessutom kan mätningarna hjälpa kommunen att avgöra vilken källa det ovidkommande vattnet i spillvattenledningen har. De extrema regnen 2005 och 2006 tyder på att regnintensiteterna i Kungshult ökar och orten kan därför utgöra en bra plats att utföra vidare forskning om klimatförändringarnas effekter på extrema regn på.

Referenser

- Allan, R. P., & Soden, B. J. (2008). Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes. *Science* Vol. 321 no. 5895, 1481–1484.
- Arnbjerg-Nielsen, K. (2006). Significant climate change of extreme rainfall in Denmark. *Water Science and Technology*, 54 (6–7), 1–8.
- Ashley, R., Balmforth, D., Saul, A., & Blanksby, J. (2005). Flooding in the future – predicting climate change, risks and responses in urban areas. *Water Science and Technology*, 265–273.
- Bengtsson, L. (2008-1). Extrema dygnsregn och trender i Skåne och på västkusten. *Vatten* 64, 31–39.
- Bengtsson, L. (2008-2). Korrespondens via e-mail 2008-09-17.
- Berggren, K. (2007). Urban Drainage and Climate Change – Impact Assessment. Division of Architecture and Infrastructure from the department of Civil, Mining and Environmental Engineering at Luleå University of Technology.
- Dahlström, B. (2006). Regnintensitet i Sverige – en klimatologisk analys. VA-FORSK Nr 2006-26.
- DHI. (2006). Regneark til bestemmelse af regnkurver og CDS-regn. Styregruppen for Spildevands komitéens Regnmålersystem.
- Hernebring, C. (2006). 10-årsregnets förekomst, förr och nu – regndata för dimensionering/kontrollberäkning av VA-system i tätorter. VA-forsk Nr 2006-04.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. IPCC.
- SMHI Rosby centre. (2007). www.smhi.se/sgn0106/leveranser/resultat.htm
- Hämtat 2008-09-17, hemsidan uppdaterad 2007-08-03
- Svenskt vatten. (2007). Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem – Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen. VA-forsk M134.
- Svenskt vatten. (2004). VAV P90 – Dimensionering av allmänna avloppsledningar.

Efterord

Ett stort tack till min examinator, universitetslektor Karin Jönsson och till min handledare, professor Jes la Cour Jansen för all hjälp under arbetets gång. Examensarbetet har utförts i samarbete med Ramböll AB i Malmö där Lena Sjögren förtjänar ett stort tack för det engagemang hon har visat under hela perioden. Jag vill också tacka Katarina Westerling, Anders Horstmark och Sara Borglin på Eslövs kommun för den goda kontakten och för att jag genom hela processen har fått tillgång till alla uppgifter jag bett om utan dröjsmål.