

Examensarbete  
TVVR 11/5002

# Metodutveckling för sårbarhetsbedömning vid översvämningar orsakade av intensiv nederbörd

En tillämpning på Lunds stad

---

Petra Berggren  
Jon Christiansson



Division of Water Resources Engineering  
Department of Building and Environmental Technology  
Lund University



Metodutveckling för sårbarhetsbedömning vid  
översvämningar orsakade av intensiv nederbörd

*En tillämpning på Lunds Stad*

Petra Berggren  
Jon Christiansson

Copyright © Petra Berggren & Jon Christiansson  
Institutionen för Teknisk Vattenresurslära  
Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet  
Box 118  
221 00 Lund  
046-222 00 00

Division of Water Resources Engineering  
Lund University, Sweden  
Box 118  
SE-221 00 Lund  
(+46)46-222 00 00

Printed in Sweden, 2011

**Titel** Metodutveckling för sårbarhetsbedömning vid översvämningar orsakade av intensiv nederbörd.

**Title** Development of method for vulnerability assessment for floods caused by intense rainfall.

**Författare** Petra Berggren, Jon Christiansson

**Antal sidor:** 67

**Illustrationer:** Petra Berggren och Jon Christiansson om inget annat anges.

**Sökord** Översvämning, Klimatförändring, Risk, Sårbarhetsanalys, Modellutveckling, Tillståndspliktiga verksamheter.

**Keywords** Urban floods, Climate change, Risk, Vulnerability assessment, Model, development, Licensed activities.

### **Abstract**

The changing climate may contribute to more urban flooding in the future. This report intends to develop a model to identify areas in cities where the risk of flooding is high. Furthermore the report shows a way how the human vulnerability can be analyzed in these areas. The factors with the greatest impact on how an area can be flooded are considered to be the topography, the physical environment and the design of the drain- and sewage grid. What determine the extent of floods consequences are the items in the area that may have impact on human vulnerability. Human vulnerability is divided in this report into three categories, health, environment and safety. When the model was applied in Lund City it showed that the area Gastelyckan in southeastern Lund has the largest flood propensity. An analysis of the area showed that several items that could pose a threat to human vulnerability lies within the areas boundaries. This kind of methodology is not so common in the Swedish risk and vulnerability work, and in view of climate change and urban growth, this report is regarded as an important contribution to the municipal work on climate adaptation.

# Sammanfattning

---

I och med klimatförändringen kan Sverige med stor sannolikhet vänta sig en förändring i temperatur- och väderförhållanden. Lund är en stad med hög tillväxthastighet, och en ökad befolkning medför dels en ökad bebyggelse men också ett ökat tryck på vattenhanteringen. Ett förändrat nederbördsmonster i kombination med befolkningsförändring medför ett framtida översvämningshot mot människan och samhället.

Målet med detta projekt var att göra en översiktlig bedömning om vilka områden i Lunds Stad som riskerar att drabbas av översvämning på grund av kraftig nederbörd. Detta gjordes genom att utveckla en modell som tar hänsyn till och väger samman de parametrar som anses påverka översvämningsrisken mest. Modellen utformades för att bli kostnadsfri och lätt att använda. Endast Microsoft Office och ett illustrationsprogram av normal standard krävs.

Det undersöktes också hur en människa kan påverkas av en översvämning, både direkt och indirekt och vilka som är de största hoten mot människan i fallet Lund Stad. En människas sårbarhet vid översvämning delas här in i tre olika kategorier:

*Hälsa* som kan påverkas av bakteriespridning till dricksvattnet eller förorenade grödor.

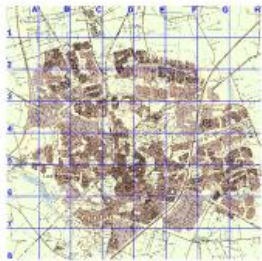
*Miljö* som kan påverkas då tillståndspliktiga verksamheter som behandlar farliga ämnen sprider föroreningar till odlingsmark och vattenskyddsområden.

*Säkerhet* som försämras då viktiga samhällsfunktioner så som infrastruktur och räddningstjänst påverkas.

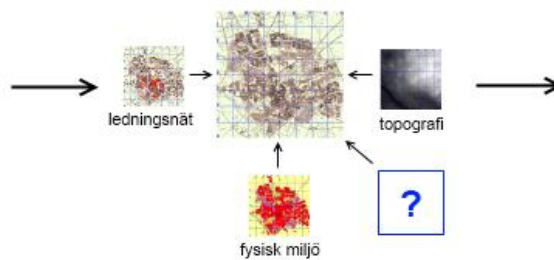
Modellen visade att området Gastelyckan i sydöstra Lund har störst benägenhet att drabbas av översvämningar. Gastelyckan är ett industriområde med många tillståndspliktiga verksamheter, även Lunds Brandkår ligger där vilket ökar områdets sårbarhet. Där finns inga bostäder vilket medför att kategorierna *miljö* och *säkerhet* är de mest intressanta att analysera. Modellen visade också att det finns mer centrala områden som har hög översvämningsrisk som kan vara intressanta och viktiga att titta närmare på.

Denna typ av arbete är inte så vanligt förekommande i svenskt risk- och sårbarhetsarbete och med tanke på klimatförändringen och många städers tillväxt anses modellen som ett viktigt bidrag till kommunalt arbete med klimatanpassning. Metodiken redovisas nedan.

**1. Sätt systemgräns och applicera rutnät**



**2. Samla data om översvämningsparametrar**

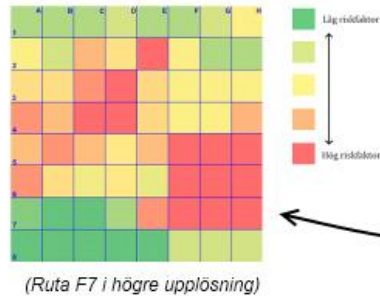


**3. Justera och kalibrera modell**

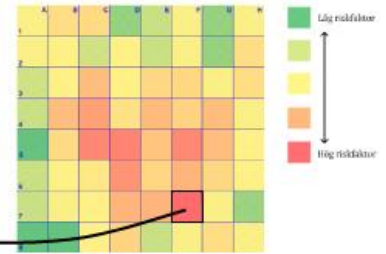
**6. Utför sårbarhetsbedömning för den/de rutor med högst riskfaktor**

- Identifiera känsliga faktorer:
- Farliga verksamheter
  - Skyddsobjekt
  - Bostäder
  - Infrastruktur
  - Räddningstjänster
  - Odlingmark
  - Övriga viktiga samhällsorgan
- Beskriv möjliga scenario  
Analysera och dra slutsatser  
Förslag till åtgärder

**5. Simulera utvalda rutor i högre upplösning**



**4. Simulera och identifiera riskområden**



# Summary

---

With climate change, Sweden is likely to expect a change in temperature and weather conditions. Lund is a city with a high growth rate, and an increasing population leads to both an increase in settlements but also increased pressure on water management. A change in rainfall patterns, combined with population change involves future urban flood threats against people and society.

The main goal of this project was to make an overall assessment of areas in Lund with high risk of flooding due to heavy rainfall. This was made by developing a model that considers and weighs the parameters that affects the flood risk at the most. The model was designed to be free of charge and easy for everyone to use. Only Microsoft Office and an illustration program by normal standards are required.

Another part of the project was to examine how a person can be affected by an urban flood, both directly and indirectly, and which threats are the greatest ones to mankind in case of city of Lund. A person's vulnerability to flooding divides here into three different categories:

*Health* that can be threatened by bacterial spread to drinking water or contaminated crops.

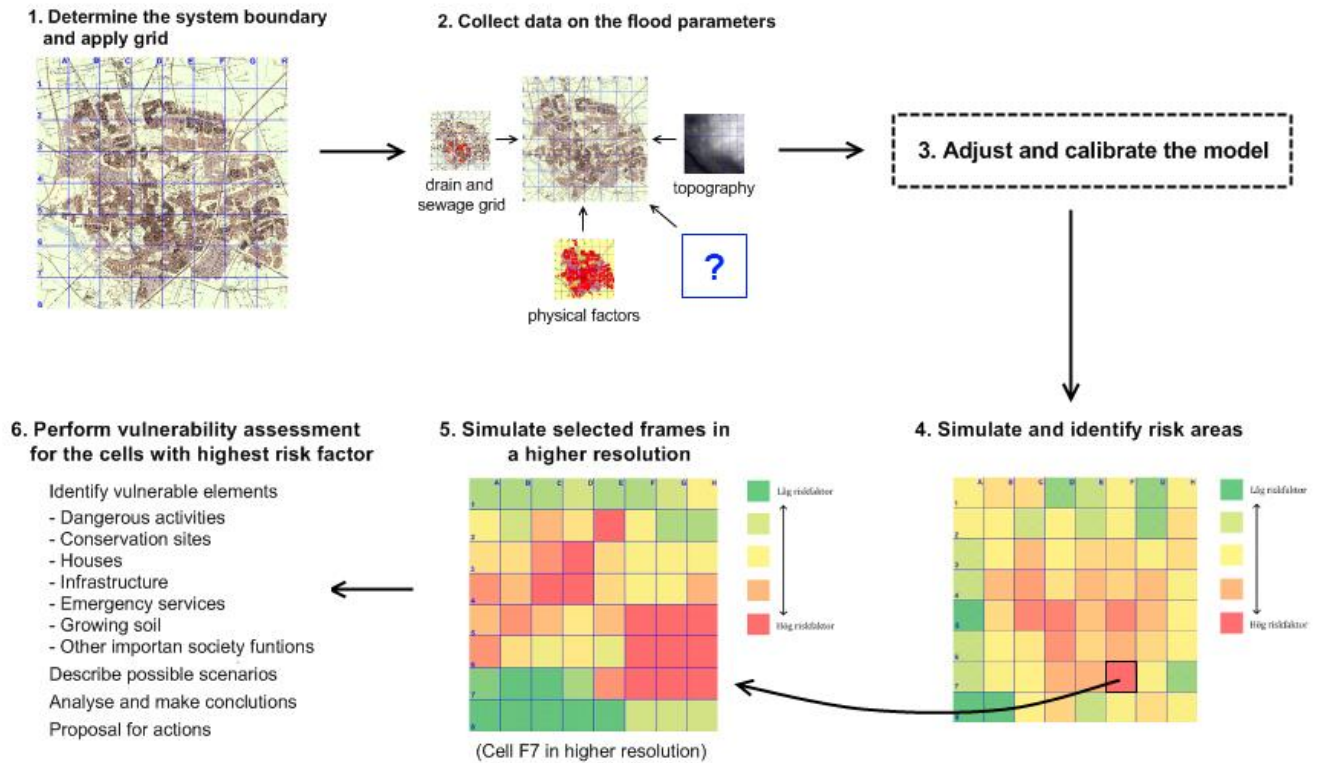
*Environment* that may be affected when the dangerous activities dealing with hazardous substances can be spread to and contaminate arable land and water protection areas.

*Safety* that degrades when vital public services such as infrastructure and emergency services are affected.

According to the model the area Gastelyckan in southeastern Lund are most prone to flooding. Gastelyckan is an industrial area with many dangerous activities, Lunds fire department is also located there, which increases the area's vulnerability. There are no people living in the area, which means that the categories *environment* and *security* is the most interesting to analyze. The model also showed that there are more central areas in Lund of high urban flood risk that could be interesting and important to look at in the future.



This type of work is not so common in the work of Swedish risk and vulnerability, and in view of climate change and many urban growths this model is considered as an important contribution to the municipal work on climate adaptation. The approach of the methodology is described below.



# Innehållsförteckning

---

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte och mål.....	1
1.3 Frågeställningar.....	2
1.4 Arbetsgång .....	2
1.5 Målgrupp .....	3
1.6 Avgränsningar .....	3
<b>2 Litteraturstudie</b> .....	<b>4</b>
2.1 Klimatförändring.....	4
2.2 Översvämning .....	6
2.3 Risk- och Sårbarhetsanalys .....	11
2.4 Människans sårbarhet med avseende på hälsa, miljö och säkerhet i samband med översvämning .....	15
2.5 Historiska översvämningar och deras konsekvenser.....	18
2.6 Lagstiftning .....	19
2.7 Tillståndsprövning .....	20
<b>3 Metodikutveckling</b> .....	<b>21</b>
3.1 Bedömning av topografisk information .....	22
3.2 Bedömning av fysisk miljö .....	25
3.3 Bedömning av ledningsnätets bidrag till översvämningsrisken.....	27
3.4 Kalibrering av modell .....	28
<b>4 Applicering av modell på Lunds Stad</b> .....	<b>30</b>
4.1 Identifiering av risker .....	31
4.2 Sårbarhetsbedömning.....	34
4.3 Scenarioanalys.....	37
<b>5 Analys av riskfaktorer</b> .....	<b>39</b>
5.1 Osäkerhetsanalys.....	39
5.2 Känslighetsanalys.....	41
<b>6 Diskussion</b> .....	<b>45</b>

<b>7 Slutsats .....</b>	<b>48</b>
<b>8 Referenser .....</b>	<b>50</b>
<b>Appendix A .....</b>	<b>55</b>
<b>Appendix B .....</b>	<b>58</b>
<b>Appendix C .....</b>	<b>59</b>
<b>Appendix D .....</b>	<b>61</b>
<b>Appendix E .....</b>	<b>65</b>
<b>Appendix F.....</b>	<b>66</b>

# 1 Inledning

---

*Som avslutande moment på civilingenjörsutbildningen i riskhantering görs detta examensarbete på institutionen för teknisk vattenresurslära. Avsnittet nedan presenterar bakgrund, syfte och mål, frågeställningar, metod, målgrupp och avgränsningar.*

## 1.1 Bakgrund

Under det senaste decenniet har det i Europa skett många översvämningar, detta har lett till att översvämningsdirektivet tagits fram och implementeras i EU-ländernas lagstiftning (Orleanna, 2002; Rosen et al, 2000). Generellt sett sker det fler översvämningar i områden med varmare klimat. I och med klimatförändringarna kan nordan med stor sannolikhet vänta sig en förändring i temperatur och väderförhållande. Storleken på förändringen är svår att förutspå, men att den ska ske är enligt många forskare ett faktum. Detta har gjort att flera kommuner i Sverige med storstadsregioner startat upp klimatanpassningsprojekt för att gå mot en säkrare och mer hållbar framtid. Lund är en stad med hög tillväxthastighet, en ökad befolkning medför dels en ökad bebyggelse men också ett ökat tryck på vattenhanteringen. En ökad bebyggelse gör att andelen hårdgjorda ytor blir större och att avrinningen ökar. Ett förändrat nederbördsmonster i kombination med befolkningsförändring medför därför ett framtida översvämningshot för människan och samhället.

Grundstommen i detta projekt handlar om att utveckla en metodik för övergripande identifiering och sårbarhetsbedömning med avseende på översvämningar vid intensiva regn i stadsmiljö. Denna typ av kartläggning har inte gjorts tidigare i så stor utsträckning. Det sårbarhetsarbete i samband med översvämningar som bedrivits har i mest handlat om översvämningar vid vattendrag. För städer utan vattendrag och som inte ligger i närheten av kusten har inte så mycket översvämningsarbete utförts. Detta projekt avser att utveckla en metodik tillämpbar på sådana städer. Metodiken ska dels identifiera de områden med högst risk för översvämning samt därefter analysera sårbarheten för dessa områden. Metoden ska vara tillgänglig för alla kommuner och kommer utformas så att den blir mindre kostsam, inte för tekniskt avancerad att använda.

## 1.2 Syfte och mål

Målet med arbetet är att göra en sårbarhetsbedömning för Lunds Stad med avseende på översvämningar orsakade av kraftig nederbörd. De områden med

störst risk att översvämmas då stora mängder nederbörd faller ska kartläggas och analyseras. Analysen kommer utreda vilka objekt i de översvämningskänsliga områden som kan påverkas och drabbas av negativa konsekvenser i de fall en översvämning sker. Även de konsekvenser som då kan uppkomma kommer att diskuteras.

Arbetets syfte är att kommunen ska kunna ta del av sårbarhetsbedömningen vid behov, särskilt i samband med diverse klimatprojekt och planering av framtida projekt som har klimatförändringarna i åtanke.

## 1.3 Frågeställningar

- För vilka områden i Lunds Stad finns en, i jämförelse med andra områden inom Lunds Stad, större risk att drabbas av en översvämning i samband med kraftig nederbörd?
- Hur definieras en människas sårbarhet och hur kan denna påverkas vid ovan beskrivna översvämningar?
- Vilka hot finns i Lunds stad mot skyddsobjektet människan med avseende på hälsa, miljö och säkerhet vid översvämningar?

## 1.4 Arbetsgång

Projektet inleds med en litteraturstudie som i början har sin tyngdpunkt på litteratur om klimatförändring, risk- och sårbarhetsanalyser och hur översvämningar hanteras i dessa. En omfattande studie av olika kommuners och landstings nyligen gjorda risk- och sårbarhetsanalyser genomförs. Litteraturen som studeras hittas i första hand med hjälp av sökverktygen ELIN (Electronic Library Information Navigator) och ScienceDirect. De olika kommunernas och landstingens risk- och sårbarhetsanalyser finns att tillgå på kommunens respektive landstingets hemsidor. Sammanställning och analys av informationen finns i kapitlet Litteraturstudie. Kunskaperna insamlade i litteraturstudien ger en möjlighet att utveckla den metod som ska användas för att få svar på frågeställningarna. Även de teoretiska modeller som kommer att användas definieras. En metod för att göra en övergripande inventering över vilka områden i Lunds stad som löper högre risk att drabbas av en översvämning vid kraftig nederbörd utvecklas med vetenskaplig bakgrund från litteraturstudien för att sedan appliceras. Därefter analyseras metodens resultat, osäkerhet och känslighet.

## 1.5 Målgrupp

Projektet vänder sig först och främst till avdelningar inom Lunds kommun som arbetar med risk och sårbarhet. Projektet riktar sig även till andra kommuner som en inspirationskälla till hur arbetet med risk och sårbarhet vid översvämningar kan ske och till de som ser ett intresse av en vidareutveckling av metoden.

## 1.6 Avgränsningar

För att projektet ska bli rimligt stort och hinnas klart på ungefär 20 veckor så görs en rad avgränsningar innan det påbörjas.

I området som modellen avser undersöka ingår endast Lunds Stad, inga delar av den övriga kommunen ingår. Det är också stadens utbredning i dagsläget som modellen kommer att appliceras på, varken hur det har sett ut innan eller eventuella framtida utbredningar av Lunds Stad kommer att beaktas.

Att ta med ledningsnätets fullständiga påverkan på översvämningar i modellen blir i stort sätt omöjligt då inte bara ledningsnätets utbredning och beräknade kapacitet påverkar hur vatten från nederbörd hanteras. Felkopplingar, läckage och sättningar i ledningsnätet har extremt stor effekt på kapaciteten och dessa är omöjliga att kartlägga och ta med i beräkningarna. Alltså får ledningsnätets utformning en ytterst liten del i modellens sammanvägning av de faktorer som kan ge upphov till översvämningar.

Även om det i början av rapporten är beskrivet hur klimatförändringar kan komma att förändra nederbördsmängder och intensitet så baseras alla slutsatser på den nuvarande nederbördssituationen. Att göra uppskattningar angående framtidens regn skulle medföra alltför stora osäkerheter.

I frågeställningarna står det att det är människan som är det skyddsvärda och att det är människans sårbarhets i samband med översvämningar som ska undersökas. Med detta sagt så görs avgränsningen att det endast är människans fysiska hälsa som avses. Det kommer alltså att undersökas hur sårbar en människas fysiska hälsa är i samband med översvämningar, utan att hänsyn tas till varken mental eller social hälsa.

## 2 Litteraturstudie

---

*För att få den kunskap som behövs för att kunna uppfylla arbetets syften och mål kommer en litteraturstudie att genomföras. Litteraturen som studeras föreslås dels av handledarna, dels gör studenterna en egen sökning efter litteratur som de bedömer är lämplig.*

### 2.1 Klimatförändring

Arbetet med klimatförändringar har på senare tid blivit allt mer integrerat och accepterat i vårt vardagliga arbete. Lokala och globala organ har skapats för att utföra viktig forskning samt för att sätta krav och lagar för hur vi ska göra för att gå mot en hållbarare och säkrare framtid. Ett av de ledande organen som berör klimatfrågorna är FN:s klimatpanel (IPCC) vars huvudsakliga uppgift är att internationellt bidra med vetenskaplig fakta om klimatförändringen samt vilka effekter den har på miljön och samhället (Naturvårdsverket I, 2010).

Arbetet inom Europa sker främst av Europeiska kommissionen vars högsta prioritet är att bekämpa klimatförändringen. De har tagit fram lagar, strategier och förslag kontinenten över hur vi ska lokalt och globalt ta itu med problemet (Europiska kommissionen, 2010).

Genom förslag och krav har den svenska regeringen satt upp en hård målsättning för vårt klimatarbete. Regeringen vill att Sverige ska vara en förebild för andra länder hur arbetet med klimatet ska drivas tekniskt, ekonomiskt och politiskt (Regeringskansliet II, 2010). Lokala klimatanpassningsprojekt drivs därför kommunalt där frågor så som kommunens framtida hälsa, biologisk mångfald, vattenförsörjning och säkerhet tas upp (Länsstyrelsen, 2010).

De mänskliga utsläppen av växthusgaser har en negativ inverkan på jordens klimat. Den så kallade växthuseffekten kommer med stor sannolikhet att fortsätta lång tid framöver. Åtskilliga studier och forskningar om klimatförändringar och människans påverkan på klimatet har utförts. Många forskare är eniga om att en betydande följd av växthuseffekten är att den kommer höja jordens medeltemperatur och därmed ändra vårt klimat (Rummukainen, 2010; Bernes, 2007).

#### 2.1.1 Ökad temperatur

Enligt FN:s klimatpanel IPCC kommer jordens medeltemperatur höjas från 1980 till 2090-talet med 1,1 till 6,4 grader Celsius. Det råder dock viss

osäkerhet om vad som påverkar temperaturhöjningen, vilket visas av temperaturintervallets varians (Bernes, 2007).

### 2.1.2 Extrema väderhändelser

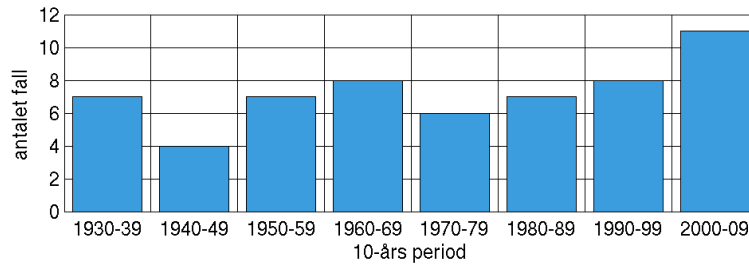
Det finns mycket som tyder på att frekvensen av extrema väderförhållanden kommer öka under kommande århundraden på grund av klimatförändringen (Katz et al, 2002; Suarez, 2005). Dock råder det en tvist forskare emellan vad de exakta effekterna kommer bli. I en rapport från 2007 har IPCC sammanfattat kunskapsläget om människans inverkan på extrema händelser samt de nya trenderna (Rummukainen, 2010). Resultatet visar att en betydande effekt av klimatförändringen kommer vara ökad förekomst och andel av skyfall. Att intensivare nederbörd kommer inträffa i större skala vid olika områden på jorden som effekt av klimatförändringen är många forskare eniga om (Katz et al 2002; Bernes, 2007; Rummukainen, 2010). Vid ökad temperatur ökar normalt avdunstningen. Generellt kommer därför med en temperaturhöjning mer vattenånga att tillföras till atmosfären, detta medför i sin tur att nederbörden kan öka i de områden där avdunstningen tilltar (Bernes, 2007).

### 2.1.3 Nederbörd

Nederbördseffekterna vid en klimatförändring skiljer sig avsevärt beroende vilken plats på jorden man befinner sig. Vad det gäller Sverige är forskare eniga om att nederbördsmängderna kommer minska på sommaren och öka på vintern. De två största hoten, som uppkommer av denna förändring i nederbördsmönstret, anses vara en ökning av intensiteten på kortvariga regn, alltså fler tillfällen med extrema nederbördsmängder samt större risk för utbredning av långvariga regn (Bernes, 2007).

Vad som anses vara extrem nederbörd varierar från område till område. I Sverige säger vi att extrem nederbörd inträffar då nederbördsmängden är 40 mm eller mer på ett dygn. Konsekvenserna av den extrema nederbörden påverkas avsevärt av hur väderleken såg ut före och kommer se ut efter den extrema nederbörden (Rummukainen, 2010). SMHI har utfört en analys över ett område i Sverige för att studera återkomsten för extrem nederbörd (se figur 1). Med extrem nederbörd menas enligt analysen minst 90 mm regn över arean 1000 km<sup>2</sup> under 24 h. Resultatet visar svaga tendenser till en ökad trend av mer återkommande extrema regn i framtiden.





Figur 1. Återkommande extrema regn över ett studerat område (SMHI II, 2010).

## 2.2 Översvämning

Översvämning är ett samlat begrepp som beskriver hur olika områden ställs under vatten. De kan uppstå vid sjöar och vattendrag, kustnära områden men även vid låglänta områden till följd av intensiv nederbörd. (Nyberg, 2008)

Vid inläsning om städers sårbarhetsarbete visade det sig att det har gjorts lite sårbarhets- och riskarbete om översvämningar i stadsmiljö. Den mesta forskningen om översvämningar i Sverige berör till största del endast områden vid sjöar och vattendrag samt kustnära städer. MSB, myndigheten för samhällskydd och beredskap, har som projekt att kartlägga sjöar och vattendrag som är känsliga för översvämning.

Orsakerna till översvämningar i stadsmiljö vid intensiv nederbörd är många (se tabell 1) och i flera fall kan det vara svårt att hitta den avgörande orsaken till varför just området svämmat över detta för att faktorerna som bidrar till översvänningsriskerna är så många men även för att en del är svåra att sätta exakta värden på. Ur tabellen kan tre orsaker identifieras som har en stor direkt påverkan för översvämningar i stadsmiljö och som är möjliga att sätta mätbara värden på. Det topografiska läget har en avgörande roll. Om ett område befinner sig i en lågpunkt kommer avrinningen från regnvattnet ta sig mot punkten. Den fysiska miljön har även en stor påverkan. Om ett område utgörs till stor del av hårdgjorda ytor så som asfalt och betong kommer vattnet inte kunna infiltrera och därför att stanna på ytan. Det är gröna ytor som parkområde som möjliggör infiltration av vattnet ner till grundvattnet (Svenskt Vatten, 2004; Nyberg, 2008). En tredje orsak är ledningsnätets förmåga att leda bort regnvatten. Om ledningsnätet är underdimensionerat ökar risken för stopp i ledningen.

Tabell 1. Faktorer som påverkar risken för översvämning (Clements, 2009).

<b>Faktorer som bidrar till översvämsrisker</b>		
<b>Metrologiska faktorer</b>	<b>Mänskliga faktorer</b>	<b>Topografiska faktorer</b>
Regnets varaktighet	Dålig struktur på ledningsnät	Topografi (lågpunkter)
Regnets intensitet	Urbanisering	Ogenomtränglig mark
Snösmältning	Avskogning	Jordmån och fukt
Temperatur	För effektiv dränering uppströms	Grundvattendjup
Vind	Klimatförändring	Avrinningsmönster
Luftfuktighet	Misslyckande dammar eller vallar	

I följande avsnitt presenteras de faktorerna med störst påverkan för översvämningsrisken.

### 2.2.1 Topografiskt läge

Enligt Nationalencyklopedin (NE I, 2010) kan topografi definieras som en detaljbeskrivning av ett område med avseende på terräng, vegetation, bebyggelse, kommunikationer och avrinning. Beskrivningen kan vara i både text-, bild- och kartform. Det är också vanligt att ordet topografi används om själva terrängen.

I en topografisk karta visas de lutnings- och höjdförhållanden som finns i ett område med hjälp av så kallade höjdkurvor eller nivåkurvor. Även ovan nämnda parametrar (vegetation, bebyggelse, kommunikationer och avrinning) åskådliggörs i samma karta (NE II, 2010).

Lantmäteriet har en databas med höjdinformation för hela Sverige: GSD Höjddata, grid 50+. I databasen finns information om höjdskillnader i Sverige, presenterat i ett rutsystem. En ruta visar höjdskillnader för ett område med en storlek på 50x50 meter. GSD Höjddata, grid 50+ används vid produktionen av ortofoton, vilka är flygbilder som blivit geometriskt korrigerade så att avbildningen är skalriktig. Noggranna höjddata är viktigt för att kunna genomföra en grundlig översvämningsanalys. Höjddata ur den ovan nämnda databasen har en upplösning på 50 meter och ett beräknat medelfel på +/- 2 meter (Lantmäteriet, 2010).

Höjdskillnader är avgörande för hur och var en översvämning uppstår. Fysikens lagar säger att vatten alltid kommer att ta den närmsta vägen till den lägsta punkt som är möjlig att nå. Gravitationen gör att vatten som hamnar på en sluttande yta alltid kommer att rinna utför sluttningen. Vid en översvämningsanalys är det så kallade avrinningsområdet viktigt. Avrinningsområde kan beskrivas som ett geografiskt område, som med sina

topografiska förutsättningar, leder den nederbörd som når områdets mark att passera en gemensam punkt (LTH, 2008).

## 2.2.2 Fysisk miljö

En stor orsak till att översvämningar sker i städer är de fysiska egenskaperna på materialet som är grund till många av de byggnader och vägar som utgör en stad. Hårdgjorda ytor så som asfalt och betong har ingen eller väldigt liten infiltrationsförmåga vilket leder till att det vatten som tillförs vid nederbörd avrinner på ytan till ledningsnätet eller stannar vid låglänta områden.

Lantmäteriet har skapat en databas med information över vegetation och markanvändning för Sverige indelat i fem kategorier med ungefär 60 klasser. Informationen är framtagen genom tolkning av satellitbilder från experter samt inhämtad data från olika myndigheter. Informationen är rikstäckande och har som minsta karteringsenhet 1-5 hektar (Lantmäteriet, 2010). Storleken på den minsta karteringsenheten bidrar till att skalan på informationen blir relativ odetaljerad. Detta medför vissa svårigheter vid marktäckeanalys av mindre områden så som stadsdelar eller specifika bostadsområden. Då en översiktlig analys ska göras över en hel stad anses informationen tillräckligt bra för att få en rimlig bild över markytans utformning.



Figur 2. Beskrivning av marktäckedata (Lantmäteriet, 2010)

Ett sätt att tekniskt beskriva markavrinnings beroende på olika typer av underlag är att använda sig av en avrinningskoefficient. Koefficienten är ett uttryck för hur stor del av nederbörden som avrinner efter avdunstning, infiltration och absorption. Den kan beskrivas som kvoten mellan den maximala dagvattenavrinningen och den dimensionerade regnintensiteten och håller sig inom intervallet 0 – 1. Koefficienten är en sammanvägning av tabellerade värden (se tabell 2) samt andelen av vilka typer av ytor som finns på avrinningsområdet (Svenskt Vatten, 2004; Larm T, 2000). Specifikt för

avrinningskoefficienten är att den är ett medelvärde för årlig avrinning över ett specifikt avrinningsområde samt att den är enhetslös.

Ekvation 1, avrinningskoefficient:

$$\varphi A = \frac{A_1\varphi_1 + A_2\varphi_2 + \dots + A_n\varphi_n}{A_1 + A_2 \dots + A_n}$$

Tabell 2. Avrinningskoefficienter för olika typer av ytor (Svenskt vatten, 2004).

Avrinningskoefficienter för olika miljöer	
Typ av yta	Avrinningskoefficient
Tak	0,9
Betong-och asfaltyta	0,8
Stensatt yta med grusfogar	0,7
Grusväg, starkt lutandebergigt parkområde	0,4
Berg med lite för stark lutning	0,3
Grusplan och grusad gång, obebyggd kvartersmark	0,2
Park med rik vegetation samt kuperad bergig skogsmark	0,1
Odlad mark, gräsytor, ängsmark	0-0,1
Flack tätbevuxen skogsmark	0-0,1

För att använda marktäckedata från Lantmäteriet som en översiktlig grund för att bestämma markens utformning vid olika områden i Lunds stad görs en kvalitativ sammanvägning av koefficienterna i tabell 2 och informationen. Vid industrier och tät stadsstruktur antas konstanten få ett högt värde. Detta eftersom stora delar vid dessa områden är nästan alltid täckta med tak, vägar, betong och asfaltytor. Gles stadsstruktur utgörs till största del av villaområden med trädgård eller lägenhetsområde. Eftersom den rikliga växtligheten som täcker stora delar av dessa ytor blir konstanten vid gles stadsstruktur därför lägre.

### 2.2.3 Ledningsnät

Ett områdes förmåga att hantera de nederbörds mängder som faller beror delvis på vilken kapacitet områdets ledningsnät har. Andra faktorer som spelar in är topografiskt läge och fysisk miljö.

Ett ledningsnät kan vara utformat på olika sätt, vilka dessa sätt är och viktiga begrepp som ingår beskrivs kort nedan.

VA-ledningsnät: Omfattar ledningar för dag-, dränerings- och spillvatten (Berndtsson, 2005)

Spillvatten: Förorenat vatten som kommer från hushåll, industrier, serviceanläggningar etc. (Berndtsson, 2005).

Dagvatten: Ytvatten som kommer från nederbörd (Berndtsson, 2005).

Dräneringsvatten: Även kallat dränvatten. Vatten som avleds genom dränering från husgrunder, jordbruk, anläggningar etc. (Berndtsson, 2005).

Kombinerat system: Gemensam ledning för spill-, dag- och dräneringsvatten (Svenskt vatten 2007).

Duplikatsystem: Spill- och dagvatten avleds i olika ledningar och dräneringsvattnet kan kopplas till vilken som helst av dessa (Svenskt vatten 2007).

Separatsystem: Spill- och dagvatten avleds i olika ledningar, precis som i ett duplikatsystem. Skillnaden är att dagvattnet antingen kan hanteras lokalt eller avledas i ett dike samtidigt som dräneringsvattnet avleds till spillvattenledningen eller till en egen dräneringsledning (Svenskt vatten 2007).

Icke verksamt duplikatsystem: Dagvattnet leds inte direkt från duplikatsystemet till recipienten, utan är kopplat till ett kombinerat system (Svenskt vatten 2007).

Recipient: Det vattenområde där det reade eller orenade spill-, dag- och dräneringsvattnet släpps ut (Rikstermbanken I, 2010).

Bräddning: Är när orenat vatten släpps ut till närmaste vattenområde för att undvika källaröversvämningar. Sker i regel i kombinerade system efter kraftiga regn, då den blandade mängden av spill- och dagvatten bli för stor för ledningsnätet (Svenskt vatten, 2005).

Reningsverk: En anläggning dit spill- och ibland även dag- och dräneringsvatten leds för att behandlas och renas. Det reade vattnet släpps sedan ut i ett mottagande vattenområde; en recipient (Rikstermbanken II, 2010).

De första avloppssystemen anlades i slutet av 1800-talet, men det dröjde till början av 1900-talet innan konstruktion och utbyggnad av ledningsnät förekom i de flesta städer och samhällen. Alla ledningsnät bestod vid denna tid av kombinerade system. Det var inte förrän på 1950-talet som det duplikata avloppssystemet slog igenom, och sedan dess är det endast detta som anläggs vid nybyggnation. På 1960- och 70-talet fastslogs det av Koncessionsnämnden och Vattendomstolen att alla kombinerade system skulle göras om till separata. Det insågs dock i slutet av 1970-talet att nyttan med detta endast var marginell i

jämförelse med allt arbete och de kostnader som förändringen skulle kräva och beslutet hävdades. Alltså finns det fortfarande områden vars ledningsnät utgörs av kombinerat system. (Svenskt vatten, 2007)

Kombinerat ledningsnät är ofördelaktigt ur översvämningssynpunkt när det kommer stora mängder nederbörd. Allt vatten från nederbörden, som inte fångas upp av exempelvis vegetation eller andra ytor som har förmåga att hålla kvar vatten, leds direkt ned i ledningsnätet som snabbt blir överbelastat. Överbelastningen beror dels på förändringen i regnmönstret som forskare förutspår, där de antar att större mängder nederbörd numer tenderar att komma mer koncentrerat och på kortare tid (Berns, 2007), dels på att ledningarna i ett kombinerat system har mindre dimensioner och alltså kan ta hand om mindre vattenvolymer än ett separat eller duplikat system.

Men att bara ta hänsyn till ledningsnätets typ och dimensioner vid bedömning av hur översvämningens benäget ett område är kan vara missvisande. Det förekommer även yttre påverkan på ett ledningsnätets kapacitet, exempelvis kan ledningen ha skadats på grund av att trädrötter växt in i den eller på grund av sättningar. Det kan också bli stopp i ledningen, antingen orsakat av något föremål som fastnat eller på grund av att fett har avsatts i ledningen. Ovan nämnda händelser är bara några av de exempel som finns på hur faktorer utifrån kan påverka förmågan att leda bort vatten från nederbörd. (VA Syd, 2010; WMO, 2008)

## 2.3 Risk- och Sårbarhetsanalys

Begreppet risk kan definieras på flera olika sätt beroende på sammanhang. En vanlig definition är att risken med en händelse är en sammanvägning av sannolikheten för att händelsen sker och de konsekvenser som händelsen medför.

En riskanalys görs i syfte att identifiera riskkällor och uppskatta eller bedöma riskens storlek.

Riskanalys definieras internationellt som:

*”Systematisk användning av tillgänglig information för att identifiera riskkällor och uppskatta risken för individer, populationer, egendom eller miljö”*

Översättning av ”Systematic use of available information to identify hazards and to estimate the risk to individuals or populations or the environment” (International Electrotechnical Commission, IEC 1995, s 11)

En riskanalys kan genomföras på olika sätt beroende på vilken metod som väljs. Metoden kan vara antingen kvantitativ, kvalitativ eller innehålla inslag av båda sorterna.

I en kvantitativ metod för riskanalys används kvantifierbara data, siffror, för att visa samband och storlek för risk, sannolikhet och konsekvens. Att en metod är kvalitativ betyder att det inte sätts siffror på ovanstående begrepp eller genomförs beräkningar. Istället används andra sätt att beskriva och redovisa bedömningen av risk, sannolikhet och konsekvens. I en riskanalys bör även analysens osäkerheter diskuteras.

Begreppet sårbarhetsanalys används ofta i samband med riskanalys. 2006 utfärdades ”Lag (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap”. Resultatet av arbetet som denna lag ger upphov till ska värderas och sammanställas i en risk- och sårbarhetsanalys (Regeringskansliet I, 2 kap. 1 §).

Ett systems sårbarhet visar sig i systemets oförmåga att stå emot, hantera och återhämta sig från påfrestningar som drabbar systemet (Hallin et al., 2001). Sårbarhet kan relateras till begreppet resiliens. För att beskriva betydelsen av resiliens kan det sägas att ett system är resilient inför händelser och påfrestningar som inte har så stor påverkan på systemet att det skapas några störningar (Rummukainen, 2010). Även begreppet robust, som betyder motståndskraftig, används i dessa sammanhang (Rikstermbanken III, 2010).

I en sårbarhetsanalys står det skyddsvärda systemet i centrum. Istället för att ha riskkällan i fokus som i riskanalysen, så analyseras frågeställningar med avseende på det som anses skyddsvärt som ”vilka konsekvenser kan fås som följd av riskkällan och hur stor är sannolikheten att detta inträffar?”, ”vad är värt att skyddas, vilka är de största hoten mot detta och vilka angreppspunkter är möjliga?” samt ”hur allvarligt påverkas det som är skyddsvärt av en påfrestning utifrån, och hur god är förmågan att hantera påfrestningen och sedan återhämta sig?” (Hallin et al., 2004).

I ”Lag (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap” står det inte vilken metod som ska användas för att göra risk- och sårbarhetsanalysen. Detta resulterar både i att många olika metoder används, men också i att nya metoder tagits fram för att underlätta för kommuner och landsting. Gemensamt för dessa metoder är dock att alla består av scenarionalyser. Ofta har de olika aktörerna inom kommun och landsting fått välja ut vilka scenarion de anser är relevanta inom sitt expertområde och beskriva dessa. Sedan analyseras scenarierna, med

hjälp av en metod som kan väljas godtyckligt av den som är ansvarig för risk- och sårbarhetsanalysen. I en rapport (Johansson m.fl., 2007) görs en beskrivning av vad författarna kallar ”seminariebaserade scenariometoder” för risk- och sårbarhetsanalys. En genomgång av 13 risk- och sårbarhetsanalyser från olika kommuner och landsting i Sverige<sup>1</sup> visar att det i fem av fallen är en metod ur den kategorin som används. De tre metoder som rapporten tar upp och klassificerar som seminariebaserade scenariometoder är IBERO, ROSA och MVA. Då en metod av den här typen används arrangeras som inledning gruppdiskussioner i vilka de olika aktörerna i kommunen eller landstinget deltar och genom samtal kommer fram till vilka olika riskscenarier som kan inträffa och som bör analyseras vidare. Om IBERO eller MVA används fokuseras det i de inledande diskussionerna på att kartlägga skyddsvärda objekt som finns i kommunen eller länet, medan man i ROSA fokuserar på hot och möjliga riskscenarier.

Resultatet av de inledande diskussionerna blir, i vilken av de tre metoderna man än använder, en lista med olika riskscenarier som kan inträffa eller aktuella hot som föreligger. Ur listan selekteras, godtyckligt, de riskscenarier som går vidare till en mer djupgående analys, med vilken syftet är att kartlägga de olika aktörer som berörs samt deras förmåga att hantera det aktuella riskscenariot. Även påfrestningens konsekvenser bedöms. Resultaten som kommer från analyserna visar de områden där de olika aktörernas förmåga bör bli bättre.

En skillnad mellan IBERO och de andra metoderna är hur konsekvensbedömningarna utförs. Om IBERO används så ska de som utför den mer djupgående analysen av riskscenarierna och dess konsekvenser även värdera konsekvenserna med avseende på fem olika attribut: Människoliv, Hälsa, Hjälpbehov, Miljöskador, Ekonomi. Varje attribut graderas enligt en femgradig skala: Katastrofala, Mycket stora, Stora, Måttliga, Inga. Att konsekvensbedömningen är mer reglerad i IBERO beror på att metoden har som ett av sina resultat att det ska vara gångbart med en jämförelse mellan olika analyser inom metoden. Detta underlättas när samma konsekvensattribut och kriterier används vid värderingarna (IBERO).

---

<sup>1</sup> Alvesta kommun (ROSA), Gävleborgs län, Hällefors kommun, Kalmar kommun (ROSA), Karlstads kommun, Ljusnarsbergs kommun, Lund (IBERO), Malmö stad (MVA), Vänersborgs kommun, Västerbottens län, Stockholms läns landsting (IBERO), Nynäshamns kommun, Pajala kommun



En annan olikhet mellan de tre metoderna är att både IBERO och MVA har programvara för datorer som hjälper vid genomförandet av analyserna, medan ROSA inte har någon mjukvara tillgänglig för detta (Johansson m.fl., 2007).

### 2.3.1 Sårbarhet vid översvämning

I en rapport från ICE (2001) finns en modell som visar hur konsekvenser till följd av översvämningar systematiskt kan beskrivas (se figur 3). Källan och flödesvägen beskriver tillsammans faran för översvämning. Vid sårbarhetsarbete är det viktigt att i ett tidigt skede definiera vad som ska vara skyddsvärt, det som beskrivs som mottagare i modellen. Detta för att kunna identifiera vad som kan göra mottagaren sårbar.



Figur 3. Beskrivande modell om konsekvenser till följd av översvämningar

Skador till följd av översvämning kan delas in i två olika kategorier, direkta respektive indirekta skador (se tabell 3). Direkta skador är sådana skador som direkt kan anknytas till det översvämmade området medan indirekta skador kan uppstå utanför det översvämmade området som följd av en dominoeffekt. (Nyberg, 2008)

Tabell 3. Skador till följd av översvämning (Nyberg, 2008).

Skador vid översämningar		
	Materiella	Immateriella
Direkta	Bostäder Fordon Infrastruktur Offentliga lokaler Avbrott i verksamhet Utrymning och räddningsinsats Infrastruktur Översvämningsskydd Saneringskostnader	Dödade Skador Djur Verktyg och kommunikation Historiska och kulturella förluster Miljö-förluster
Indirekta	Skador på företag utanför området Tillfällig evakureing	Samhälleliga störningar Skador på regeringen

I en forskningsrapport om översvämningar och riskhantering från Nyberg (2008) diskuteras vilka konsekvenser ett samhälle kan förvänta sig vid

översvämningar. Konsekvenserna kan delas in i tre olika aspekter, ekonomiskt sårbarhet, social sårbarhet och ekologisk sårbarhet. Ekonomisk sårbarhet berör förlorade ekonomiska värden. Det svåra med att studera ekonomisk sårbarhet är att det dels finns svårigheter att sätta exakta värden på olika typer av skador och dels att det kan uppkomma indirekta kostnader i framtiden som är svåra att förutspå. Enligt Nyberg (2008) kan social sårbarhet beskrivas som antalet människor som påverkas vid en översvämning. Hur många människor som påverkas kan i sin tur bestå av faktorer så som förlorade liv, hälsoaspekter, stress eller brist på vatten och sanitet. Ekologisk sårbarhet utgörs av skyddsvärda habitat eller arter, vattentäckers kvalitet samt kvaliteten på jordar.

Flödesvägen kan ha en betydande roll för konsekvenserna för mottagaren, speciellt om hänsyn tas till dominoeffektens påverkan på immateriella skador. Om det skyddsvärda är ett grönområde i stadsmiljö kan konsekvenserna vid intensivt regn bli förorening, detta om flödesvägen från källan kommer i kontakt med miljöfarliga ämnen från farliga verksamheter eller förorenade vägar och på så sätt transportera de icke önskvärda kemikalierna till mottagaren. Ett exempel som liknar en sådan händelse är översvämningen i Elbe 2002, där halten av arsenik, bly och koppar blev för hög i floden. Orsaken var att stora delar av flödesvägen utgjordes av ett gruvområde där de oönskade metallerna fanns (Nyberg, 2008).

## 2.4 Människans sårbarhet med avseende på hälsa, miljö och säkerhet i samband med översvämning

*Att identifiera och definiera vad som är skyddsvärt är ett elementärt måste för att en sårbarhetsanalys ska kunna genomföras.*

### 2.4.1 Hälsa

Eftersom Lunds Stad inte ligger vid kusten eller vid något större vattendrag så är risken att vatten ska tränga in i hus och medföra att människor får lämna sina hem på grund av vattenmassornas storlek och utbredning liten. Däremot har det förekommit källaröversvämningar om orsakats av nederbörd upprepade gånger i Lunds Stad. En källaröversvämning, i samma storleksordning som tidigare skedda, är inte direkt farlig för människans hälsa med avseende på vattenmassorna som trängt in i byggnaden. Det som däremot kan orsaka hälsoproblem är den efterföljande mögelväxt som vatten i byggnadsmaterial tenderar att orsaka. Det är allmänt känt och accepterat att det finns ett samband

mellan mögel i byggnader och sjukdomssymptom hos de som vistas i dessa byggnader under längre tidsperioder (Money, 2007).

Det som däremot är mer akut och kan skada flera människor innan det upptäcks och kan åtgärdas är föroreningsspridning till dricksvattnet i samband med en översvämning. Att föroreningen läcker ut kan ske på en mängd olika sätt. Det beror helt på de farliga ämnenas aggregationstillstånd och hur de förvaras. Exempelvis kan behållare undermineras av vattenmassorna för att sedan kollapsa, och då kan innehållet läcka ut och blandas med vattnet. Ett annat exempel är att industrier som använder kemikalier i sina processer svämmas över och då kommer alla farliga ämnen som används vid detta tillfälle att blandas med vattenmassorna från översvämningen för att sedan sprida sig. Den största faran med denna typ av spridning av farliga ämnen är att dricksvattnet kan bli förorenat. Detta kan ske så fort att ansvariga för dricksvattendistributionen inte hinner upptäcka och varna för föroreningen vilket kan medföra att många får i sig vattnet och blir sjuka. Detta har hänt upprepade gånger runt om i världen, se avsnittet ”Historiska översvämningar och deras konsekvenser” (Rosen et al, 2002).

Ungefär 90 procent av ledningsnäten i Lunds Stad utgörs av duplikat system (VA Syd, inget årtal). Alltså borde inga stora mängder av det förorenade dagvattnet kunna ta sig in i spillvattenledningarna och sen vidare till reningsverket, såvida inte översvämningen sker just i ett område med kombinerat system. Men att vattenmassorna tar sig in i spillvattenledningarna, trots duplikat system, är nästan omöjligt att undvika. Detta kan ske på flera olika sätt, till exempel genom felkopplingar och läckage i ledningsnätet, men också då det rör sig om så stora vattenmassor att det förorenade vattnet tar sig in i byggnader eller andra platser där avlopp för spillvatten finns och där tränger ner i spillvattenledningarna. Reningsverk har då inte kapacitet att ta hand om och rena allt förorenat vatten, utan blir överbelastat vilket kan ge otjänligt dricksvatten som följd. Dessutom ingår det flera olika steg i reningsprocessen. En del av stegen är mycket känsliga för störningar och blir alltså inte funktionella då kemikalier eller andra föroreningar tar sig in i systemet (Svenskt Vatten, 2007).

Förorenade vattenmassor behöver dock inte ta sig ner i spillvattenledningarna för att utgöra ett hot mot människan. Även spridning till och infiltration i jordbruksmark kan få konsekvenser för människans hälsa. Om brukaren av marken inte upptäcker att marken blivit förorenad kan människor som äter eller på andra sätt får i sig utav grödorna bli sjuka. Samma sak gäller för vattenresurser med fiskbestånd (Rosen et al, 2002).

## 2.4.2 Miljö

Översvämningar kan medföra betydande negativa konsekvenser för miljön. Vid bebodda avrinningsområden med urban miljö, industri- och jordbruksverksamheter förekommer det ofta förorenade områden med olika ämnen. Sker en översvämning vid dessa platser kan föroreningar transporteras med fasta partiklar till oönskade recipienter så som skyddsobjekt, jordbruksmark eller vattendrag. Föroreningarna ändrar vattnets och jordens kemiska sammansättning så att dess kvalitet blir sämre, som följd kan viktiga organismer slås ut så att det närliggande ekosystemet blir lidande. Vid långvariga översvämningar kan vattenerosion uppstå där förlust av bördiga humuslager av jordar blir som följd. (Istomina et al, 2004)

## 2.4.3 Säkerhet

En översvämning kan få betydande konsekvenser för människors säkerhet. Dels genom att vattenmassorna är så stora att de blir ett direkt hot mot människan, men också indirekt då en översvämning kan slå ut ett områdes infrastruktur. Att det förstnämnda sker i Lunds Stad anses dock inte troligt eftersom Lund varken ligger vid kusten eller nära något större vattendrag. Med infrastruktur menas anläggningar och system av anläggningar som frekvent används i ett samhälle och som är nödvändiga för att samhället ska fungera. Ofta syftas det på vägar och järnvägar när det talas om infrastruktur men begreppet är brett och innefattar också samhällets bebyggelse och dess struktur samt kommunikationer och rättssystemet.

Vägar och järnvägar är en viktig del av ett samhälles infrastruktur som kan drabbas hårt vid översvämning. Dessa objekt är viktiga dels för att de påverkar människornas fria rörelse i ett samhälle, men också eftersom de i många fall är nödvändiga vid räddningsinsatser av exempelvis räddningstjänst och ambulans. För att räddningsinsatserna ska kunna utföras krävs viss framkomlighet och brister här kan få negativa följder i de fall då polis, sjukvårdspersonal eller räddningstjänst inte kommer fram. Men även inskränkningar i människornas rörlighet kan få konsekvenser då exempelvis sjukvårds- och räddningspersonal inte kan ta sig till sin arbetsplats.

Men infrastruktur innefattar också transport av energi så som el- och gasdistribution, informations- och telekommunikationer samt varor, vilka är av största betydelse för ett fungerande samhälle och människans säkerhet. Även ledningsnätet för spill- och dagvatten samt verksamma pumpstationer tillhör infrastrukturen. Översvämningar kan medföra brister i flera av de ovan nämnda systemen och då sätta igång kedjereaktioner som gör att även om ett system inte

direkt påverkas av vattnet så kan dess funktion indirekt hindras, försvåras eller försämrats som en följd av översvämningen.

## 2.5 Historiska översvämningar och deras konsekvenser

*Avsnittet nedan sammanfattar ett antal historiska översvämningshändelser för att undersöka möjliga effekter som kan ha negativa konsekvenser på människors hälsa.*

### 2.5.1 Elbe 2002

I en artikel ”*Germany counts cost of flood damage to health*” beskriver Orellana (2002) hur regionerna runt om floden Elbe drabbades av översvämning år 2002 vid extrem nederbörd. De länder som blev värst drabbade var Tyskland, Österrike och Tjeckien där ett hundratal omkom och flera hundra skadades. Tysklands hälso- och sjukvård har bedömt effekterna av översvämningen. Materiella skador som påverkar människans hälsa var att 31 läkarmottagningar förstördes helt samt 22 blev allvarligt skadade. Detta påverkade sjukvårdens tjänster att behandla och förebygga spridningen av de sjukdomar som kan spridas vid översvämningar. En direkt fara anses vara maginfektioner, särskilt vid de områden där husen är översvämmade med avloppsvatten från blockerade avlopp. En ytterligare fara anses vara bidraget av tungmetaller så som kvicksilver, bly och kadmium från översvämmade verksamheter och fabriker. Dessa oönskade ämnen kan ta sig till odlingsmark och på så sätt göra den i ett hälsoperspektiv olämplig för odling av livsmedel.

### 2.5.2 New Orleans 2005

I rapport ”*Flood*” (Clements, 2009) beskrivs incidenten som uppstod i New Orleans då orkanen Katrina ödelade stora delar av hela staden. En tredjedel av de som sökte vård hade diarrésjukdomar, 600 patienter togs om hand och 68 omkom i sjukdomen. Även förekomsten av malaria fördubblades veckorna efter översvämningen. En slutsats som drogs är att det sällan är nya sjukdomar som uppkommer vid översvämningar utan snarare en ökning av de befintliga. I rapporten identifierades några vägar som kan leda till infektionssjukdomar vid översvämningar, dessa var förorenat vatten, förstört livsmedel och farliga mögelskador.

### 2.5.3 Norrland 2000

I rapporten ”*Miljöpåverkan från översvämningar*” beskriver Rosen et al. (2002) bland annat en översvämningssincident som inträffade vid södra delarna av

Norrland år 2000 som följd av intensiv nederbörd. Negativa effekter för människans hälsa som uppstod var att hundratals källare översvämmades på grund av baktryck i spillvattenssystemet, vid vissa områden förorenades badvatten av avlopp eller inrinnande smutsigt vatten samt att färskvattenledningar sprack och gick sönder.

#### 2.5.4 Vänern 2000

Rosen et al (2002) beskriver ytterligare ett översvämningsfall som uppstod vid områdena omkring Vänern till följd av intensiv nederbörd. Här var det främst bostäder och vägar som drabbades men även ett antal farliga områden och verksamheter. Ett antal bensinstationer översvämmades där oljespill och diesel transporterades till vattenmassorna, förorenad mark blev översvämmad och transporterade därför oönskade kemikalier till vattenmassorna, åkermark upp till 1000 ha kom under vatten och det fanns även risk för att många reningsverk skulle bli översvämmade.

## 2.6 Lagstiftning

År 2007 antogs det så kallade översvämningsdirektivet av EU i vilket hanteringen av översvämningar regleras. Direktivet poängterar även klimatförändringarnas existens och anger att hänsyn ska tas till deras sannolika påverkan på förekomsten av och storleken på översvämningar. Översvämningsdirektivet infördes i den svenska lagstiftningen i oktober 2009 i form av ”förordning (SFS 2009:956) om översvämningsrisker”, och MSBFS 2010:1 ”föreskrifter om länsstyrelsens planer för hantering av översvämningsrisker”.

Förordningens syfte är att begränsa och minska de konsekvenser en översvämning kan få för hälsa, miljö, ekonomi och kulturarv. I förordningen står också att det är samma tre steg som anges i EU:s översvämningsdirektiv som ska tillämpas vid översvämningshanteringen i Sverige. I steg 1 görs en övergripande och preliminär bedömning av översvämningsriskerna i hela landet. När denna bedömning genomförts har de områden med störst risk för översvämning identifierats. Steg 2 avser sedan att kartlägga de ovan identifierade områdena. Först ska mer detaljerade kartor över de områdena med betydande översvämningsrisk skapas, och vidare ska översvämningsriskerna inom dessa områden karteras. I steg 3 tas riskhanteringsplaner fram för dessa områden. Riskhanteringsplanerna ska enligt lagstiftning vara klara senast den 22 december 2015.

I förordning (SFS 2009:957) utses MSB till behörig myndighet att föreskriva om hur översvämningsdirektivets tre steg ska utföras. Det är MSB som gör den

övergripande och preliminära riskbedömningen för hela Sverige och pekar ut de områden som är utsatta för betydande översvämningsrisk. Även kartorna över dessa områden tas fram av MSB. Den vidare hanteringen av områdena ligger hos länsstyrelsen som ska kartlägga översvämningsrisker och utifrån denna kartläggning upprätta en riskhanteringsplan. Rapportering till EU sköts av MSB.

## 2.7 Tillståndsprövning

För att påbörja, bedriva eller förändra viss verksamhet krävs ibland ett speciellt tillstånd eller att en anmälan görs. Vilka verksamheter detta gäller framgår av ”förförordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd”. Verksamheterna indelas här i tre kategorier; A, B och C. Tillståndsprövningen sker för A-verksamheter vid miljödomstolen, för B-verksamheter vid länsstyrelsen av miljöprövningsdelegationen och för C-verksamheter ska en anmälan göras till kommunens nämnd för miljö- och hälsoskyddsfrågor.

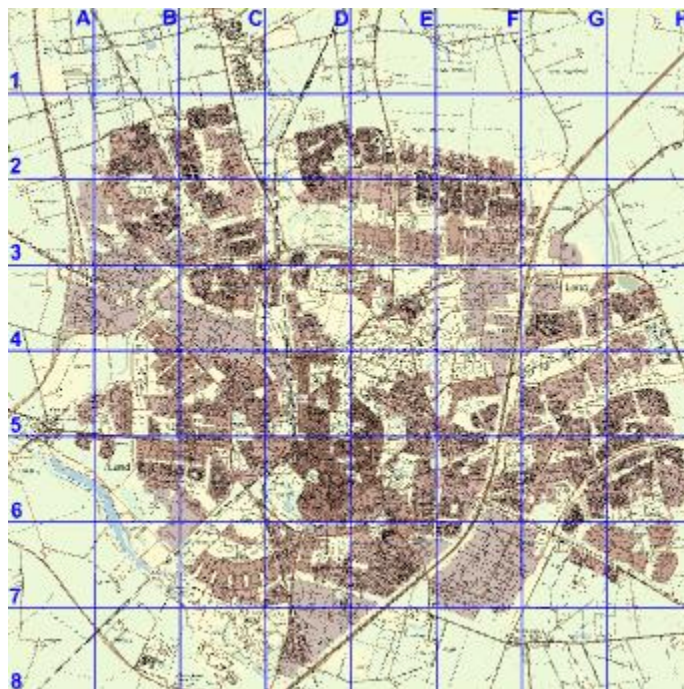
Vid en tillståndsprövning jämförs enskilda och allmänna intressen och en värdering görs om verksamheten kan få tillstånd bedrivas på den föreslagna platsen. Regler och villkor som ska gälla bestäms också här. Dessa regler sätts upp för att begränsa omfattningen av verksamhetens påverkan på omgivningen och gäller ofta förvaring, rening, utsläpp till luft och vatten, energiförvaltning och begränsning av buller.

### 3 Metodikutveckling

---

*För att svara på frågeställningen "För vilka områden i Lunds Stad finns en, i jämförelse med andra områden inom Lunds Stad, större risk att drabbas av en översvämning i samband med kraftig nederbörd?" undersöks de parametrar som enligt litteraturstudien har störst påverkan på översvänningsbenägenheten, vilka identifierades som topografiskt läge, fysisk miljö och ledningsnätets utformning. Det digitala kartbiblioteket är en tjänst hos Lantmäteriet som tillåter studenter att ladda ner gratis kartinformation, vilken innefattar ovanstående parametrar.*

Med hjälp av illustrationsprogram Paint.NET delades Lunds stad in i ett rutnät bestående av 8 x 8 rutor vilket visas i figur 4 (för en noggrann beskrivning av arbetsmetodiken se appendix F). Detta för att kunna analysera varje ruta för sig och på så sätt få fram information på en rimlig detaljnivå. Kartorna med informationen för de olika parametrarna kalibreras så att informationen kan jämföras. Informationen detta rutnät ger kan sammanställas och visar då en översiktlig bild om hur situationen i Lunds Stad ser ut med avseende på ovanstående parametrar och hur riskerna är fördelade.

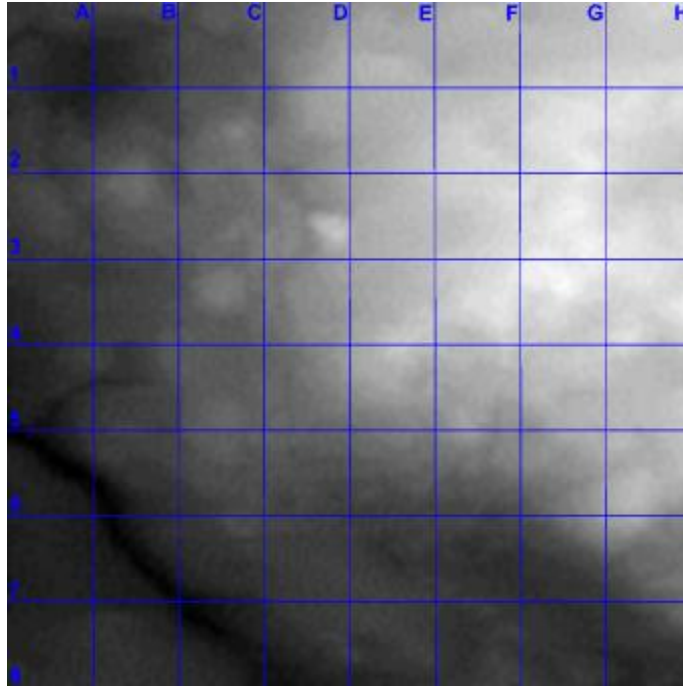


Figur 4. Lunds stad indelat i ett 8 x 8 rutnät (Digitala kartbiblioteket, 2010).



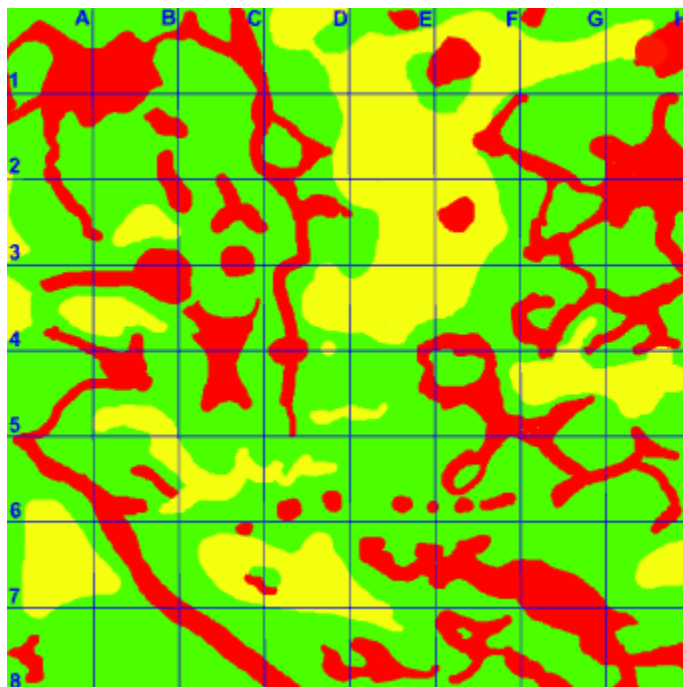
### 3.1 Bedömning av topografisk information

Topografisk information om höjddata fås genom Lantmäteriets digitala kartbibliotek (se figur 5). Höjdskillnader är markerade med olika nyanser av en färg.



Figur 5. Topografisk information från Lantmäteriet (Digitala kartbiblioteket, 2010).

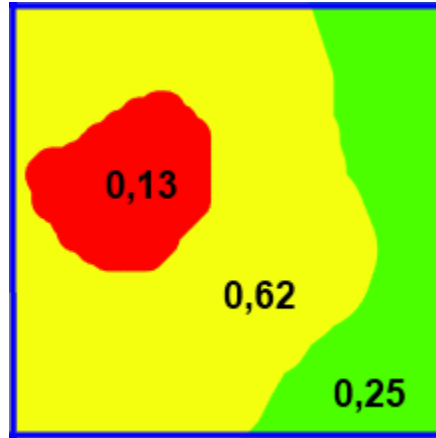
För att behandla informationen och på så sätt kunna identifiera lågpunkter, högpunkter och osäkra områden däremellan utvecklades ett klassificeringssystem. Tre klasser definierades; röd, gul och grön, med tillhörande poängsystem. Poängen är till för att kvantifiera ett områdes översvämningsrisk, tre poäng motsvarar den största risken och ett poäng den minsta (se figur 6).



Figur 6. Poängindelning av topografisk information.

Lågpunktsområden där den största översvämningsrisken finns markeras med rött och får genom klassificeringssystemet tre poäng, på samma sätt markeras högpunkterna med grönt och får ett poäng. På vissa områden råder en osäkerhet, detta på grund av detaljnivån på informationen. Området är varken en låg- eller högpunkt och det är bristen på noggrannhet som gör det svårt att avgöra hur det skulle påverkas om stora mängder kraftig nederbörd faller. Högre översvämningsrisk än på en definitiv högpunkt föreligger och därför får dessa områden två poäng och markeras med gult.

För att beräkna en genomsnittlig poäng för varje ruta används enkel andelsberäkning. Andelen av en rutas area som varje färg utgör multipliceras med motsvarande färgs poäng. En rutas totala poäng blir summan av dessa produkter (se figur 7).



Figur 7. Beräkningsexempel för ruta F3.

$$0,13 \times 3 + 0,62 \times 2 + 0,25 \times 1 = 1,88$$

För ruta F3 blir den genomsnittliga poängen 1.88.

Då alla rutor har fått ett värde identifieras max- och minvärden för hela rutsystemet. Ett intervall skapas mellan dessa värden. Intervallet delas upp i fem lika stora klasser, vilken klass en rutas totala poäng hamnar i visar vilken översvämningsrisk som finns i rutan endast på grund av dess topografiska förutsättningar.

Enligt poängberäkningar för samtliga rutor (se Appendix A.1) blir klassindelningen för topografien följande

klass 1:  $1,080 \leq x < 1,288$

klass 2:  $1,288 \leq x < 1,496$

klass 3:  $1,496 \leq x < 1,704$

klass 4:  $1,704 \leq x < 1,912$

klass 5:  $1,912 \leq x \leq 2,120$

De slutgiltiga klasserna för hela rutsystemet med avseende på topografisk information redovisas i Appendix A.1.

Samma intervallsystem görs även för fysisk miljö och ledningsnät.

## 3.2 Bedömning av fysisk miljö

För att använda marktäckedata från Lantmäteriet som en översiktlig grund för att bestämma markens utformning vid olika områden i Lunds stad görs en kvalitativ sammanvägning av konstanterna i tabell 2 och Lantmäteriets information om marktäckedata med ekvation 2. Efter visuell analys av industrier och tät stadsstruktur i Lunds stad görs antagandet att hälften av marktäcket utgörs av tak och hälften av betong och asfaltsytor (Digitala kartbiblioteket, 2010). Ekvation 2 ger en avrinningskoefficient för industrier och tät stadsstruktur på 0,85. Gles stadsstruktur utgörs till största del av villaområden med trädgård eller lägenhetsområde. På flygbilder kan det ses att ett ungefärligt medelvärde är att hälften av ytan vid gles stadsstruktur utgörs av vegetation och hälften av hårdgjorda ytor (Digitala kartbiblioteket, 2010). En viktning med ekvation 2 ger avrinningskoefficient för gles stadsstruktur till 0,455. Vägarna som är utmärkta på Lantmäteriets karta är gjorda av asfalt och får därför konstanten 0,8. Urbana grönområden utgörs enligt flygfoto till största del av gräsytor, dock kan det förekomma objekt som stensatta ytor, grillplatser och lekplatser etc. Andelen gräsytor vid urbant grönområde antas till 0,8, andelen stensatta ytor till 0,1 och andelen grusplan och grusgång till 0,1 (Digitala kartbiblioteket, 2010). Avrinningskoefficienten blir 0,17. Rekreation och idrottsområden är svårdefinierat eftersom det exempelvis kan vara en idrottshall, fotbollsplan eller ett naturområde med promenad- och joggingstigar vilket gör att alla typer av marktäcken finns representerade. Avrinningskoefficienten för rekreations- och idrottsområden blir därför 0,4 vilket ett medelvärde av alla marktäcken. En åkermark ser olika ut beroende på säsong, ibland finns där odlad vegetation och ibland finns där bara jord. Avrinningskoefficienten blir enligt metoden då 0,15. Betes- och gräsbeväxt mark får båda avrinningskoefficienten 0,1 eftersom de ingår i begreppen odlad mark, gräsytor och ängsmark. Vattendrag, sjöar och dammar har per definition ingen avrinning och får därför avrinningskoefficienten 1.

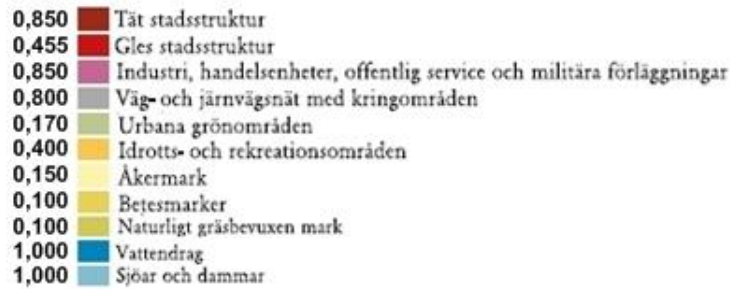
Ekvation 2, uppskattning av avrinningskoefficient:

$$K_{total} = \sum(A_i * K_i)$$

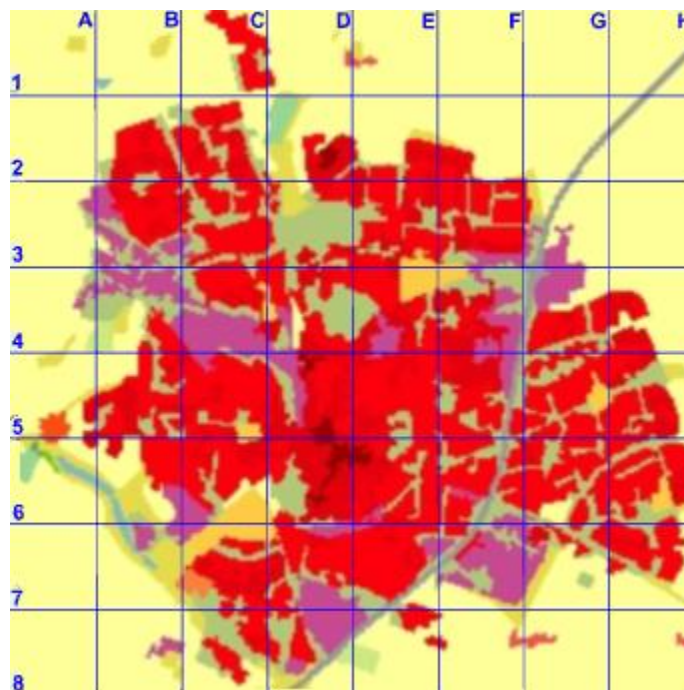
A= andel yta

K= avrinningskoefficient (se tabell 2)

i= områdestyp (tät stadsstruktur,..., sjöar och dammar) se figur 2



Figur 8. Avrinningskoefficienter för marktäckedata



Figur 9. Indelning av fysisk miljö (Digitala kartbiblioteket, 2010).

För att beräkna en genomsnittlig avrinningskoefficient för samtliga rutor används andelsberäkning även här. Andelen av en rutas area som varje färg utgör multipliceras med motsvarande färgs avrinningskoefficient .

Klassindelningen görs enligt samma metod som ovan.

Enligt beräkning av avrinningskoefficienter för samtliga rutor (se Appendix A.2) blir klassindelningen för fysisk miljö följande

klass 1:  $0.134 \leq x < 0.252$

klass 2:  $0.252 \leq x < 0,369$

klass 3:  $0,369 \leq x < 0,488$

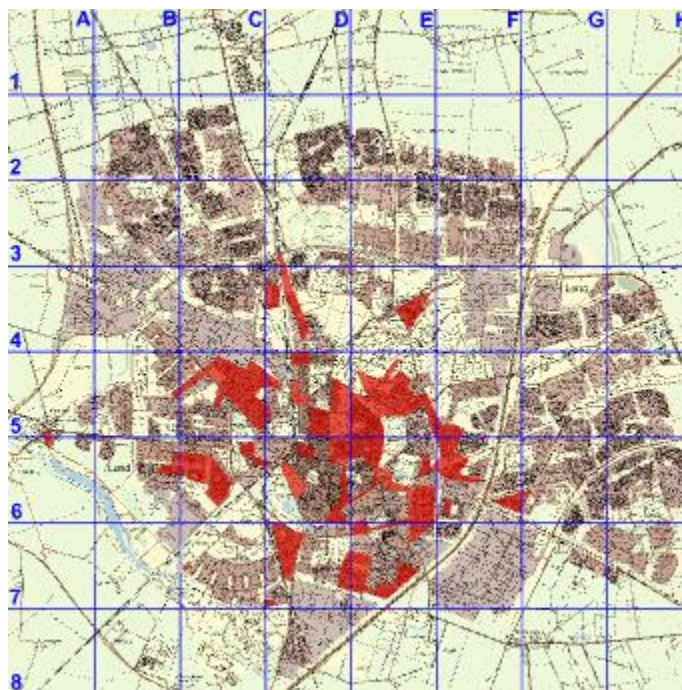
klass 4:  $0,488 \leq x < 0,606$

klass 5:  $0,606 \leq x \leq 0,724$

De slutgiltiga klasserna för hela rutsystemet med avseende på fysisk miljö redovisas i Appendix A.2.

### 3.3 Bedömning av ledningsnätets bidrag till översvämningsrisken

Duplikat ledningsnät är, med dagvattenhantering samt större ledningar, dimensionerat så att det klarar intensivare regn. Kombinerat ledningsnät löper på grund av sina mindre ledningsdimensioner och andra faktorer, se avsnittet Ledningsnät ovan, större risk att drabbas av översvämning. Med hjälp av en karta över ledningsnätet i Lunds Stad (VA Syd II, 2010) har andelen av de olika ledningsnäten i varje ruta identifierats.



Figur 10. Andelen kombinerat ledningsnät (rödmarkerat) i Lunds Stad (VA Syd, ledningsnätsinformation)

Det intressanta här är att identifiera områden med kombinerat ledningsnät, deras placering och deras storlek. Intervallet beskriver andelen kombinerat ledningsnät i en ruta. De rutor där andelen kombinerat ledningsnät ligger

mellan 0 - 0.010 hamnar i klass 1. I de områden där det finns inget eller väldigt lite ledningsnät anses ledningsnätets inverkan på översvämningsrisken vara så liten att den kan försummas. Dessa rutor hamnar då automatiskt också i klass 1. Enligt beräkningar (se Appendix A.3) blir klassindelningen för ledningsnätet följande

klass 1:  $0.010 \leq x < 0.102$

klass 2:  $0.102 \leq x < 0.194$

klass 3:  $0.194 \leq x < 0.286$

klass 4:  $0.286 \leq x < 0.378$

klass 5:  $0.378 \leq x \leq 0.470$

### 3.4 Kalibrering av modell

De tre parametrar som enligt litteraturstudien är de som bidrar mest till om ett område blir översvämmat eller ej är identifierade. Dock är det inte helt klart hur stor del varje parameter bidrar med när det gäller den totala översvämningsrisken. För att undersöka detta görs en analys av de områden i Lunds Stad där översvämningsrisker har inträffat de senaste åren (2004-2010). Översvämningsstatistik, som visar vilken adress som översvämmats samt vilket datum det hände, fås av VA Syd (se appendix C.2). Först görs en kontroll (se appendix C.1) av nederbörds mängden som kom under de datum då översvämmning skedde (SMHI I, 2004-2010). Har det kommit väldigt lite nederbörd beror översvämmningen sannolikt inte på regn, utan har en annan, i den statistik som tillhandahållits, okänd orsak. Om det däremot kommit betydliga mängder nederbörd de datum som en översvämmning skedde, så görs antagandet att översvämmningen beror på nederbörds mängden.

De adresser som översvämmats som följd av nederbörd markeras på en karta över Lunds Stad. Även antalet tillfällen som ett område översvämmats markeras. De rutor, i det ovan definierade rutsystemet, som markeringarna hamnar i analyseras med avseende på de tre parametrarna som identifierats i litteraturstudien. Ju fler gånger ett område drabbas, desto större del får det områdets parametrar i sammanvägningen. Jämförelser görs mellan vilka värden de olika parametrarna har i de rutor där översvämningsrisker har inträffat, och en diskussion förs angående resultaten av denna jämförelse.

Tabell 4. Beräkning av korrelationskoefficienter

Beräkning av korrelationskoefficienter							
	Fysisk miljö	%	Topografi	%	Ledningsnät	%	tot poäng
C2	2	0,40	2	0,40	1	0,20	5
C3	3	0,38	4	0,50	1	0,13	8
C4	4	0,44	4	0,44	1	0,11	9
C6	3	0,43	1	0,14	3	0,43	7
D3	2	0,33	3	0,50	1	0,17	6
D4	2	0,29	3	0,43	2	0,29	7
D5	5	0,45	2	0,18	4	0,36	11
D7	3	0,33	3	0,33	3	0,33	9
D7	3	0,33	3	0,33	3	0,33	9
E3	3	0,43	3	0,43	1	0,14	7
E5	3	0,33	1	0,11	5	0,56	9
E6	3	0,60	1	0,20	1	0,20	5
E6	3	0,60	1	0,20	1	0,20	5
E6	3	0,60	1	0,20	1	0,20	5
E7	3	0,33	3	0,33	3	0,33	9
E7	3	0,33	3	0,33	3	0,33	9
F3	3	0,43	3	0,43	1	0,14	7
F5	4	0,40	5	0,50	1	0,10	10
G5	3	0,38	4	0,50	1	0,13	8
G6	3	0,43	3	0,43	1	0,14	7
H5	3	0,50	2	0,33	1	0,17	6
H6	2	0,33	3	0,50	1	0,17	6
Σ andelar		0,41		0,35		0,23	

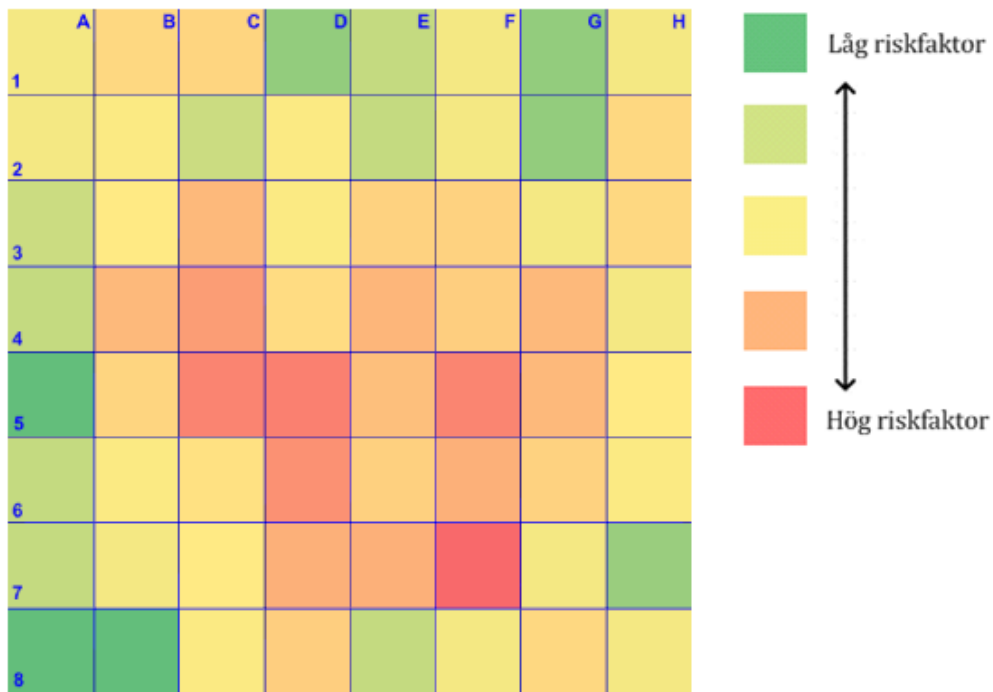
Koefficienterna definieras genom att beräkna den andel av poängsumman som varje parameter bidrar med i en ruta. Ett medelvärde beräknas därefter som motsvarar korrelationskoefficienten. Korrelations sambandet kontrolleras så att de någorlunda överensstämmer med den givna informationen.



## 4 Applicering av modell på Lunds Stad

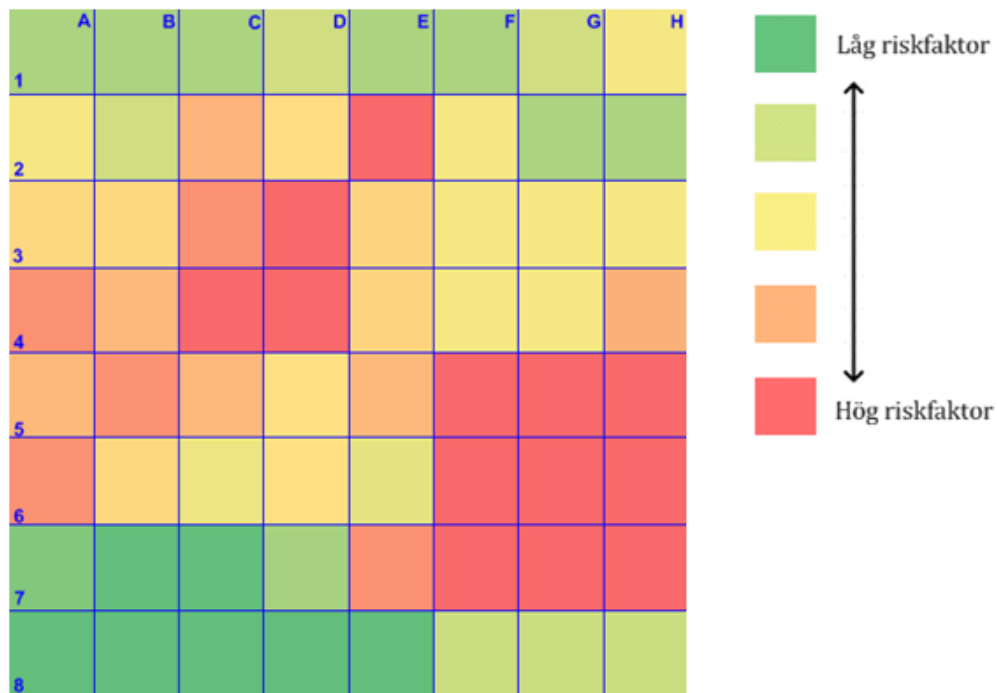
Avsnittet nedan är ämnat för att presenteras resultat av riskfaktorer samt sårbarhetsbedömning.

Applicering av modellen på Lunds Stad gav följande resultat (se appendix B). Riskfaktorn redovisas i en färgskala från grön till röd, där grön motsvarar låg risk och röd hög risk för översvämning (se figur 11). Resultatet visar att rutorna C5, D5, D6, F5 och F7 har den inom Lunds stad största riskfaktorn för översvämning enligt modellen.



Figur 11. Resultat av riskfaktorer för översvämningar i Lunds stad.

Den ruta som anses mest intressant är ruta F7 som har fått högst total riskfaktor, alltså kommer rutnätsmetodiken appliceras på denna ruta för att få en högre upplösning och mer platsspecifik information om området.



Figur 12. Resultat av riskfaktorer för ruta F7

Ur bilden kan nu de intressanta sektionerna urskiljas där det finns högre risk för översvämning, till exempel finns en hög risk för översvämning i den nedre högra delen samt i de centrala delarna.

#### 4.1 Identifiering av risker

När den övergripande inventeringen har gjorts och de rutorna med högst översvämningensbenägenhet identifierats blir nästa steg i metoden att analysera hotbilden i dessa rutor. Som hjälp används Figur 13 i vilken olika risker för människan med avseende på hälsa, miljö och säkerhet har identifierats i litteraturstudien och sedan sammanfattats.



Figur 7. Människans sårbarhet med avseende på hälsa, miljö och säkerhet.

Från Figur 13 fås inspiration till vilka objekt som antas vara viktiga för människans och samhällets funktioner samt vilka hot dessa kan utsättas för, se tabell 5.

Tabell 5. Hotade objekt vid översvämning

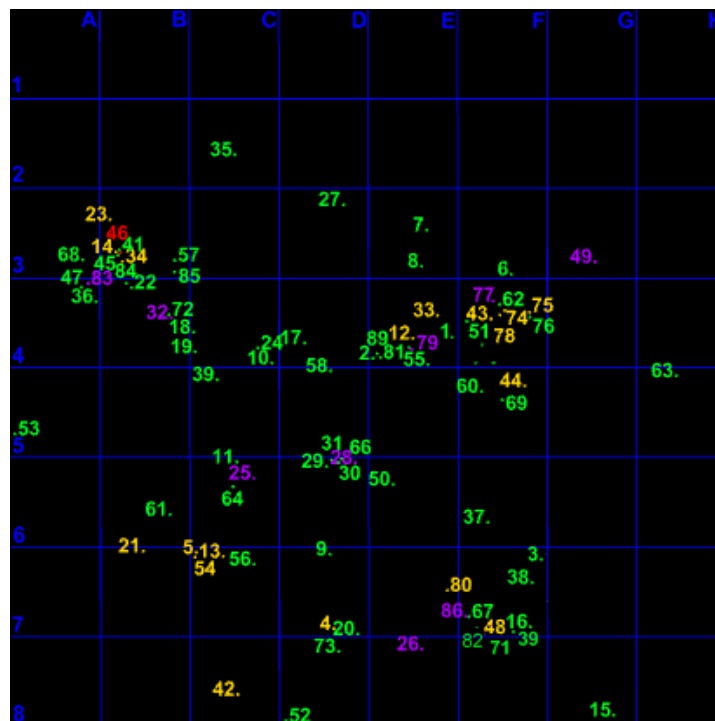
<b>Hotade objekt</b>	
Hot	Objekt
Stora vattenmassor	Polisstationer Brandstationer Sjukhus Vårdcentraler Kollektivtrafik Vägar Järnvägar Elcentraler Kommunikationscentraler Ledningsnät för dag- och spillvatten
Erosion	Vattendrag Sjöar
Översvämning vid tillståndspliktiga verksamheter	Dricksvattenledningar Odlingsmark Jordbruksmark Vattentäkt Vattenskyddsområde Naturreservat Parkområde

Stora vattenmassor kan medföra direkta skador. I ett akut skede kan en översvämning hindra räddningstjänstens funktioner, exempelvis då stora volymer vatten tränger sig in i en brandstations fordonshall vilket försvårar utryckning avsevärt. Även vägar, järnvägar och därmed också kollektivtrafik kan slås ut på grund av stora vattenmassor. Om el- och

kommunikationscentraler ställs under vatten kan följderna bli strömavbrott och kommunikationsbrister vilka kan utlösa kedjereaktioner. Stora volymer vatten kan även skada mark i form av erosion. Erosionen i sig kan bidra till spridning av olika ämnen men kan också förstöra stabiliteten för stora områden mark under både byggnader, vägar och järnvägar. Ett överbelastat ledningsnät för dag- och spillvatten kan också leda till stora problem. Vid översvämning i kombination med tillståndspliktiga verksamheter kan förorenings spridning ske som i sin tur kan skada jordbruksmark, dricksvatten, vattentäcker och vattenskyddsområden.

För att vidare analysera den totala hotbilden i en ruta undersöks alltså vilka av ovan beskrivna objekt som ligger inom rutans gränser. Viktigt är att identifiera de tillståndspliktiga verksamheter som finns, eftersom de vid översvämning kan ge stora konsekvenser.

Med hjälp av information från Appendix E har de tillståndspliktiga verksamheterna i Lund kartlagts på modellens rutnät, där C-verksamhet är markerat med grön färg, B-verksamhet med gul färg, A-verksamhet med röd färg samt de verksamheterna utan anmälningsplikt (U-verksamheter) med lila färg.



Figur 8. Tillståndspliktiga verksamheter i Lunds stad.

## 4.2 Sårbarhetsbedömning

I avsnittet nedan kommer en inventering och analys utföras utöver de farliga verksamheter och viktiga samhällsfunktioner som finns i ruta F7, den rutan med högst översvämningsbenägenhet enligt metoden.

### 4.2.1 Områdesbeskrivning

Ruta F7 ligger i södra delen av Lund och utgörs av industriområdet Gastelyckan som är det största i Lunds kommun. I området ligger flera tillståndspliktiga verksamheter med olika funktioner. Söder och öster om Gastelyckan finns stora arealer åkermark, dock ligger dessa utanför rutans gränser. Väster om Gastelyckan går motorvägen E22 och norr om området ligger Dalbyvägen (väg 16), dessa vägar är viktiga delar av Lunds infrastruktur. E22 är en viktig förbindelse mellan Malmö, Lund och trafik som ska vidare norr i landet. Även kollektivtrafiken har viktiga förbindelser via dessa vägar. I området finns inga bostäder, dock ligger där ett hotell och en Komvuxskola. Söder om Gastelyckan finns ett stort område av kulturhistoriskt intresse. Ytterligare ett par kilometer söder finns både ett naturvårdsområde och ett vattenskyddsområde (Höje å) dit allt dagvatten från Gastelyckan leds till (Trafikverket, 2000) En mycket viktig samhällsfunktion som även finns i rutan är Lunds räddningstjänst.

### 4.2.2 Farliga verksamheter

Från kartläggningen över de tillståndspliktiga verksamheterna som kan utgöra hot mot människa och miljö i Lund (Se figur 14) presenteras de som befinner sig i ruta F7 i nedanstående tabell.

Tabell 6. Tillståndspliktiga A, B och C verksamheter i ruta F7.

Tillståndspliktiga verksamheter i ruta F7					
Nr	Verksamhetsnamn	Adress	Postnummer	Provningsplikt	Attributkod
3	Preem Glimmervägen	Glimmervägen 1	224 78	C	50.10
16	Veolia	Kalkstensvägen 28	224 78	C	50.10
38	Tanka	Porfyrvägen	224 78	C	50.20.1
39	Irene Fröberg bensin AB (fordonstvätt)	Kalkstensvägen/Skiffervägen	224 78	C	50.10
48	Gastelyckans återvinningscentral	Kalkstensvägen	224 78	B	90.50
67	N Holmgrens Charkfabrik	Kalkstensvägen 8	224 78	C	15.80
71	Dalby Billackering BRAS AB	Kalkstensvägen 20	224 78	C	39.30
82	Autocorner sydpoint i Lund AB	Kalkstensvägen 18	224 78		
86	In Blue AB	Kalkstensvägen 6	224 78		

### 4.2.3 Beskrivning av attributkod i lagtext

I förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd kan följande attributkoder för de olika verksamheterna hittas (Notisum, 2010).

Verksamhet 3, 16, 39 och 82 har attribut kod 50.10 som ligger under rubriken "Fordonsservice och drivmedelshantering" och lyder: Anläggning för tvättning av

1. fler än 5 000 personbilar per kalenderår,
4. fler än 1 000 andra motordrivna fordon per kalenderår.

Verksamhet 38 har attributkod 50.20.1 som ligger under rubriken "Fordonsservice och drivmedelshantering" och lyder: Anläggning där det per kalenderår hanteras mer än 1 000 kubikmeter flytande motorbränsle.

Verksamhet 48 har attributkod 90.50 som ligger under rubriken "Avfall, Mellanlagring" och lyder: Anläggning för mellanlagring av farligt avfall, om mängden avfall vid något tillfälle uppgår till

1. mer än 5 ton oljeavfall,
2. mer än 30 ton blybatterier,
3. mer än 100 ton elektriska eller elektroniska produkter,
4. mer än 30 ton impregnerat trä, eller
5. mer än 1 ton annat farligt avfall.

Tillståndsplikt enligt denna beskrivning gäller inte

1. anläggning för mellanlagring av uttjänta motordrivna fordon, eller
2. anläggning för lagring av farligt avfall under längre tid än ett år innan det bortskaffas eller tre år innan det återvinns eller behandlas.,

Verksamhet 67 har attributkod 15.80 som ligger under rubriken "LIVSMEDEL OCH FODER M.M., Animaliska råvaror" och lyder: Rökeri för en produktion av mer än 50 ton men högst 18 500 ton rökta produkter per kalenderår.

Verksamhet 82 har attributkod 39.30 som ligger under rubriken "FÖRBRUKNING AV ORGANISKA LÖSNINGSMEDEL" och lyder:

Anläggning där organiska lösningsmedel förbrukas per kalenderår med

3. mer än 1 ton i ytrensning, om lösningsmedlet innehåller någon kemisk produkt, som enligt föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter som Kemikalieinspektionen har meddelat, är klassificerad eller uppfyller kriterierna för att klassificeras med riskfraserna "misstänks kunna ge cancer", "kan ge cancer", "kan ge ärftliga genetiska skador", "kan ge cancer vid inandning", "kan ge nedsatt fortplantningsförmåga" eller "kan ge fosterskador",
4. mer än 2 ton i annan ytrensning,
5. mer än 500 kilogram i fordonslackering,

#### 4.2.4 Ytbehandling och billackering

Bearbetning av metall sker i de olika stegen härdning, ytbehandling, hopfogning och montering. I arbetsgången används ofta vätskor som emulsioner, vattenlösliga synteser eller raka oljor. De vanligaste föroreningarna som uppkommer vid ytbehandlingsföretag är metaller som koppar, krom, nickel och zink samt organiska ämnen och lösningsmedel. En viktig sak att påpeka är att avfallshanteringen måste ske på ett noggrant sätt då de vanligtvis innehåller toxiska ämnen som metallhydroxidslam, oljeslam och cyanidavfall. Vid ytbehandling används organiska lösningsmedel för att avfetta ytor (Andersson-Sköld et al 2007). Avfettningen ger upphov till utsläpp av organiska ämnen så som Metanol, Xylen, Lacknafta, perkloretylen, och trikloretylen (Kemikalieinspektionen, 2011). De olika organiska lösningsmedlen har samma effekt för människa och miljö dock skiljer det sig från ämne till ämne på toxiciteten (Andersson-Sköld et al 2007). Vid spill och genom slarvig hantering av gods och kemikalier samt läckage av förvaringstankar kan kemikalierna tillföras till marken och ta sig till oönskade recipienter. Organiskt lösningsmedel kan lagras i fettrika vävnader i kroppen, exempelvis hjärnan eller under huden och utgöra ett stort hot mot människor och andra levande organismer. Vid högre doser påverkas det centrala nervsystemet samt att levern och andra organ kan ta allvarlig skada. (Arbetsmiljöverket 2011). Organiska lösningsmedel kan även bilda marknära ozon (Håll Sverige rent 2011) vilket är giftigt för människor och djur men kan också vara skadligt för växter genom att hindra dess fotosyntes och skada vattenbalansen (de Leeuw 2000). Före lackeringen betas ytor för att ta bort befintlig rost detta görs genom att doppa plåtar i syra. Vanliga betningskemikalier är t.ex. svavelsyra, salpetersyra eller saltsyra. Om stora mängder syra når miljön kan följden bli försurning som i sin tur resulterar till att viktiga funktioner i ekosystemet slås ut (Kemikalieinspektionen, 2011).

#### 4.2.5 Bensinstation

Föroreningar från bensinstationer härstammar främst från bensin eller diesel vilket är blandningar av många olika farliga ämnen. De ämnen som oftast förekommer omkring bensinstationer är bensen, toluen, etylenbensen, bly och PAH. Toxiciteten är kraftigt varierande beroende på dos och exponeringstid och kan resultera till allt från hudirritation, störningar på centrala nervsystemet till cancer. Om ämnen tar sig till miljön kan de ske reproduktionsstörningar och mutagena effekter. De flesta föroreningarna från bensinstationerna är icke vattenlösliga och kan på så sätt lätt transporteras som en hinna med vattnet vid en översvämning. Även erosion kan bidra till att bundna partiklar i marken runt

bensinstationen lätt transporteras iväg från området till en önskad recipient. (Andersson – Sköld et al 2007)

#### 4.2.6 Återvinningscentral

Vid deponier och avfallscentraler finns det mängder olika föroreningar som kan utgöras som hot mot människa och miljö. Det är nästintill omöjligt att kartlägga alla ämnen som kan genereras vid en avfallscentral, detta eftersom det råder så stor variation av ämnen i dagens produkter. (Andersson – Sköld et al, 2007) Verksamheten i återvinningscentralen vid Gastelyckan är främst avsedd för att ta emot grovavfall, farligt husavfall samt elektronik (SYSAV, 2011). Några av de farliga ämnen som är kategoriserat här är enligt lagtexten Oljeavfall, blybatterier, elektriska produkter och impregnerat trä. Impregnerat trä kan innehålla miljögifter som kresot, krom och arsenik. Krom och Arsenik är farliga kemikalier som kan ge allt från allergi till njurskador. Vid lång exponeringstid är de även starkt cancerframkallande. Bly ackumuleras i levande organismer och kan redan vid låga doser ge skada på nervsystemet och har framförallt skadliga effekter på hjärnans utveckling hos foster och barn. (Kemikalieinspektionen, 2011)

#### 4.2.7 Fordonstvätt

Det är inte tensiderna i rengöringsprodukterna som utgör det stora hotet mot miljön vid fordonstvätt utan de avfallsprodukterna som kommer från fordonen vid tvättning. Vid rengöring avlägsnas oljor, asfalt och flera olika tungmetaller som t.ex. bly, kadmium och krom. Som nämnt innan är dessa substanser giftiga både för människa och både för miljö. (Naturvårdverket II, 2011)

### 4.3 Scenarioanalys

De objekt som identifierats i rutan som utgör störst risk för människan är återvinningscentralen, billackeringsfirman och räddningstjänsten. I en högre upplösning av rutan (se figur 12) ses att återvinningscentralen ligger i den delen av rutan med högst riskfaktor. Detta kan bli ett problem vid kraftig nederbörd. Återvinningscentraler är konstruerade så att interna läckage inte ska kunna sprida sig till omgivningen, däremot kan det inte uteslutas att stora mängder vatten vid kraftig nederbörd kan dra med sig och sprida oönskade ämnen. Precis söder om anläggningen finns det åkermark, skulle spridning från återvinningscentralen ske kan denna drabbas vilket i sin tur kan påverka människan. Även billackeringsfirman ligger i denna del av rutan, vid slarvig avfallshantering i kombination med kraftig nederbörd kan spridning ske också här. Nordvästra delen av figur 12 har även område med högre riskfaktor,



verksamheterna här är en charkfabrik och en badanläggningsfirma vilka inte behandlar några farliga kemikalier och utgör inget större hot.

Området har separat ledningsnät vilket gör att det finns mindre risk för källaröversvämningar och därför mindre risk för att farligt mögel ska ansamlas samt att bakterierikt avloppsvatten ska ta sig in i fastigheterna. Eftersom dricksvattenledningarna och dagvattenledningarna ligger parallellt i marken kan läckage medföra en risk för förorenat dricksvatten, hur stor sannolikhet att detta ske är svårt att förutspå. Natur- och vattenskyddsområdet ligger så pass långt bort att en översvämning vid Gastelyckan inte skulle ha någon direkt påverkan. Däremot leds dagvattnet dit genom ledningsnätet, förorenat dagvatten vid Gastelyckan kan därför få stora konsekvenser för Höjeå. Det kan även ske grundvattenspridningar av kemikalier från förorenade område.

Brandstationen är en viktig samhällsfunktion som kan drabbas av störningar och i värsta fall sättas ur spel vid kraftig översvämning. Detta är en händelse som skedde i Göteborg våren 2008, då vatten trängde in i fastigheten och ner i källaren, konsekvensen blev att deras driftcentral slogs ut, trots reservdrift begränsade detta deras arbetskapacitet (SVD, 2011). Enligt figur x ligger den i ett område med lägre riskfaktor, hotet är därför inte så stort enligt modellen. Kollektivtrafiken anses inte vara hotat eftersom Dalbyvägen ligger norr om Gastelyckan och har därmed ett mer gynnsamt topografiskt läge, här finns även vallar mellan vägen och Gastelyckan därför kommer Dalbyvägen med stor sannolikhet inte bli påverkad. Väg E22 ligger parallellt med Gastelyckan även här finns skyddsvallar.

# 5 Analys av riskfaktorer

---

*Avsnittet nedanför beskriver metodens osäkerhet samt studerar känsligheten i parametrarna.*

En jämförelse mellan vilka rutor modellen har tilldelat en hög riskfaktor och de rutor där översvämningar har skett under de senaste åren (VA Syd, 2004-2010) visar att alla rutor där översvämning har skett utom en, ruta C2, har fått en riskfaktor som är medel eller högre.

Däremot visas det att översvämning har skett i endast två av de fyra rutor som modellen ger högst riskfaktor. De fyra rutorna är C5, D5, F5 och F7 och översvämning har skett i D5 och F5. Ingen information fanns om att översvämning har skett i ruta F7 som har den högsta riskfaktorn av alla, detta utesluter dock inte att det kan ha skett eftersom alla översvämningar ej rapporteras.

## 5.1 Osäkerhetsanalys

En övergripande osäkerhet som gäller för alla tre parametrar är valet av antalet rutor (8x8) som definierar systemgränsen i modellen. Rutornas storlek (850x850 meter) gör det svårt att ta hänsyn till mindre lokala variationer som skulle kunna få betydande effekter vid nederbörd. Denna osäkerhet kan minskas genom att tillämpa modellen på rutorna igen, alltså att göra en ruta till 8x8 stycken mindre rutor som sen undersöks. Detta ger en 8<sup>2</sup> gånger bättre upplösning. Eftersom detta är tidskrävande rekommenderas att endast göra detta på den eller de rutor som i det övergripande första skedet får högst riskpoäng. För att visa metodiken görs detta för den ruta med högst riskpoäng i Lunds Stad senare i rapporten.

Vid simulering med modellen finns flera osäkerheter som bör diskuteras för att få en bättre bild av resultatets giltighet. Den information som finns tillgänglig om de tre parametrarna är inte så detaljerad. En omfattande och tidskrävande research om data för parametrarna visade att den information som studenter har gratis tillgång till inte har så bra upplösning. Mer detaljerad information finns, men inte gratis. Lantmäteriet håller på att förbättra sin topografiska data för att kunna ge en mer verklighetstrogen bild. Dessa data hade underlättat bedömningen av det topografiska läget i modellen och minskat osäkerheten betydligt för parameterens poängsättning.

Metoden att visuellt bedöma vilka områden som utgör låg- eller högpunkter genom att endast titta på nyansskillnader på en översiktsbild över Lunds Stad kräver en stor noggrannhet för att ge användbara data. Eftersom höjdskillnaderna i översiktsbilden inte markerats med storleksmått är det svårt att göra en realistisk bedömning av det topografiska läget. Att inte heller veta en punkts höjdläge i förhållande till lägsta respektive högsta punkten i Lunds Stad utgör ännu en osäkerhet. Detta lägger stort ansvar på författarnas visuella förmåga att bedöma. De topografiska data som finns tillgängliga har en upplösning på 50 x 50 meter vilket anses otillräckligt då viktiga områden kan försvinna.

Indelningen i de tre poängklasserna för den topografiska parametern (lågpunkt, högpunkt och plan/osäker nivå) kan tyckas för grov för att ge realistiskt resultat, och skulle kunna göras mer noggrann med utökat poängsystem. Men eftersom metoden endast ska ge en överskiktlig bild för att identifiera större riskområden anses detta inte nödvändigt.

När det gäller parametern fysisk miljö är alla antaganden som görs angående vilken typ av marktäckelse som de olika områdestyperna innefattar en stor osäkerhet. Här skulle mer specifika data för de olika områdestyper som finns göra skillnad, eftersom antaganden om hur stor del av områdestypernas yta som har ett visst marktäckelse inte behöver göras. Ytterligare osäkerhet kring denna parameter är avrinningskonstantens tidsberoende som det inte tas hänsyn till i modellen. Eftersom modellen tagits fram för att hantera situationer med stora mängder nederbörd och dess spridning och uppsamling så är avrinningen av stor betydelse. Att försumma dess tidsberoende är en osäkerhet som bör finnas i åtanke då resultaten används. Även de flygfoton som ligger till grund för informationen om marktäckelse och områdestyp kan medföra osäkerheter, då med avseende på hur länge sen det är fotona togs.

Parametern ledningsnät är svår att bedöma. Även om anläggningsdata över befintligt ledningsnät finns, så är det i princip omöjligt att bedöma dess totala förmåga. Yttre påverkan, så som sättningar, stopp, inväxta trädrötter och felkopplingar kan förändra hela ledningsnätets kapacitet och medföra översvämningar trots att ledningsnätet vid full kapacitet hade kunnat hantera vattnet. Att sätta poäng på parametern ledningsnät endast baserat på anläggningsdata medför betydande osäkerhet.

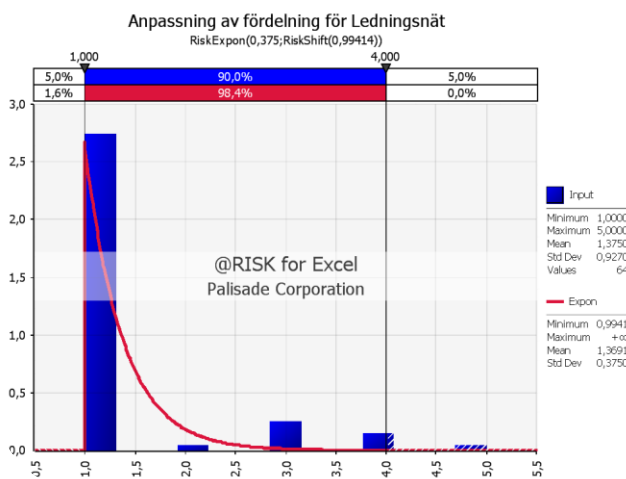
Kartornas justering vid identifieringen av tydliga topografiska punkter måste göras noggrant, speciellt om modellen tillämpas en andra gång i en av rutorna, för att minska den osäkerhet som visuell identifikation utan koordinatmarkerade värden kan medföra.

Slutligen kan det vara värt att överväga i fall någon typ av data skulle kunna vara värd mer tid eller pengar eftersom betydande osäkerheter då kan elimineras. Exempelvis kan data med högre upplösning vara att föredra om en ruta ska utredas noggrannare och fler detaljer och skillnader kan tas med i bedömningen. Detta kan få betydande skillnad för slutresultatet.

## 5.2 Känslighetsanalys

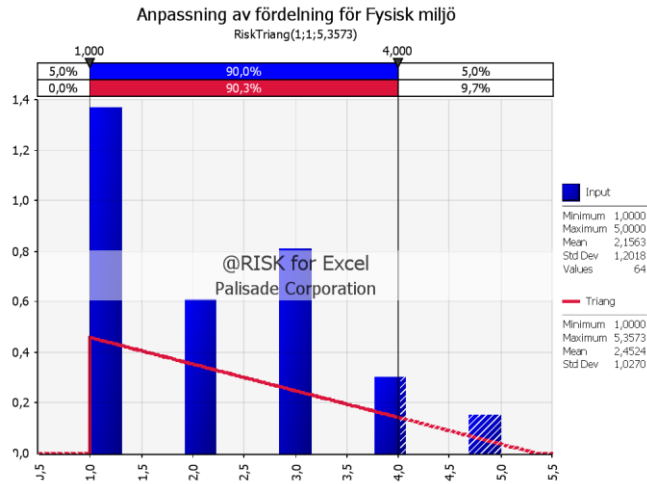
För att undersöka hur de ingående parametrarna påverkar riskfaktorn görs en känslighetsanalys. Indatas påverkan på en slumpmässig ruta studeras i olika fall. Dels hur riskfaktorns utfall påverkas av korrelationskoefficienternas storlek. Dels hur poängsättningens noggrannhet påverkar riskfaktorn.

Klassindelningen för rutorna (se Appendix A:1-3) medför att de olika parametrarna poängsätts, trenden för en parameters poäng kan med hjälp av programmet @Risk åskådliggöras via en fördelning (Se figur 15-17). Fördelningen visar sannolikheten för vilket bidrag en parameter ger till den totala riskfaktorn i en ruta.



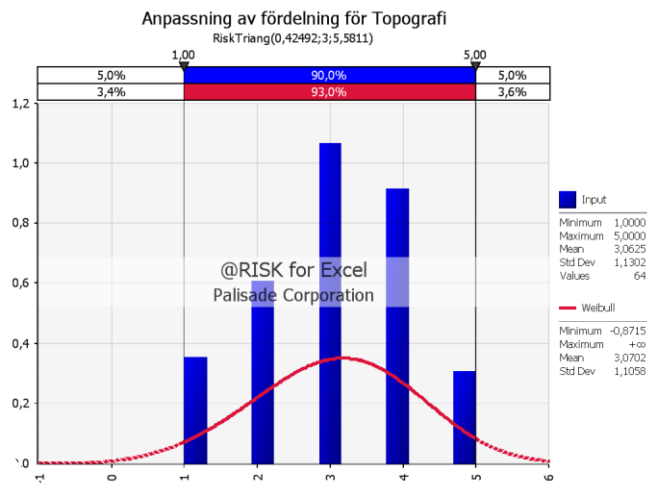
Figur 15. Anpassning av fördelning för Ledningsnät i @Risk.

Den statistiska trenden för ledningsnätets poäng liknar en exponentialfördelning med ett medelvärde på 1,37. Detta kan förklaras genom att Lunds stad endast har 10 % kombinerat ledningsnät vilket ger många rutor låg poäng under denna parameter. Hade metoden tillämpats på till exempel Malmös stad istället, som har ungefär 30 % kombinerat ledningsnät (VA Syd III, 2009; VA Syd IV, 2009) så hade fördelningen för ledningsnätet sett annorlunda ut.



Figur 16. Anpassning av fördelning för Fysisk miljö i @Risk.

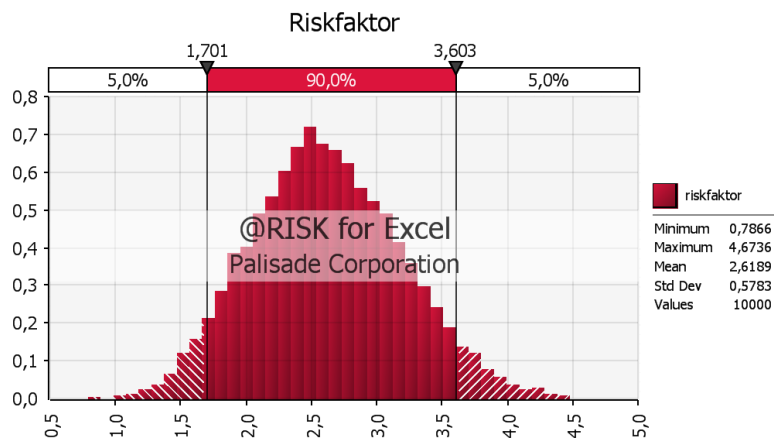
För fysisk miljö kan trenden liknas vid en triangelfördelning med medelvärde 2,45. Fördelningen är dock förskjuten så att låga värden har en större sannolikhet. Detta kan förklaras genom hur systemgränsen har valts. Om systemgränsen satts närmare stadskärnan hade stora delar åkermark fallit bort, vilket hade förändrats fördelningens utseende. Åkermark har en låg avrinningskoefficient och om stora delar åkermark tas med som i detta fall förskjuts därför poängintervallet till låga värden och fördelningen därför till vänster.



Figur 17. Anpassning av fördelning för Topografi i @Risk.

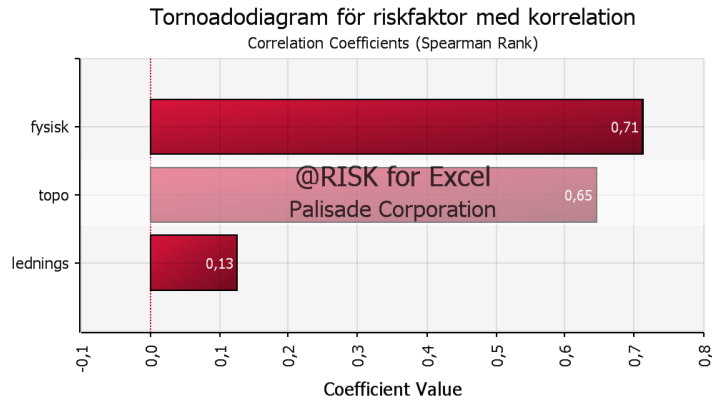
Trenden för de topografiska värdena utgörs av en weibullfördelning med medelvärde på 3,07 och förskjutning åt höger vilket ger en större sannolikhet för högre värden. Detta beror på att många områden har definierats som lågpunkter eller osäkra områden.

Vid en montecarlosimulering med beräknad korrelation och ovanstående fördelningar fås fördelningen i figur 18 med väntevärde 2,60, minimum på 0,79 och ett maximum på 4,67. Detta visar att anpassningarna till parameterfördelningarna är rimliga eftersom värdena håller sig inom rätt intervall.

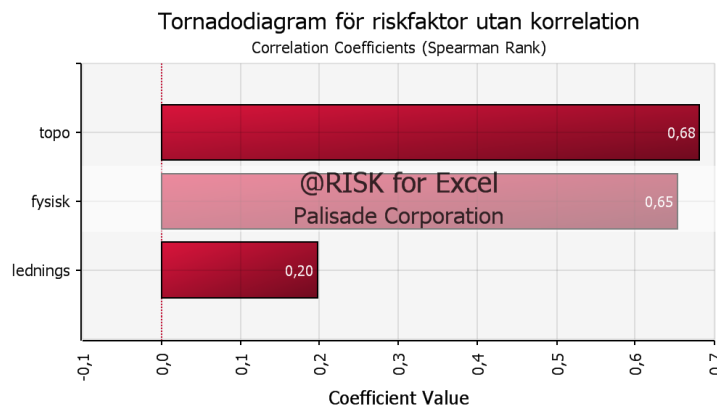


Figur 18. Utfallet för en slumpad ruta I modellen simulering i @Risk.

I ett tornadodiagram för simulering utan korrelation (se figur 19) visas att topografin är den parameter som har högst poäng och har därför störst betydelse för riskfaktorn. Detta beror på att många områden har definierats som lågpunkter och alltså fått höga poäng samt att topografins korrelationskoefficient har fått ett högt värde. Fysisk miljö har lite mindre påverkan och ledningsnätet lite större medans topografins påverkan i stort sett är oförändrad. Topografin har stor påverkan och är därför en känslig parameter, dålig upplösning gör att lågpunktsområdena blir stora och därför hamnar många värden högt upp i intervallet. I ett tornadodiagram för simulering med korrelation får fysisk miljö den största påverkan. Detta eftersom bidraget från statistiken har gjort att parametern fysisk miljö har fått höga poäng i de rutor översvämningar har skett. Ledningsnätets påverkan har i båda fallen en låg påverkan.



Figur 9. Tornodiagram från @Risk för riskfaktorn med korrelerade värden.



Figur 20. Tornodiagram från @Risk för riskfaktorn med ej korrelerade värden.

I Appendix C testades riskfaktorn om korrelationen från statistiken skulle se annorlunda ut, genom att sätta korrelationskoefficienterna 0,8, 0,1 och 0,1 och sedan rotera dessa mellan de olika parametrarna. Resultat visade att vid höga värden på ledningsnät, fysisk miljö och ej korrelerade värden var trenden ungefär densamma. Dock försvann intressanta punkter som F7 och F5 vid högt korrelationsvärde på ledningsnät, istället blev områden i den absoluta innerstaden mer intressanta, detta kan förklaras genom att det är just här det finns mest yta av kombinerat ledningsnät. Vid hög korrelation på topografin fick rutorna B1, G8, H2 och H3 en mycket högre riskfaktor jämfört med de andra fallen. Detta eftersom i dessa rutor finns det mycket stor yta av lågpunkter men väldigt låg yta av kombinerat ledningsnät samt hårdgjorda ytor. Intressant att notera är att rutorna C5, D5, D6, F5 och F7 med hög riskfaktor återkommer vid olika korrelationer, detta styrker sannolikheten att riskfaktorn stämmer.

## 6 Diskussion

---

Lund ligger inte nära kusten eller något större vattendrag, alltså är risken för stora översvämningar liten. Det handlar mer om små lokala översvämningar vilket gör det svårt att göra en ordentlig risk- och sårbarhetsanalys eftersom alla risker i nuläget har relativt låg sannolikhet. Litteraturstudien visar att det risk- och sårbarhetsarbete angående översvämningar som gjorts i Sverige endast har undersökt områden nära stora vattendrag. Detta motiverar att en modell som denna tas fram på grund av klimatförändringen och den ovisshet som råder om framtiden. I framtiden väntas fler översvämningar ske och det förändrade nederbördsmonstret gör att områden som tidigare inte hotats av översvämningar kan drabbas. Mycket av litteraturen i litteraturstudien, både svensk och internationell, handlar om stora översvämningkatastrofer där antingen större vattendrag eller havet har haft en betydande roll. Även vid mindre översvämningar finns vattendrag med som ett avgörande element. I fallet Lunds Stad finns inte dessa faktorer och alltså är litteraturens användbarhet begränsad här. Ur den översvämninglitteratur som fanns tillgänglig användes de delar som ansågs kunna tillämpas under denna modells villkor, men stora skillnader i yttre omständigheter kan ha påverkat litteraturens lämplighet som i sin tur påverkat modellens validitet. Även det sätt litteraturens granskades på skulle kunna gjorts annorlunda. I nuläget studerades stora mängder litteratur och rapporter angående översvämningstillfällen, men ingen ingående granskning gjordes med avseende på de parametrar som identifierats som de som i Lund har störst betydelse för om ett område kan översvämmas eller inte. Att en sådan granskning inte gjordes beror på att ingen dokumenterad översvämningshändelse i ett område liknande Lunds Stad hittades. En sådan djupgående analys hade kunnat förändra modellens utveckling och ha betydande påverkan på slutresultatet.

Modellens validitet kan diskuteras. I litteraturstudien finns det olika parametrar som har en påverkan på översvämning, och de tre med störst utfall identifierades. Till exempel har meteorologiska faktorer inte tagits med, det har istället antagits att ett ändrat mönster angående klimatet kommer ske. Det är svårt att få en exakt siffra på nederbördsförändringen. Därför har modellen utformats så att de områdena med högst riskfaktor kan identifieras istället för att utforska möjliga vattenvolymer. För att få en övergripande bild har endast tre parametrar använts, för att få en mer avancerad modell skulle fler faktorer kunna tas med så som grundvattendjup, jordmån, avrinningsmönster och ledningsnätets kapacitet. Detta kräver dock mycket tid och kunskap och blir väldigt svårt då stora områden ska täckas in vilket visade sig vid insamlingen av



data. Det är svårt att få fram information och de data som finns kostar ofta pengar. Med dessa faktorer tappar metoden sitt syfte i och med att den ska vara övergripande, tillgänglig för alla samt kostnadsfri.

Parametern topografisk information är svårbehandlad och kräver bra underlag. En annan metod som skulle kunna användas är att göra en GIS-simulering, dock förutsätter detta att kunskap om programvaran och hur den används finns.

Ett svårt moment i metodutvecklingen var hur de olika parametrarna skulle sammanvägas för att få en representativ bild av en rutas risk. Eftersom det rör sig om ett stort antal rutor, 64 stycken, föredras en kvantitativ bedömningsmetod framför en kvalitativ, detta för att underlätta jämförelsen rutorna emellan. Litteraturstudien av olika kommuners risk- och sårbarhetsanalyser visar att ett återkommande bedömningsverktyg av ett områdes risk är att använda sig av klassindelning. För att använda sig av samma språk valdes klassindelningssystemet även här. För att få en total riskfaktor måste de olika parametrarna sammanvägas. Den kalibrering som valdes var ett studera befintlig översvämningsstatistik och utifrån den identifiera en trend. Svagheten blev i detta fall att för lite statistiskt underlag fanns. Dock hittades inget stöd i litteraturen för någon slags viktning. En annan metod som testades för att sammanväga de olika parametrarnas påverkan var ”Trial and Error”. I metoden ändras olika koefficienter för att sedan kontrollera utfallet och jämföra detta med statistik. ”Trial and Error”-metoden blev i detta fall för omfattande.

Sårbarhetsbedömningen som görs identifierar endast faktorer som kan utgöra en risk och ger inget direkt resultat om möjliga utfall. Detta är en översiktlig identifiering och som nästa steg bör riskanalyser göras för de möjliga scenarierna. Till exempel skulle förorenings-spridning från farliga verksamheter på Gastelyckan till Höje å vid en översvämning kunna utredas. Intressanta saker att analysera kan då vara sannolikhet för översvämning, föroreningskoncentrationer samt dos- och respons samband för habitat. Ett annat exempel är förorening av dricksvattnet och dess påverkan på Lunds Stad. En annan viktig sak för en kommun och som varit intressant att undersöka är vilka aktörer som finns, deras olika ansvarsområden och samordningen mellan dem före, under och efter ett översvämningslarm. Lagstiftning har undersökts när det gäller farliga verksamheter och tillståndsprövning men det har inte tittats närmre på lagstiftningen angående aktörer och insatser med avseende på översvämnningar. Detta hade kunnat göra tillämpningen på ruta F7 mer användbar för Lunds Kommun och andra kommuner i deras arbete med översvämningsfrågor och klimatanpassning.

Tidsbegränsningen gjorde så att det bara fanns möjlighet att analysera en ruta. Vid tillämpning i verkliga fall bör inte bara den ruta med högst riskfaktor undersökas utan alla rutor med hög riskfaktor. Hänsyn bör också tas till var i staden tillståndspliktiga verksamheter och viktiga samhällsfunktioner finns. Detta för att överväga var det är viktigast att utföra en djupare analys.

## 7 Slutsats

---

Klimatförändringen kommer att förändra nederbördsmonstret vilket gör att fler översvämningar kommer att ske. Mycket forskning har bedrivits angående översvämningar, dock har väldigt lite forskning skett angående småskalig översvämning i stadsmiljö. Detta motiverar metodiken och ett framtagande av modellen samt vikten av att fortsätta arbetet med sårbarhet och risker vid sådana översvämningar för att kommuner ska kunna vara förberedda och veta hur de ska agera vid översvämningar i stadsmiljö.

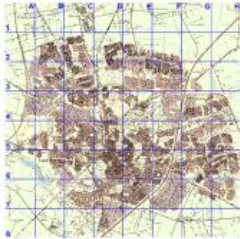
Hur människan kan påverkas av översvämningar kan ske både direkt och indirekt, i arbetets gång har det visat sig att ett flertal dominoeffekter kan uppstå vid översvämningar som kan slå ut viktiga samhällsfunktioner, även utanför området där översvämningen skett. Därför är det viktigt att inte begränsa sig till de rutorna med höga riskpoäng utan att även studera deras närliggande omgivning.

Vid tillämpning av modellen på Lunds stad visades det att området Gastelyckan har störst risk för översvämning vid intensiv nederbörd. Gastelyckan är ett industriområde med flertal tillståndspliktiga verksamheter, även Lunds räddningstjänst finns på området. Det kan vara intressant för kommunen att utföra en mer djupgående analys på detta område. Dock bör en sårbarhetsbedömning först utföras vid de andra rutorna med hög riskfaktor för att överväga om Gastelyckan är det område med störst sårbarhet.

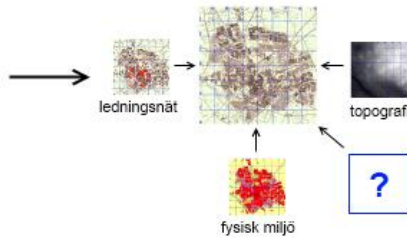
Modellen är kostnadsfri och lätt att använda, det enda som behövs är Microsoft Office och ett illustrationsprogram som kan behandla lagermetodiken. I detta fall användes paint.net som är en gratis programvara och finns tillgänglig på internet.

# Hur utförande av metodikens arbetsgång ska ske åskådliggörs nedan

## 1. Sätt systemgräns och applicera rutnät



## 2. Samla data om översvämningsparametrar

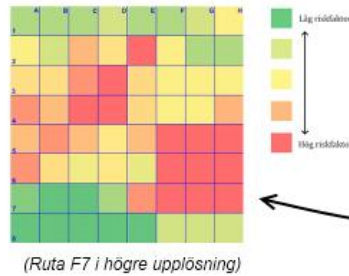


## 3. Justera och kallibrera modell

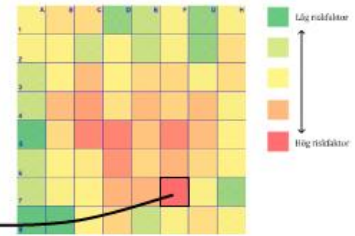
## 6. Utför sårbarhetsbedömning för den/de rutor med högst riskfaktor

- Identifiera känsliga faktorer:
- Farliga verksamheter
  - Skyddsobjekt
  - Bostäder
  - Infrastruktur
  - Räddningstjänster
  - Odlingmark
  - Övriga viktiga samhällsorgan
- Beskriv möjliga scenario  
 Analysera och dra slutsatser  
 Förslag till åtgärder

## 5. Simulera utvalda rutor i högre upplösning



## 4. Simulera och identifiera riskområden



## 8 Referenser

---

- Arbetsmiljöverket (2011), [Elektronisk] Uppslagsverk. Sökord: Organiskt lösningsmedel. Tillgänglig: <http://www.av.se/teman/sotning/kemiskaamnen/>, hämtad: 2011-01-07.
- Bernes, C. (2007). *En ännu varmare värld: Växthuseffekten och klimatets förändringar*. Värnamo: Fälth & Hässler.
- Berndtsson, R. (2005). *Hydrologi för ekosystemtekniker – kurskompendium för VVR111 Hydrologi och akvatisk ekologi*. Lund: Lunds universitet.
- Clements B. (2009). *Floods*. [Elektronisk] Artikel. Disasters and Public Health, ss 149-169. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781856176125>, hämtad: 2010-09-23.
- De Leeuw F. (2000). *Trends in ground level ozone concentrations in the European Union*. [Elektronisk] Artikel. National Institute of Public Health and the Environment. vol. 3. ss. 189-199.
- Digitala kartbiblioteket. (2010). [Elektronisk] Kartbibliotek. Sökord: Marktäckedata, Höjddata, Fastighetskarta, Ortfoto. Tillgänglig: <https://butiken.metria.se/digibib/index.php>, hämtad 2010-11-22.
- Europiska kommissionen. (2010). *Vad EU gör*. [Elektronisk] Broschyr. Tillgänglig: [http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/actions/whatiseudoing\\_sv.htm](http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/actions/whatiseudoing_sv.htm) hämtad 2010-11-05.
- Hallin, P-O., Nilsson, J. & Olofsson, N. (2004). *Kommunal sårbarhetsanalys*. [Elektronisk] Rapport. Krisberedskapsmyndigheten; KBM:s forskningsserie nr 3, Stockholm: Edita Ljunglöfs. Tillgänglig: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=755285&fileOid=783857>, hämtad 2010-11-04.
- Håll Sverige rent. (2011). [Elektronisk]. Sökord: Färg, hälsa och miljö. Tillgänglig: [http://www.hsr.se/VKJG\\_farg\\_halsa\\_och\\_miljo](http://www.hsr.se/VKJG_farg_halsa_och_miljo), hämtad: 2011-01-10.
- IBERO. (2010). *Hur fungerar IBERO*. [Elektronisk] Pdf-dokument om arbetsgången i IBERO, Länsstyrelsen i Stockholms läns hemsida. Senast uppdaterat 2010-06-09. Tillgänglig: <http://www.ab.lst.se/upload/dokument/Hur%20fungerar%20IBERO-2.pdf>, hämtad 2010-11-09.
- International Electrotechnical Commission, IEC (1995): *International Standard – Dependability management part 3: application guide – section 9. Risk Analysis of technological systems*. [Elektronisk] Rapport. Tillgänglig:

<http://engineers.ihs.com/document/abstract/TYPYCAAAAAAAAAAAAAA>, hämtad 2010-09-10.

Institution of Civil Engineers, ICE. (2001). *Learning to live with rivers, London*. [Elektronisk] Rapport. Tillgänglig: <http://www.ice.org.uk/getattachment/6a24d082-bb88-4396-8e34-4aa561b15180/Learning-to-live-with-rivers.aspx>, hämtad 2010-11-11.

Istomina, M. N., Kocharyan, A. G., Lebedeva, I. P. (2004). *Floods: Genesis, Socioeconomic and Environmental Impacts*. Water Problems Institute, vol. 32, no. 4, ss. 349-358. Tillgänglig: <http://www.Springerlink.com/content/t263662756271122/>, hämtad: 2010-10-02.

Johansson, H. & Jönsson, H. (2007). *Metoder för risk- och sårbarhetsanalys ur ett systemperspektiv*. [Elektronisk] Rapport. Lunds universitets centrum för riskanalys och riskhantering. Lunds universitet. Tillgänglig: <http://lup.lub.lu.se.ludwig.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=1053360&fileOid=1053361>, hämtad 2010-11-09.

Katz, R W., Parlange, M.B., Naveau, P. (2002) *Statistics of extremes in hydrology*. [Elektronisk] Atrikel. Advances in Water Resources vol 25, ss 1287-1304, Tillgänglig: [http://sama.ipsl.jussieu.fr/Documents/articles/2002\\_06\\_27\\_Katz.pdf](http://sama.ipsl.jussieu.fr/Documents/articles/2002_06_27_Katz.pdf), hämtad: 2010-11-11.

Kemikalieinspektionen (2011), [Elektronisk] Uppslagsverk. Sökord: Bly, Krom, Arsenik, Organiska lösningsmedel, Metanol, Xylen, Lacknafta, Perkloretylen, Triklöretylen, Svavelsyra, Salpetersyra, Saltsyra. Tillgänglig: <http://apps.kemi.se/klassificeringslistan/default.cfm>, hämtad: 2011-01-05.

Lantmäteriet. (2010). *GSD-Höjddata, grid 50+*. [Elektronisk] Informationstext. Tillgänglig: [http://www.lantmateriet.se/templates/LMV\\_Page.aspx?id=1009](http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=1009), hämtad 2010-11-15.

Larm, T. (2000). *Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar*. [Elektronisk] Rapport. Tillgänglig: <http://www.stormtac.com/Dimension.pdf>, hämtad 2010-10-12.

LTH. (2008). *Faktablad till kursen VVR111 Hydrology and Aquatic Ecology*. [Elektronisk]. Avdelningen för teknisk vattenresurslära. Tillgänglig: <http://aqua.tvrl.lth.se/course/VVR111/hydro/catchment.html> publicerat 2008-09-25, hämtad 2010-11-16.

Länsstyrelsen. [Elektronisk] Broschyr. Tillgänglig: [http://www.lansstyrelsen.se/NR/rdonlyres/78E182D6-F9BE-4AF0-8263-48933661161D/184179/presentati\\_on2809\\_Lundskommun.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/NR/rdonlyres/78E182D6-F9BE-4AF0-8263-48933661161D/184179/presentati_on2809_Lundskommun.pdf) hämtad 2010-11-05.

Money, N. (2007). *Carpet Monsters and Killer Spores, A Natural History of Toxic Mold*. [Elektronisk] Oxford Scholarship Online: September 2007. Print ISBN-13: 978-

0-19-517227-0. Tillgänglig:  
<http://www.oxfordscholarship.com.ludwig.lub.lu.se/oso/public/content/biology/9780195172270/toc.html>, hämtad 2010-11-23.

Naturvårdsverket I. (2010). [Elektronisk] Tillgänglig:  
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Forskning/Var-forskning/Forskning-om-klimat/Annan-forskning-om-klimatets-forandring/FNs-klimatpanel-IPCC/> hämtad 2010-11-05.

Naturvårdsverket II. (2011). [Elektronisk] Broschyr. Tillgänglig:  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8207-8.pdf>, hämtad: 2011-01-11.

NE I (2010) [Elektronisk] sökord topografi. Tillgänglig:  
<http://www.ne.se/lang/topografi>, hämtad 2010-11-15.

NE II (2010) [Elektronisk] sökord topografi. Tillgänglig:  
<http://www.ne.se/lang/topografisk-karta>, hämtad 2010-11-15.

Notisum. (2011). [Elektronisk] Lagtext. Tillgänglig: <http://www.notisum.se/Pub/Doc.aspx?url=/rnp/sls/lag/19980899.htm>, hämtad: 2011-01-11

Nyberg, L. (2008). *Översvämningar och riskhantering, en forskningsöversikt*. [Elektronisk] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Karlstad.

Nyhetskanalen (2010). [Elektronisk]. Tillgänglig:  
[http://www.nyhetskanalen.se/1.1075046/2009/07/01/sky\\_fall\\_i\\_lund\\_men\\_inte\\_hos\\_smhi](http://www.nyhetskanalen.se/1.1075046/2009/07/01/sky_fall_i_lund_men_inte_hos_smhi), hämtat: 2010-11-29.

Orellana, C. (2002) *Germany counts cost of flood damage to health-care services*, The Lancet, vol. 360, ss 698. Tillgänglig:  
[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(02\)09888-4/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(02)09888-4/fulltext), hämtad: 2010-09-31.

Regeringskansliet I. *Lag (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap*. SFS nr: 2006:544. [Elektronisk] Regeringskansliets Rättsdatabaser. Tillgänglig: [http://62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24%7BHTML%7D=sfst\\_1st&%24%7BHTML%7D=sfst\\_dok&%24%7BSHTML%7D=sfst\\_err&%24%7BBASE%7D=SFST&%24%7BTRIPSHOW%7D=format%3DTHW&BET=2006%3A544%24](http://62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24%7BHTML%7D=sfst_1st&%24%7BHTML%7D=sfst_dok&%24%7BSHTML%7D=sfst_err&%24%7BBASE%7D=SFST&%24%7BTRIPSHOW%7D=format%3DTHW&BET=2006%3A544%24) hämtad 2010-11-17.

Regeringskansliet II [Elektronisk]. Sökord: Nationellt klimatarbete Tillgänglig:  
<http://www.sweden.gov.se/sb/d/8756> hämtad 2010-11-05.

Rikstermbanken I [Elektronisk]. Sökord: recipient. Tillgänglig:  
<http://www.rikstermbanken.se/rtb/visaTermpost.html?id=108738>, hämtad 2010-09-10.

Rikstermbanken II [Elektronisk]. Sökord: reningsverk. Tillgänglig: <http://www.rikstermbanken.se/rtb/visaTermpost.ost.html?id=108738>, hämtad 2010-09-10.

Rikstermbanken III [Elektronisk]. Sökord: robust. Tillgänglig: <http://www.rikstermbanken.se/rtb/visaTermpost.html?id=124721>, hämtad 2010-11-15.

Rosen, B., Moritz, L., Norrman, J., Nilsson, M., Kulander, K-E., (2002). *Miljöpåverkan från översvämningar*. [Elektronisk] Rapport. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/NR/rdonlyres/FC726AE8-AC87-496E-9247-309643ABE4C5/163426/Milj%C3%B6p%C3%A5verkanfr%C3%A5n%C3%B6versv%C3%A4mningarSRV.pdf>, hämtad: 2010-10-30

Rummukainen, M. (2010). *Extrema väderhändelser och klimatförändringarnas effekter*. Mistra-SWECIA No 3.

SMHI I. (2004-2010). *Väder och Vatten en tidskrift från SMHI*. Alla nummer från och med januari 2004 till och med augusti 2010. Tryck: Exakta i Hässleholm AB.

SMHI II [Elektronisk]. Sökord: Extrem nederbörd  
Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/extrem-nederbord-1.6153>, hämtad: 2010-11-05.

Suarez P., Anderson W., Mahal V., Lakshmanan T.R., (2005). [Elektronisk] Artikel. Impacts of flooding and climate change on urban transportation: A systemwide performance assessment of the Boston Metro Area. Transportation Research Part D, vol. 10, ss. 231-244. Tillgänglig: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16849958>, hämtad: 2010-11-02.

SVD. (2011). [Elektronisk] Nyhetsartikel. Tillgänglig: [http://www.svd.se/nyheter/inrikes/brandstation-oversvammad\\_929891.svd](http://www.svd.se/nyheter/inrikes/brandstation-oversvammad_929891.svd), hämtad: 2011-01-15.

Svenskt Vatten. (2004). *Dimensionering av allmänna avloppsledning*. Publikation P90. Stockholm: Beckeman & Wenner.

Svenskt Vatten. (2005). *Fakta om vatten och avlopp*. [Elektronisk] Folder. September 2005, Stockholm. Tillgänglig: [http://www.svensktvatten.se/web/Fakta\\_om\\_Vatten\\_och\\_Avlopp.aspx](http://www.svensktvatten.se/web/Fakta_om_Vatten_och_Avlopp.aspx), hämtad 2010-09-10.

Svenskt Vatten. (2007). *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem: Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen*. [Elektronisk] Rapport. Svenskt Vatten. Östermåla: Elanders. Tillgänglig: [http://www.svensktvatten.se/web/Klimat\\_och\\_sarbarhetsutredningen\\_2.aspx](http://www.svensktvatten.se/web/Klimat_och_sarbarhetsutredningen_2.aspx), hämtad 2010-09-09.

SYS AV. (2011). [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.sysav.se/Templates/avc.aspx?id=365>, hämtad: 2011-01-13.



Trafikverket. (Inget årtal). *Förstudie ny tpl vid Råby och ombyggnad av tpl Lund Södra*. [Elektronisk] Rapport. Tillgänglig: [www.trafikverket.se/PageFiles/17359/Forstudie\\_E22\\_Raby\\_LundS.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/17359/Forstudie_E22_Raby_LundS.pdf), hämtad 2011-01-11.

VA Syd I. (2010). *Viktigt att veta om källaröversvämningar*. [Elektronisk] Broschyr. Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Broschyren/Vatten-%20och%20avloppsbroshyren/Viktigt%20att%20veta%20om%20kallaroersvaemningar.pdf> hämtad 2010-10-13.

VA Syd II. (2010). *Källby Avloppsreningsverk*. [Elektronisk] Broschyr. VA Syd. Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Broschyren/Vatten-%20och%20avloppsbroshyren/Vatten%20och%20avlopp/K%C3%A4llby%20Avloppsreningsverk.pdf>, hämtad 2010-11-23.

VA Syd III. (2009). *Sjölunda Avloppsreningsverk Malmö*. [Elektronisk] Broschyr. Tillgänglig: [http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Vatten%20och%20avlopp/Avloppsvatten/Miljorapporter/Sjolunda\\_Miljorapport\\_2009.pdf](http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Vatten%20och%20avlopp/Avloppsvatten/Miljorapporter/Sjolunda_Miljorapport_2009.pdf), hämtad: 2011-01-28

VA Syd IV. (2009). *Klagshamns Avloppsreningsverk Malmö*. [Elektronisk] Broschyr. Tillgänglig: [http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Vatten%20och%20avlopp/Avloppsvatten/Miljorapporter/Klagshamn\\_Miljorapport\\_2009.pdf](http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Vatten%20och%20avlopp/Avloppsvatten/Miljorapporter/Klagshamn_Miljorapport_2009.pdf), hämtad: 2011-01-28

WMO. (2008). *Urban flood risk management*. [Elektronisk] Artikel. Tillgänglig: [http://www.apfm.info/pdf/ifm\\_tools/Tools\\_Urban\\_Flood\\_Risk\\_Management.pdf](http://www.apfm.info/pdf/ifm_tools/Tools_Urban_Flood_Risk_Management.pdf), hämtad: 2011-01-28

# Appendix A

## 1 Klassificering, Topografi

Topografiskt läge					
	1	2	3	Σ Poäng	Klass
A1	0,57	0,00	0,43	1,86	4
A2	0,62	0,01	0,37	1,75	4
A3	0,78	0,10	0,12	1,34	2
A4	0,54	0,30	0,16	1,62	3
A5	0,87	0,00	0,13	1,26	1
A6	0,68	0,13	0,19	1,51	3
A7	0,25	0,75	0,00	1,75	3
A8	0,86	0,03	0,11	1,25	1
B1	0,50	0,00	0,50	2,00	5
B2	0,70	0,00	0,30	1,60	3
B3	0,59	0,25	0,16	1,57	2
B4	0,40	0,27	0,33	1,93	4
B5	0,46	0,26	0,27	1,79	4
B6	0,59	0,15	0,26	1,67	3
B7	0,55	0,11	0,34	1,79	4
B8	0,96	0,00	0,04	1,08	1
C1	0,61	0,00	0,39	1,78	4
C2	0,83	0,00	0,17	1,34	2
C3	0,63	0,00	0,37	1,74	4
C4	0,58	0,00	0,42	1,84	4
C5	0,69	0,00	0,31	1,62	3
C6	0,62	0,38	0,00	1,38	1
C7	0,48	0,46	0,06	1,58	2
C8	0,67	0,00	0,33	1,66	3
D1	0,54	0,45	0,01	1,47	2
D2	0,61	0,14	0,25	1,64	3
D3	0,65	0,00	0,35	1,7	3
D4	0,40	0,38	0,22	1,82	3
D5	0,75	0,07	0,18	1,43	2
D6	0,72	0,17	0,11	1,39	2
D7	0,31	0,66	0,03	1,72	3
D8	0,75	0,05	0,20	1,45	2
E1	0,35	0,56	0,09	1,74	3
E2	0,04	0,96	0,00	1,96	3
E3	0,24	0,76	0,00	1,76	3
E4	0,19	0,81	0,00	1,81	3
E5	0,83	0,07	0,10	1,27	1
E6	0,93	0,00	0,07	1,14	1
E7	0,62	0,08	0,30	1,68	3
E8	0,64	0,11	0,25	1,61	3
F1	0,16	0,60	0,24	2,08	4
F2	0,27	0,55	0,18	1,91	4
F3	0,25	0,62	0,13	1,88	3
F4	0,59	0,24	0,16	1,55	2
F5	0,51	0,04	0,45	1,94	5
F6	0,67	0,00	0,33	1,66	3
F7	0,51	0,00	0,49	1,98	5
F8	0,58	0,00	0,42	1,84	4
G1	0,52	0,43	0,05	1,53	2
G2	0,82	0,00	0,18	1,36	2
G3	0,61	0,00	0,39	1,78	4
G4	0,52	0,08	0,40	1,88	4
G5	0,33	0,45	0,22	1,89	4
G6	0,72	0,00	0,28	1,56	3
G7	0,57	0,00	0,43	1,86	4
G8	0,53	0,00	0,47	1,94	5
H1	0,51	0,19	0,30	1,79	4
H2	0,45	0,00	0,55	2,10	5
H3	0,44	0,00	0,56	2,12	5
H4	0,55	0,01	0,44	1,89	4
H5	0,48	0,50	0,02	1,54	2
H6	0,72	0,00	0,28	1,56	3
H7	0,68	0,29	0,03	1,35	1
H8	0,60	0,00	0,40	1,80	4

## 2 Klassificering, Fysisk miljö

Fysisk miljö													Σ A-konstant	Klass
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
A1							0,95		0,04		0,01	0,157	1	
A2							1					0,150	1	
A3			0,11		0,4		0,85					0,289	2	
A4			0,06		0,15		0,77		0,2			0,212	1	
A5		0,09				0,08	0,74		0,1			0,194	1	
A6					0,07	0,02	0,62	0,17	0,04	0,07		0,204	1	
A7							1					0,150	1	
A8							1					0,150	1	
B1							0,94		0,05		0,01	0,156	1	
B2		0,48			0,14		0,38					0,299	2	
B3		0,58	0,2		0,2		0,02					0,471	3	
B4		0,15	0,4		0,29		0,1		0,05			0,478	3	
B5		0,69			0,15		0,16					0,363	2	
B6		0,46	0,08				0,25		0,17	0,04		0,372	2	
B7			0,13		0,05		0,36		0,42	0,05		0,265	1	
B8			0,07				0,88		0,05			0,197	1	
C1		0,34			0,07		0,59					0,255	2	
C2		0,52			0,21		0,27					0,313	2	
C3		0,70			0,3							0,370	3	
C4		0,45	0,36		0,15	0,05						0,556	4	
C5		0,81	0,07		0,09	0,3						0,563	4	
C6		0,63	0,03		0,1	0,14	0,1					0,400	3	
C7		0,61	0,02		0,12	0,25						0,415	3	
C8		0,42			0,34		0,24					0,285	2	
D1		0,04			0,1		0,92		0,03			0,176	1	
D2	0,05	0,23			0,1		0,51		0,11			0,252	2	
D3		0,32			0,56				0,12			0,253	2	
D4	0,03	0,47	0,06		0,39		0,06					0,366	2	
D5	0,26	0,51	0,17		0,06							0,608	5	
D6	0,18	0,32	0,5									0,724	5	
D7		0,58	0,23		0,19							0,479	3	
D8		0,14	0,33	0,13	0,2		0,15		0,05			0,510	4	
E1		0,02					0,98					0,156	1	
E2		0,26			0,04		0,67		0,03			0,229	1	
E3		0,79			0,17	0,04						0,404	3	
E4	0,14	0,53	0,13		0,05	0,15						0,539	4	
E5	0,09	0,79	0,03		0,09							0,477	3	
E6	0,04	0,72	0,03		0,21							0,423	3	
E7	0,03	0,68		0,09	0,09		0,1					0,437	3	
E8		0,12	0,01	0,03	0,09		0,75					0,215	1	
F1							1					0,150	1	
F2		0,11					0,87		0,02			0,183	1	
F3		0,79	0,11		0,1							0,470	3	
F4		0,37	0,27	0,06	0,26	0,04						0,506	4	
F5	0,07	0,55	0,12	0,08	0,18							0,506	4	
F6		0,61	0,05	0,1	0,24							0,441	3	
F7		0,09	0,62	0,04	0,17		0,08					0,641	5	
F8		0,03					0,92		0,05			0,157	1	
G1							1					0,150	1	
G2				0,09			0,91					0,209	1	
G3			0,1		0,04		0,81		0,04			0,217	1	
G4		0,4	0,25	0,03	0,1		0,22					0,469	3	
G5		0,69			0,21	0,1						0,390	3	
G6		0,68			0,25		0,7					0,457	3	
G7		0,22	0,04		0,16		0,51		0,07			0,245	1	
G8		0,03					0,97					0,159	1	
H1				0,1			0,9					0,215	1	
H2				0,08			0,92					0,202	1	
H3							1					0,150	1	
H4		0,2					0,8					0,211	1	
H5		0,46		0,16			0,33		0,05			0,392	3	
H6		0,61			0,18	0,08	0,09		0,01			0,355	2	
H7		0,39			0,11		0,45		0,05			0,269	2	
H8		0,04					0,95		0,01			0,162	1	

1.	Tät stadsstruktur	0,85
2.	Gles stadsstruktur	0,455
3.	Industri	0,85
4.	Väg och järnväg	0,8
5.	Urbana grönområde	0,17
6.	R och I	0,4
7.	Åkermark	0,15
8.	Betesmark	0,1
9.	Gräsbeväxt mark	0,1
10.	Vattendrag	1,0
11.	Siöar och dammar	1,0

### 3 Klassificering, Ledningsnät

Ledningsnät			
	kombinerat	duplikat	Klass
A1	0,00	1,00	1
A2	0,00	1,00	1
A3	0,00	1,00	1
A4	0,00	1,00	1
A5	0,01	0,99	1
A6	0,01	0,99	1
A7	0,00	1,00	1
A8	0,00	1,00	1
B1	0,00	1,00	1
B2	0,00	1,00	1
B3	0,00	1,00	1
B4	0,00	1,00	1
B5	0,01	0,99	1
B6	0,04	0,96	1
B7	0,00	1,00	1
B8	0,00	1,00	1
C1	0,00	1,00	1
C2	0,00	1,00	1
C3	0,00	1,00	1
C4	0,00	1,00	1
C5	0,37	0,63	4
C6	0,25	0,75	3
C7	0,01	0,99	1
C8	0,00	1,00	1
D1	0,00	1,00	1
D2	0,00	1,00	1
D3	0,01	0,99	1
D4	0,14	0,86	2
D5	0,31	0,69	4
D6	0,25	0,75	3
D7	0,20	0,80	3
D8	0,00	1,00	1
E1	0,00	1,00	1
E2	0,00	1,00	1
E3	0,00	1,00	1
E4	0,08	0,92	1
E5	0,47	0,53	5
E6	0,35	0,65	4
E7	0,26	0,74	3
E8	0,00	1,00	1
F1	0,00	1,00	1
F2	0,00	1,00	1
F3	0,00	1,00	1
F4	0,00	1,00	1
F5	0,04	0,96	1
F6	0,20	0,80	3
F7	0,00	1,00	1
F8	0,00	1,00	1
G1	0,00	1,00	1
G2	0,00	1,00	1
G3	0,00	1,00	1
G4	0,00	1,00	1
G5	0,00	1,00	1
G6	0,01	0,99	1
G7	0,00	1,00	1
G8	0,00	1,00	1
H1	0,00	1,00	1
H2	0,00	1,00	1
H3	0,00	1,00	1
H4	0,00	1,00	1
H5	0,00	1,00	1
H6	0,00	1,00	1
H7	0,00	1,00	1
H8	0,00	1,00	1

# Appendix B

## Resultat av riskfaktor och känslighetsanalys

Riskfaktor	Riskfaktor				Känslighetsanalys			
	ledningnät	fysisk miljö	topografi	riskfaktor	hög l	hög f m	hög t	ej korrelation
A1	1	1	4	2	1	1	3	2
A2	1	1	4	2	1	1	3	2
A3	1	2	2	2	1	2	2	2
A4	1	1	3	2	1	1	3	2
A5	1	1	1	1	1	1	1	1
A6	1	1	3	2	1	1	3	2
A7	1	1	3	2	1	1	3	2
A8	1	1	1	1	1	1	1	1
B1	1	1	5	2	1	1	4	2
B2	1	2	3	2	1	2	3	2
B3	1	3	2	2	1	3	2	2
B4	1	3	4	3	2	3	4	3
B5	1	2	4	2	1	2	4	2
B6	1	2	3	2	1	2	3	2
B7	1	1	4	2	1	1	3	2
B8	1	1	1	1	1	1	1	1
C1	1	2	4	2	1	2	4	2
C2	1	2	2	2	1	2	2	2
C3	1	3	4	3	2	3	4	3
C4	1	4	4	3	2	4	4	3
C5	4	4	3	4	4	4	3	4
C6	3	3	1	2	3	3	1	2
C7	1	3	2	2	1	3	2	2
C8	1	2	3	2	1	2	3	2
D1	1	1	2	1	1	1	2	1
D2	1	2	3	2	1	2	3	2
D3	1	2	3	2	1	2	3	2
D4	2	2	3	2	2	2	3	2
D5	4	5	2	4	4	5	3	4
D6	3	5	2	3	3	5	2	3
D7	3	3	3	3	3	3	3	3
D8	1	4	2	3	1	4	2	2
E1	1	1	3	2	1	1	3	2
E2	1	1	3	2	1	1	3	2
E3	1	3	3	3	1	3	3	2
E4	1	4	3	3	2	4	3	3
E5	5	3	1	3	4	3	2	3
E6	4	3	1	3	4	3	2	3
E7	3	3	3	3	3	3	3	3
E8	1	1	3	2	1	1	3	2
F1	1	1	4	2	1	1	3	2
F2	1	1	4	2	1	1	3	2
F3	1	3	3	3	1	3	3	2
F4	1	4	2	3	1	4	2	2
F5	1	4	5	4	2	4	5	3
F6	3	3	3	3	3	3	3	3
F7	1	5	5	4	2	5	5	4
F8	1	1	4	2	1	1	3	2
G1	1	1	2	1	1	1	2	1
G2	1	1	2	1	1	1	2	1
G3	1	1	4	2	1	1	3	2
G4	1	3	4	3	2	3	4	3
G5	1	3	4	3	2	3	4	3
G6	1	3	3	3	1	3	3	2
G7	1	1	4	2	1	1	3	2
G8	1	1	5	2	1	1	4	2
H1	1	1	4	2	1	1	3	2
H2	1	1	5	2	1	1	4	2
H3	1	1	5	2	1	1	4	2
H4	1	1	4	2	1	1	3	2
H5	1	3	2	2	1	3	2	2
H6	1	2	3	2	1	2	3	2
H7	1	2	1	1	1	2	1	1
H8	1	1	4	2	1	1	3	2

# Appendix C

## 1 Kalibrering av modell, identifiering av översvämningfall vid nederbörd

Översvämningar och nederbörd för 2004-2010					
Fall	Översvämningsdatum	Månad	Tidigare regndatum	Dagssnederbörd (mm)	Kommentar
1	2006 02 25	Februari		0,00	Ej orsakad av nederbörd, inom stadskärnan
2	2006 08 08	Augusti		0,00	Ej orsakad av nederbörd, inom stadskärnan
3	2006 08 09	Augusti		49,0	Orsakad av nederbörd, inom stadskärnan
		Augusti	2006 08 13	36,7	
4	2006 08 14	Augusti		29,5	Orsakad av nederbörd, inom stadskärnan
		Januari	2007 01 18	10,7	
		Januari	2007 01 20	14,7	
		Januari	2007 01 22	4,00	
5	2007 01 23	Januari		0,20	Orsakad av nederbörd, utanför stadskärnan
		Juli	2007 07 02	13,4	
		Juli	2007 07 04	22,9	
6	2007 07 05	Juli		58,2	Orsakad av nederbörd, delvis inom stadskärnan
7	2009 06 30	Juni		0*	Orsakad av nederbörd, inom stadskärnan
8	2010 08 06	Augusti		44,3	Orsakad av nederbörd
9	2010 08 12	Augusti		17,3	Orsakad av nederbörd, utanför staden
10	2010 08 14	Augusti		38,1	Orsakad av nederbörd, delvis inom stadskärnan

\* extrema lokala skurar orsakade översvämningar, nederbörden syntes dock inte på SMHI's mätstationer (Nyhetskanalen, 2009)

## 2 Kalibrering av modell, identifiering av rutor

Platser för översvämningar vid hög nederbörd			
Fall	Adress	Ruta	
3	Småskolevägen 10	H6	
	Småskolevägen 6	H6	
	Griffelvägen 4	H5	
	Storskolevägen 3	H6	
	Skolmästarevägen 4	G6	
	Griffelvägen 6	H6	
	Storskolevägen 13	H5	
	Storskolevägen 9	H5	
	Terminsvägen 4	G5	
	Storskolevägen 5	H5	
	Småskolevägen 16	H6	
	Skolmästarevägen 4	G6	
	Linerovägen 1-5	G6-H6	
	Småskolevägen 18	G5	
	Terminsvägen 6	G5	
	4	Västgötavägen 5	D7
		Soprangränden 2	G5
	7	Vapenkroken 19	F3
		Björnbärsstigen 3	D4
	Kaprifolievägen 16	D4	
	Kolonivägen 8	C3	
	Pistolvägen 1	D3	
	Protokollgränden 9	E3	
	Ritaregränden 9	F3	
	Spårsnögatan 1	C2	
	Spårsnögatan 2	C2	
	Trollebergsvägen 31	C6	
	Plommonvägen 32	E7	
	Vallmovägen 15	D4	
	Lantmannavägen 6	C4	
9	Gullregnsvägen 30	E7	
	Stora Tomegatan 48	E5	
	Östra Vallgatan 57	E5	
	Tomegapsgatan 30	E5	
	Bytaregatan 21	D5	
	Apelgatan 8	E6	
	Plommonvägen 32	D7	
	Revingegatan 15	E6	
	Dag Hammarskjöldsväg	F5	
10	Svärdgränden 6	G6	
	Vagnmakaregr. 32	E7	

# Appendix D

## 1 Klassificering, Topografi för ruta F7

Topografiskt läge för ruta F7					
	1	2	3	Σ Poäng	Klass
A1	1,00			1,00	1
A2	1,00			1,00	1
A3	0,53		0,47	1,94	3
A4	0,09		0,91	2,82	5
A5			1,00	3,00	5
A6	0,03		0,97	2,94	5
A7	0,72		0,28	1,56	2
A8	1,00			1,00	1
B1	1,00			1,00	1
B2	0,92		0,08	1,16	1
B3	0,50		0,50	2,00	3
B4	0,02		0,98	2,96	5
B5			1,00	3,00	5
B6	0,41		0,59	2,18	3
B7	1,00			1,00	1
B8	1,00			1,00	1
C1	1,00			1,00	1
C2	0,39		0,61	2,22	4
C3			1,00	3,00	5
C4			1,00	3,00	5
C5			1,00	3,00	5
C6	0,47		0,53	2,06	3
C7	1,00			1,00	1
C8	1,00			1,00	1
D1	1,00			1,00	1
D2	0,28		0,72	2,44	4
D3	0,02		0,98	2,96	5
D4	0,08		0,92	2,84	5
D5			1	3,00	5
D6	0,04		0,96	2,92	5
D7	0,8		0,2	1,40	2
D8	1,00			1,00	1
E1	1,00			1,00	1
E2	0,09		0,91	2,82	5
E3	0,68		0,32	1,64	2
E4	0,78		0,22	1,44	2
E5			1,00	3,00	5
E6			1,00	3,00	5
E7	0,18		0,82	2,64	5
E8	1,00			1,00	1
F1	1,00			1,00	1
F2	0,85		0,15	1,30	1
F3	1,00			1,00	1
F4	1,00			1,00	1
F5	0,12		0,88	2,76	5
F6			1,00	3,00	5
F7			1,00	3,00	5
F8	0,86		0,14	1,28	1
G1	1,00			1,00	1
G2	1,00			1,00	1
G3	1,00			1,00	1
G4	0,92		0,08	1,16	1
G5	0,05		0,95	2,90	5
G6			1,00	3,00	5
G7			1,00	3,00	5
G8	0,68		0,32	1,64	2
H1	1,00			1,00	1
H2	1,00			1,00	1
H3	1,00			1,00	1
H4	0,55		0,45	1,90	3
H5			1,00	3,00	5
H6			1,00	3,00	5
H7			1,00	3,00	5
H8	0,61		0,39	1,78	2



## 2 Klassificering, Fysisk miljö för ruta F7

Fysisk miljö													Σ A-konstant	Klass
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
A1		1										0,455	3	
A2		0,21	0,79									0,767	5	
A3			0,65	0,15	0,2							0,707	4	
A4				0,65	0,35							0,580	4	
A5			0,47		0,53							0,490	3	
A6			0,66				0,34					0,612	4	
A7							1					0,150	1	
A8							1					0,150	1	
B1		1										0,455	3	
B2		0,33	0,35	0,15	0,17							0,597	4	
B3		0,36	0,04	0,43	0,17							0,571	4	
B4		0,29	0,17	0,08	0,46							0,419	3	
B5			0,58		0,42							0,564	4	
B6			0,66				0,34					0,612	4	
B7							1					0,150	1	
B8							1					0,150	1	
C1		0,74		0,15	0,11							0,475	3	
C2		0,33		0,52	0,15							0,592	4	
C3		0,67	0,25	0,08								0,581	4	
C4		0,11	0,89									0,807	5	
C5			0,48		0,52							0,496	3	
C6		0,87			0,13							0,418	3	
C7			0,14				0,86					0,248	1	
C8							1					0,150	1	
D1		0,38		0,56	0,06							0,631	4	
D2		0,85	0,11	0,04								0,512	3	
D3		0,29	0,71									0,735	5	
D4			1									0,850	5	
D5			0,33		0,67							0,394	2	
D6			0,33		0,67							0,394	2	
D7			0,23		0,29		0,48					0,317	2	
D8							1					0,150	1	
E1		0,11	0,4		0,49							0,473	3	
E2		0,18	0,82									0,779	5	
E3		0,11	0,89									0,807	5	
E4			0,93		0,07							0,802	5	
E5			0,43		0,57							0,462	3	
E6			0,11		0,89							0,245	1	
E7			0,62		0,18		0,2					0,588	4	
E8							1					0,150	1	
F1			0,48		0,52							0,496	3	
F2			0,8		0,2							0,714	5	
F3			1									0,850	5	
F4			1									0,850	5	
F5			1									0,850	5	
F6			0,84		0,16							0,741	5	
F7			0,95		0,05							0,816	5	
F8			0,4				0,6					0,430	3	
G1			0,65		0,35							0,612	4	
G2			0,48		0,52							0,496	3	
G3			0,91		0,09							0,789	5	
G4			1									0,850	5	
G5			1									0,850	5	
G6			1									0,850	5	
G7			1									0,850	5	
G8			0,54		0,46							0,537	3	
H1			0,91		0,09							0,789	5	
H2			0,51		0,49							0,517	3	
H3			1									0,850	5	
H4			1									0,850	5	
H5			1									0,850	5	
H6			1									0,850	5	
H7			1									0,850	5	
H8			0,53		0,47							0,530	3	

1.	Tät stadsstruktur	0,85
2.	Gles stadsstruktur	0,455
3.	Industri	0,85
4.	Väg och järnväg	0,8
5.	Urbana grönområde	0,17
6.	R och I	0,4
7.	Åkermark	0,15
8.	Betesmark	0,1
9.	Gräsbeväxt mark	0,1
10.	Vattendrag	1,0
11.	Siöar och dammar	1,0

### 3 Klassificering, Ledningsnät för ruta F7

Ledningsnät för ruta F7			
	kombinerat	duplikat	Klass
A1	0,00	1,00	1
A2	0,00	1,00	1
A3	0,00	1,00	1
A4	0,00	1,00	1
A5	0,00	1,00	1
A6	0,00	1,00	1
A7	0,00	1,00	1
A8	0,00	1,00	1
B1	0,00	1,00	1
B2	0,00	1,00	1
B3	0,00	1,00	1
B4	0,00	1,00	1
B5	0,00	1,00	1
B6	0,00	1,00	1
B7	0,00	1,00	1
B8	0,00	1,00	1
C1	0,00	1,00	1
C2	0,00	1,00	1
C3	0,00	1,00	1
C4	0,00	1,00	1
C5	0,00	1,00	1
C6	0,00	1,00	1
C7	0,00	1,00	1
C8	0,00	1,00	1
D1	0,00	1,00	1
D2	0,00	1,00	1
D3	0,00	1,00	1
D4	0,00	1,00	1
D5	0,00	1,00	1
D6	0,00	1,00	1
D7	0,00	1,00	1
D8	0,00	1,00	1
E1	0,00	1,00	1
E2	0,00	1,00	1
E3	0,00	1,00	1
E4	0,00	1,00	1
E5	0,00	1,00	1
E6	0,00	1,00	1
E7	0,00	1,00	1
E8	0,00	1,00	1
F1	0,00	1,00	1
F2	0,00	1,00	1
F3	0,00	1,00	1
F4	0,00	1,00	1
F5	0,00	1,00	1
F6	0,00	1,00	1
F7	0,00	1,00	1
F8	0,00	1,00	1
G1	0,00	1,00	1
G2	0,00	1,00	1
G3	0,00	1,00	1
G4	0,00	1,00	1
G5	0,00	1,00	1
G6	0,00	1,00	1
G7	0,00	1,00	1
G8	0,00	1,00	1
H1	0,00	1,00	1
H2	0,00	1,00	1
H3	0,00	1,00	1
H4	0,00	1,00	1
H5	0,00	1,00	1
H6	0,00	1,00	1
H7	0,00	1,00	1
H8	0,00	1,00	1

# 1 Resultat av riskfaktor för ruta F7

Riskfaktor för ruta F7				
	ledningnät	fysisk miljö	topografi	riskfaktor
A1	1	3	1	2
A2	1	5	1	3
A3	1	4	3	3
A4	1	4	5	4
A5	1	3	5	3
A6	1	4	5	4
A7	1	1	2	1
A8	1	1	1	1
B1	1	3	1	2
B2	1	4	1	2
B3	1	4	3	3
B4	1	3	5	3
B5	1	4	5	4
B6	1	4	3	3
B7	1	1	1	1
B8	1	1	1	1
C1	1	3	1	2
C2	1	4	4	3
C3	1	4	5	4
C4	1	5	5	4
C5	1	3	5	3
C6	1	3	3	3
C7	1	1	1	1
C8	1	1	1	1
D1	1	4	1	2
D2	1	3	4	3
D3	1	5	5	4
D4	1	5	5	4
D5	1	2	5	3
D6	1	2	5	3
D7	1	2	2	2
D8	1	1	1	1
E1	1	3	1	2
E2	1	5	5	4
E3	1	5	2	3
E4	1	5	2	3
E5	1	3	5	3
E6	1	1	5	2
E7	1	4	5	4
E8	1	1	1	1
F1	1	3	1	2
F2	1	5	1	3
F3	1	5	1	3
F4	1	5	1	3
F5	1	5	5	4
F6	1	5	5	4
F7	1	5	5	4
F8	1	3	1	2
G1	1	4	1	2
G2	1	3	1	2
G3	1	5	1	3
G4	1	5	1	3
G5	1	5	5	4
G6	1	5	5	4
G7	1	5	5	4
G8	1	3	2	2
H1	1	5	1	3
H2	1	3	1	2
H3	1	5	1	3
H4	1	5	3	3
H5	1	5	5	4
H6	1	5	5	4
H7	1	5	5	4
H8	1	3	2	2

# Appendix E

## (A, B och C-verksamheter i Lund)

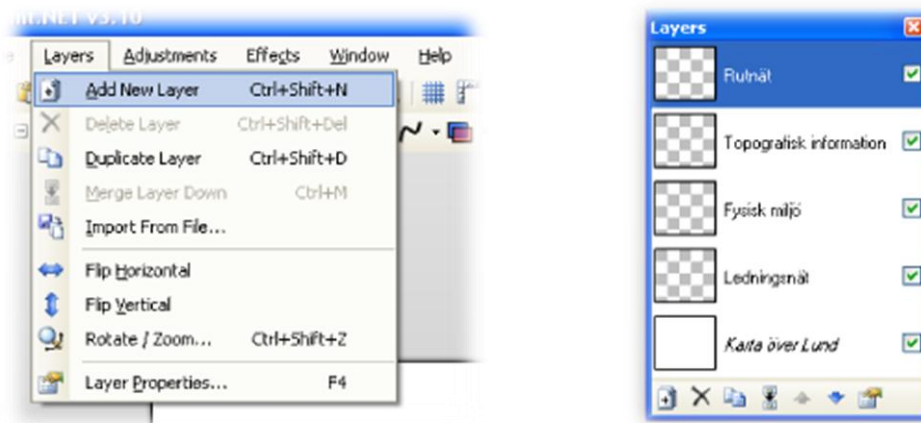
Nr	Verksamhetsnamn	Adress	Postnummer	Provningsplikt	Attributko
1	GRAHNS TRYCKERI AKTIEBOLAG	BOX 4117	227 22	C	39.50
2	Skånes Universitetssjukhus i Lund	GETINGEVÄGEN 4	221 85	C	85.10
3	Preem Glimmervägen	GLIMMERVÄGEN 1	224 78	C	50.10
4	TETRA PAK RUBEN RAUSINGS G	RUBEN RAUSINGS GATA	221 86	B	39.20.1
5	FLEXTRUS AB	Åkerlund och Rausingsv. 10	227 30	B	39.10
6	Gambro Lundia AB	Magistratsvägen 16	226 43	C	25.50
7	NORRA FÅLADENS KEMTVÄTT	FÅLADSTORGET 8	222 47	C	39.30
8	Statoil Norra Fåladen	Magistratsvägen 2	226 43	C	50.20.2
9	Statoil Automat Tankstation	Södra Vägen 1	223 55	C	50.20.1
10	OK Q8 Kung Oscars väg	Kung Oscars väg 14	222 37	C	50.10
11	Shell Trollebergsvägen	TROLLEBERGSVÄGEN 28	227 31	C	50.20.1
12	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, ÅNGKRAFTVERKET	SYSTEMVÄGEN 2	222 41	B	40.50
13	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, SÖDRA VERKET	NORDANVÄG 15	222 28	B	40.51
14	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, GASTURBINKRAFTVÄRMEVERKET	VÅRBRUKSVÄGEN 4	226 60	B	40.50
15	LUNDS PISTOLKLUBB	STORA RÅBY 952	224 78	C	92.20.2
16	Veolia	Kalkstensvägen 28	224 78	C	50.10
17	Swebus AB	Karl XII gatan 22	222 20	C	50.10
18	Fazer Bageri (Skogaholms)	ANNEDALSVÄGEN 4	227 64	C	15.100
19	LODDÉS BILLACKERING	ANNEDALSVÄGEN 7 b	227 36	C	39.30
20	LUNDS BILSKROT	BORGSS VÄG 5	223 55	C	90.120
21	KÄLLBY AVLOPPSPRENNINGSVERK	HÖJEVÄGEN	227 63	B	90.001-1.2
22	LUNDS SNICKERI AB	ÄLDERMANGSGATAN 8	227 64	C	90.390
23	ALFA LAVAL LUND AB RUDEBOKSV	RUDEBOKSVÄGEN	226 55	B	34.70.2
24	ALFA LAVAL LUND AB BRYGGAREG	BRYGGAREGATAN 23	227 36	C	34.80
25	POLHEMSKOLAN PLÅT & MEK VERKST	TROLLEBERGSVÄGEN 41	222 29	C	38.01.10
26	RÅBY YRKESKOLA	RÅBYVÄGEN 40	225 92	C	38.01.10
27	ALLT I GRAVYR	PISTOLVÄGEN 7	222 49	C	
28	RYDARHS GRAVYR AB	KRAFTS TORGET 2	223 50	C	95.10.02
29	H SUNDELIUS AB	LILLA FISKAREGATAN 1	222 22	C	95.10.02
30	Guld och Silver, Claes Paulsson	LILLA FISKAREGATAN 4 B	222 22	C	
31	CHRISIS SILVER & SMYCKEN	LILLA FISKAREGATAN 8 A	222 22	C	
32	AKKAFFRAKT	GUSTAVSHEMSVÄGEN 11	227 64	C	
33	KEMISKA AVFALLSSTATIONEN	Getingevägen 60	222 41	B	90.50
34	GUNNESBO ÅTERVINNINGSCENTRAL	TRAKTORVÄGEN	226 60	B	90.50
35	Preem Petroleum AB	JÄGAREGATAN 2	226 53	C	50.20.1
36	SHELL FÖRHANDLINGSVÄGEN	FÖRHANDLINGSVÄGEN	227 61	C	50.10
37	SHELL AUTOMATSTATION DALBYV LUND	DALBYVÄGEN 38	224 60	C	50.20.1
38	Tanka	PORFYRVÄGEN	224 78	C	50.20.1
39	St1 Bondevägen	Bondevägen 1	227 64	C	50.20.1
40	SÖLTOFT, HANS-WIGGO A.	BOTILLELUND	225 91	C	40.100
41	KRAFTRINGEN PRODUKTION VINDKRAFTVERK	BOX 25	221 00	C	40.1-6
42	Novozymes Biopharma AB	Box 965	220 09	B	24.20
43	BIOINVENT INTERNATIONAL AB	Sövegatan 41	223 70	B	24.20.1
44	AstraZeneca AB	Scheelevägen 2	223 63	B	39.40
45	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, VÄRMEPUMPVERKET GEOTERMI	VÅRBRUKSVÄGEN 4	226 60	C	40.110
46	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, LUNDS HETVATTENCENTRAL	VÅRBRUKSVÄGEN 4	226 60	A	40.40
47	Wash a car	FÖRHANDLINGSVÄGEN 4	226 60	C	50.10
48	GASTELYCKANS ÅTERVINNINGSCENTRAL	KALKSTENSVÄGEN	224 78	B	90.50
49	IDE DISPLAY DESIGN	BRUNNSHÖGSVÄGEN 1	225 94	C	
50	TVÄTTSTUGAN I LUND AB	OOSTRA MÄRTENSGATAN 15	223 61	C	39.30
51	Lunds Universitet - samtliga laboratorier	Byggnadsnheten	221 00	C	39.50
52	Statoil Lund Södra	Malmovägen 91	222 70	C	50.20.2
53	VÄRPINGE SLAMDEPÅ	ONNERUPSVÄGEN	223 63	B	90.100.1
54	Torda Ink AB	BOX 33	221 00	B	24.110.2
55	AKADEMISKA HUS I LUND AB	ASTRONOMIHUSET	221 00	C	40.3-2.2
56	Lundavind nr 1 Kooperativ ekonomisk förening	Box 1637	221 01	C	40.1-6
57	Lars Delkers Billackering AB	Åkergränden 4	226 60	C	39.30
58	Björnstorps Sportskytteklubb	Kung Oscars väg 3	222 40	C	92.20.1
59	Västanby AB	Västanby gård	225 91	B	40.1-5
60	Akademiska Hus i Lund AB	Ole Römers väg 2	223 63	C	40.3-2.2
61	A&R CARTON LUND AB	BOX 177	221 00	C	39.50
62	Catator AB	Scheelevägen 19 F	223 70	C	90.390
63	HSB Bif Mandolinen i Lund	Flygelvägen 153 B	224 72	C	40.3-2.2
64	Jägbeck, Annie	Käkelvägen 10	227 30	C	
65	KA Silver	Kossingsv. 10	226 51	C	
66	SILVERHUSET	Klostergatan 1	222 22	C	
67	N Holmgrens Charkfabrik	Kalkstensvägen 8	224 78	C	15.80
68	Lundachark AB	Nöbbelevs mossaväg 1	226 60	C	15.80
69	HSB BRF TUNAHUS I LUND	DAG HAMMARSKÖLDSS VÄG 3E	224 64	C	40.3-2.2
70	Irene Fröberg bensin AB (fordonstvätt)	Kalkstensvägen/Skiffervägen	224 78	C	50.10
71	Dalby Billackering BRAS AB	Kalkstensvägen 20	224 78	C	39.30
72	Preem / Säfte Lund	Gustavshemsvägen 11	222 36	C	50.20.1
73	TETRA PAK AROM PAK AB	RUBEN RAUSINGS GATA	221 86	C	15.200
74	Life Assays AB	Scheelevägen 19 F	223 70	B	24.80
75	MIP Technologies AB	SCHEELLEVÄGEN 22	223 63	B	24.80
76	GENOVIS AB	SCHEELLEVÄGEN 22	223 70	C	24.90
77	CELAC AB		223 70	C	
78	Ramidus AB	Ideon	223 70	B	24.80
79	Bjarga AB	BMC D10, Klinikgatan 32	221 84	C	
80	Kraftringen Nät AB	Höjevägen		B	40.10
81	Labmedicin Skåne	Entrégatan 5	221 85	C	39.50
82	AUTOCORNER SYDPOINT I LUND AB	Kalkstensvägen 18	224 78	C	
83	NORDISK DACK IMPORT AB	GANLEMARK/FJELLEVÄGEN	227 21	C	39.50
84	MILAMA CLEAN AB	Traktörvägen 12	226 60	C	28.70.1
85	Wallin & Dalholm	Odiarevägen 10	226 60	C	39.50
86	In Blue AB	Kalkstensvägen 6	224 78	C	
87	Entomopharm ApS	Ideon Biocubator, BMC D10, Klinikgatan 32	221 84	C	
88	GRAHNS TRYCKERI AKTIEBOLAG	BOX 4117	227 22	C	39.50
89	Skånes Universitetssjukhus i Lund	GETINGEVÄGEN 4	221 85	C	85.10
90	Preem Glimmervägen	GLIMMERVÄGEN 1	224 78	C	50.10
91	TETRA PAK RUBEN RAUSINGS G	RUBEN RAUSINGS GATA	221 86	B	39.20.1
92	FLEXTRUS AB	Åkerlund och Rausingsv. 10	227 30	B	39.10
93	Gambro Lundia AB	Magistratsvägen 16	226 43	C	25.50
94	NORRA FÅLADENS KEMTVÄTT	FÅLADSTORGET 8	222 47	C	39.30
95	Statoil Norra Fåladen	Magistratsvägen 2	226 43	C	50.20.2
96	Statoil Automat Tankstation	Södra Vägen 1	223 55	C	50.20.1
97	OK Q8 Kung Oscars väg	Kung Oscars väg 14	222 37	C	50.10
98	Shell Trollebergsvägen	TROLLEBERGSVÄGEN 28	227 31	C	50.20.1
99	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, ÅNGKRAFTVERKET	SYSTEMVÄGEN 2	222 41	B	40.50
100	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, SÖDRA VERKET	NORDANVÄG 15	222 28	B	40.51
101	KRAFTRINGEN PRODUKTION AB, GASTURBINKRAFTVÄRMEVERKET	VÅRBRUKSVÄGEN 4	226 60	B	40.50
102	LUNDS PISTOLKLUBB	STORA RÅBY 952	224 78	C	92.20.2
103	Veolia	Kalkstensvägen 28	224 78	C	50.10
104	Swebus AB	Karl XII gatan 22	222 20	C	50.10
105	Fazer Bageri (Skogaholms)	ANNEDALSVÄGEN 4	227 64	C	15.100
106	LODDÉS BILLACKERING	ANNEDALSVÄGEN 7 b	227 36	C	39.30
107	LUNDS BILSKROT	BORGSS VÄG 5	223 55	C	90.120

# Appendix F

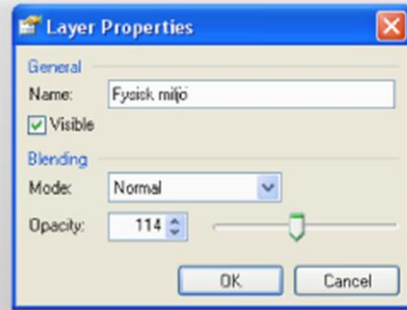
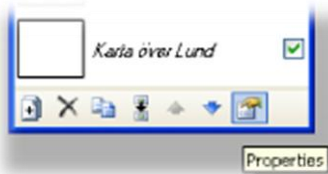
## Manual för användning av Paint.NET

Paint.NET Är en gratis illustrations- och bildbehandlingsprogramvara för Windowsanvändare. En viktig funktion i programmet som behövs för att konstruera modellen är den så kallade lagermetodik. Med lagermetodiken kan bilder läggas på varandra och på så sätt få ska ett djup i bilden. Arbetsgången för att bygga modellen visas nedan i olika steg.

1. Skapa lager för ingående information. I detta fall skapade fem lager, Karta över Lund, Ledningsnät, Fysisk miljö, Topografisk information och Rutnät.



2. För in den kartinformation som ska användas i rätt lager det. I lager 'Rutnät' ska ett rutnät illustreras, här får en övervägning göras angående tillgänglig arbetstid och vilken noggrannhet på information man vill nå. Många rutor kommer resultera i bättre noggrannhet samt längre arbetstid och vice versa. I Detta fall användes ett klassiskt schakbrädemönster med 8 x 8 rutor.
3. För att kallibrera modellen så att kartorna ligger vid samma koordinater används en funktion som gör bilder genomskinliga (Opacity). När en bild är inställd med genomskinlighet kan den justeras till rätt koordinater med hjälp av säkra referenspunkter.



4. När all information förts in och kalibrerats kan andelsberäkningar för vardera ruta utföras. Med hjälp av verktygen "Magic Wand" och "Lasso" kan sektioner markeras. I botten av bilden visas arean och andelar pixlar som blivit markerade. Därefter kan andelar av informationen i de olika parametrarna beräknas.



Selection top left: 141, 169. Bounding rectangle size: 44 x 37. Area: 1 282 pixels square

Programvaran Paint.NET går att hämta kostnadsfritt på hemsidan:

<http://www.getpaint.net/>

Modellen som skapades vid tillämpning på Lunds stad finns tillgänglig på hemsidan:

<https://secure1.storegate.com/Shares/Home.aspx?ShareID=1ce8e60%20c-cbf3-4b5f-98e6-9e03c66c64ef>