

**Kostnads- nyttoanalys av
införandet av hållbar
dagvattenhantering som
riskreducerande åtgärd mot
översvämning - med fokus på monetär
värdering av ekosystemtjänster**

Marika Karras & Kari Ella Read

Division of Risk Management and Societal Safety
Lund University, Sweden

Riskhantering och samhällssäkerhet
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5028, Lund 2016

**Kostnads- nyttoanalys av införandet av hållbar
dagvattenhantering som riskreducerande åtgärd mot
översvämning - med fokus på monetär värdering av
ekosystemtjänster**

Marika Karras & Kari Ella Read

Lund 2016

Titel

Kostnads- nyttoanalys av införandet av hållbar dagvattenhantering som riskreducerande åtgärd mot översvämning – med fokus på monetär värdering av ekosystemtjänster

Författare

Marika Karras & Kari Ella Read

Report 5028

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVRH--5028--SE

Number of pages: 133

Illustrations: 29

Keywords

Flood risk, ecosystem services, monetary valuation, cost- benefit analysis, CBA, climate change adaptation, sustainable drainage system, SuDS.

Sökord

Översvämningsrisk, ekosystemtjänster, ekonomisk värdering, kostnads- nyttoanalys, CBA, klimatanpassning, hållbar dagvattenhantering.

Abstract

In this master thesis, a cost-benefit analysis (CBA) is performed on the implementation of a sustainable drainage system in the flood prone area Söderkulla in Malmö. The study focuses on quantifying and performing a monetary valuation of the ecosystem services that the drainage system will provide, in order to incorporate these values in the CBA.

Based on a estimated amount of storm water needed to be handled in the area of Söderkulla, a set of open storm water solutions and drainage solutions are suggested. The cost-aspect of the analysis is based on the investment and operative cost of these solutions. The benefit aspect constitutes of the ecosystem services which the system is expected to provide, in terms of flood risk reduction, water and air purification properties, noise reduction, climate regulation and increase of recreational values. The value of flood risk reduction is based partly on site-specific data and partly on national historical observations from floods. The other ecosystem services are valued though classical economical valuation methods, traditionally used for valuation of aspects without a natural market.

© Copyright: Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2016.

Riskhantering och samhällssäkerhet
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
<http://www.risk.lth.se>
Telefon: 046 - 222 73 60

Division of Risk Management and Societal Safety
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund, Sweden
<http://www.risk.lth.se>
Telephone: +46 46 222 73 60

Sammanfattning

Städer är idag utformade med stora impermeabla ytor som regn- och smältvatten inte kan tränga igenom. Dagvattnet från staden leds direkt till reningsverken eller recipienten via rör under marken, något som leder till problem vid kraftiga regnfall då rörens kapacitet överskrids och vattnet istället svämmas upp genom brunnar och i källare. Med den pågående förtätningen och urbaniseringen som vi ser idag, påfrestas ledningsnätet ytterligare och de senaste åren har bland annat Malmö upprepade gånger utsatts för stora översvämningar. Samtidigt förväntas frekvensen och intensiteten av regn att öka i framtiden till följd av pågående klimatförändringar. Dessa utmaningar gör att frågor knutna till dagvattenhantering är mycket aktuella i samhällsdebatten.

Hållbar dagvattenhantering är en klimatanpassningsåtgärd som går ut på att efterlikna och integrera naturens egna lösningar, med huvudsyftet att skapa ett bättre översvämningsskydd. I bostadsområden där man har implementerat hållbar dagvattenhantering har det visat sig underlätta för ledningssystemen i den grad att risken för översvämning har reducerats avsevärt. Denna form av dagvattenhantering genererar även nytta då det inte regnar i form av till exempel rekreativvärden och rening av vatten. Dessa nyttor kallas även ekosystemtjänster, vilket är tjänster som naturen förser oss med helt gratis och som vårt välbefinnande är mer eller mindre beroende av. Trots den nära kopplingen mellan samhällets välfärd och ekosystemtjänster har dessa värden ofta försumrats i utvecklingen av våra städer, och alternativ med direkta ekonomiska värden har gått före då ett kortsiktigt vinstintresse styr.

Med dagens ökande miljöpåverkan och medföljande klimatförändringar kan en konsekvent underskattning av ekosystemtjänster göra att riskerna i samhället ökar, vilket i sin tur kan leda till ökade kostnader för civilsamhället. I detta examensarbete är målet att applicera och utvärdera monetär värdering av ekosystemtjänster i en kostnads-nyttoanalys (CBA) av införande av hållbar dagvattenhantering. På så sätt kan värdet av ekosystemtjänster i samhällsplaneringen belysas, vilket kan ge mervärde till beslut kring klimatanpassningsåtgärder.

Kostnads-nyttoanalysen appliceras på införande av hållbar dagvattenhantering i det översvämningsdrabbade bostadsområdet Söderkulla i Malmö. I arbetet tas investerings- och underhållskostnader fram för ett antal åtgärdsförslag baserade på mängden dagvatten som kommunen har beräknat ska omhändertas i området. Som underlag för beräkning av nyttorna i analysen har Naturvårdsverkets nyligen framtagna "Guide för värdering av ekosystemtjänster" använts. Ökningen av ekosystemtjänster till följd av åtgärderna har kvantifierats och värderats monetärt, dels genom att applicera klassiska ekonomiska värderingsmetoder och dels genom att använda information framtagna i relevanta värderingsstudier. Metoderna används traditionellt i flera andra sektorer för att beräkna värden med och utan en naturlig marknad. När de appliceras på ekosystemtjänster är det viktigt att ta hänsyn till de osäkerheter som finns kopplade till beroenden mellan ekosystemen, dess tjänster och samhällets välfärd.

Beräkningarna i kostnads- nyttoanalysen har utförts i analysverktyget @Risk som möjliggör användning av intervall och fördelningar för ingångsparametrar, vilket innebär att osäkerheter kan integreras och kan åskådliggöras. Som underlag till examensarbetet har ett antal intervjuer genomförts med aktuella intressenter som berörs av projektet utöver en inledande litteraturstudie. I arbetet beskrivs även problem knutna till ansvarsfördelning av dagvattenfrågor och genom en kvalitativ fördelningsanalys åskådliggörs spridningen av nyttor och kostnader på aktörer i samhället till följd av införande av hållbar dagvattenhantering.

Resultatet av kostnads-nyttoanalysen visade att lösningsförslaget för det hållbara dagvattensystemet fick ett positivt värde på samhällsnyttan endast i det fall då ekosystemtjänsterna var inkluderade och en diskonteringsränta på 1,4% användes (rekommenderad av Stern-rapporten för klimatanpassningsåtgärder). Då alla ekosystemtjänster förutom översvämningsskyddet exkluderades från beräkningarna blev det förväntade värdet på samhällsnyttan negativt. Det samma gällde i fallen med och utan ekosystemtjänster med diskonteringsränta på 3,5 % (rekommenderad i Trafikverkets rapport: Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, ASEK).

Slutsatsen är att då ekosystemtjänster inkluderas i kostnads- nyttoanalysen kan införande av klimatanpassningsåtgärder så som hållbar dagvattenhantering motiveras. Detta visar på angelägenheten att kommunicera värdet av ekosystemtjänster på ett språk som alla kan relatera till, nämligen i ekonomiska termer. Examensarbetet visar på möjligheten att integrera denna typ av värderingar i samhällsekonomiska analyser och således synliggöra miljövärden då beslut om samhällets utveckling tas.

Summery

Cost-benefit analysis of sustainable drainage system as risk reduction measure against floods in urban areas

– Focusing on monetary valuation of ecosystem services

Today, cities and urban areas are dominated by impermeable surfaces such as concrete, asphalt and buildings, which generate large amount of runoff water during and after a rainfall. The surface water or stormwater have traditionally been drained from the streets and buildings through an underground pipeline system lead straight to the recipient or sewage plant. As cities have developed in terms of population growth and urbanisation of new areas, the pressure on the current pipelines have increased, causing frequent floods with devastating consequence to people's lives and properties. At the same time, the on-going climate change is predicted to result in more precipitation in Sweden and the northern part of Europe and lead to an increased frequency of floods in the future. As a result of these issues, challenges concerning floods have become a prioritised topic on the public agenda, but questions still remain concerning what solutions are preferred and who will be responsible for the investment and operative cost.

One strategy for dealing with flood issues is through "Sustainable Drainage System", also called "Open Stormwater Solution". These solutions are parts of a climate change adaption strategy and aims to prevent floods through solutions that mimic the flow control found in nature. These solutions allow the rainwater to evaporate and infiltrate into the ground, and by creating meandering dikes and ponds the water flow is reduced. In the end the rainwater is lead to safe flooding sites where it can be assembled without causing any threat to peoples lives or property. In housing areas were sustainable drainage systems have been implemented, the risk of floods have not only been reduced significantly, but the system have also shown to provide a range of other beneficial values to the area beyond the flood control. These benefits include among many others; recreational value and biological cleaning of water, and are also known as ecosystem services.

Ecosystem services are benefits provided by nature to the society, and humans are more or less dependent on these services for our wellbeing, due to our need of fresh air and clean water etc. Despite the close link between the welfare of the society and ecosystem services, these values have often be neglected in societal decision making processes and land-use planning due to lack of economical measurements. In the context of degradation of natural resources and increasing climate change, a result of an underestimation of ecosystem services could lead to a excel of these issues and cause more damage to the environment. In turn, this can increase the risk of natural hazards and will be very expensive for the society. The aim of this master thesis is to evolve existing methods of monetary evaluation of ecosystem services and apply these methods in a cost-benefit analysis of implementation of sustainable urban drainage system. The goal is to study the significance of including the value of ecosystem services in land use planning.

The cost-benefit analysis (CBA) performed in this thesis is applied on the flood prone area Söderkulla, located in the south-eastern part of Malmö, Sweden. The thesis present a number of

suggested measures included in the sustainable drainage system, based on the amount of estimated water needed to be handled in the area during a heavy rainfall. The investment and operative cost of the sustainable drainage system are the “cost-part” of the analysis and the ecosystem services constitute the “benefits-part”. The addition and increase of ecosystem services to the area as a direct result of the proposed measures are quantified and evaluated in economic terms. The evaluation is performed partly by applying classical economical valuation methods for goods with no natural market, and partly by value transfer from other valuation studies. Methods for valuating non-market values are already commonly used in other sectors in order to facilitate decision-making processes evolving societal safety etc. Applying the same valuation methods for ecosystem services involves a great deal of uncertainties, which it is important to take in to account when including a monetary valuation in a CBA. The uncertainties are, among many things, related to the lack of sufficient information concerning dependencies between various ecosystems, their services and their connection to the welfare of society.

In order to portray the uncertainties in the most transparent manor all parameters used in the analysis are declared in intervals. The calculations are performed in the decision-tool @Risk, which facilitates a neat presentation of the uncertainties and their distributions. As foundation for the analysis, interviews with stakeholders and specialist were performed, in addition to an initial enquiry and literature study. The thesis highlight various responsibility issues related to stormwater treatment, and portray the distribution of benefits and cost resulting from the proposed sustainable drainage system through a qualitative distribution analysis.

The CBA resulted in a positive value of the societal benefit in the case when the ecosystem services were included and a discount rate 1,4% were used (recommended by the Stern- Report for climate change adaption measures). When the same discount rate where used, but only the ecosystem service flood control was included, the result was negative, the same applies to when using the discount rate of 3,5 % was used (recommended in reports by The Swedish Transport Administration, ASEK).

The result shows that only in the case where ecosystem services were included in the CBA, the implementation of sustainable drainage system could be justified economically. This shows the urgency and importance of communicating the value of ecosystem services in a common language; in monetary terms. The result from the master thesis demonstrate how the economical valuation methods can be applied on ecosystem services and implemented in socio-economical analysis and thereby exemplifies how environmental values can be made more visible in societal decision-making.

Förord

Examensarbetet på 30 högskolepoäng har utförts inom det avslutande civilingenjörsprogrammet Riskhantering på Lunds tekniska högskola. Då vi båda har ett brinnande intresse för hållbar stadsutveckling och har läst våra tre första år på Ekosystemteknikprogrammet, gav examensarbetet oss en möjlighet att kombinera och fördjupa oss inom våra främsta intressen.

Ett stort tack till vår handledare Alexander Cedergren på avdelningen för Riskhantering och samhällssäkerhet, för att du litat på att vi skulle få ihop det och förmått oss att hålla oss till *ett* examensarbete – även när engagemanget drog iväg. Arbetet är en del av Formas forskningsprojekt *Sustainable Urban Flood Management*, och via det fick vi kontakt med vår handledare Johanna Sörensen på Teknisk vattenresurslära, tack för all expertkunskap och ditt härliga stöd under projektets gång.

Vi vill även tacka våra handledare på WSP, Charlotte Hauksson och Monica Hildingson som såg potential i vår projektidé och har gett oss många värdefulla tankar längs vägen och satt oss i kontakt med en mängd intressanta personer. Ett stort tack till Caroline Larsson och Fabian Christensson på Gatukontoret i Malmö för all givande information och diskussion om projektet i Söderkulla, liksom Susanne Steen Kronborg och Kristina Hall på VA SYD som hjälpte oss på vägen och gav oss insikt i deras arbete.

Tack till gänget på Miljömanagement på WSP för trevliga kaffestunder och ett särskilt tack till Anders Danielsson på Samhällsbyggnad för möjligheten du gav oss att ta del i planeringen och vara med att redovisa vårt arbete på ett dagvattenseminarium på företaget. Slutligen ett stort tack till alla vi har intervjuat och ställt frågor till och som hjälpt oss att förstå och se helheten.

Marika Karras & Kari Ella Read, Lund juli 2016

karrasmarika@gmail.com

read.kariella@gmail.com

Innehållsförteckning

DEL I.....	1
1 Introduktion	2
1.1 Syfte	3
1.2 Mål	3
1.3 Forskningsfrågor.....	3
1.4 Avgränsning.....	3
1.5 Metod.....	4
2 Risken i att undervärdera naturens värde.....	7
3 Ekosystemtjänster.....	8
4 Välfärdsteori	11
5 Att sätta ett pris på ekosystemtjänster	12
5.1 Metoder för ekonomisk värdering.....	14
6 Urban översvämningsproblematik.....	17
6.1 Ansvarsfördelning.....	18
6.2 Intressekonflikter	19
6.3 Säkerhetsnivå i förhållande till översvämningsrisker.....	19
7 Hållbar dagvattenhantering	20
DEL II.....	22
8 Kostnads- nyttoanalys Söderkulla	23
Steg 0 Identifiering och beskrivning av projekt.....	24
0.1 Tidshorisont	24
Steg 1 Hydrologisk modellering av översvämningsscenarion.....	27
Steg 2 Kvantifiering och ekonomisk värdering av översvämningskonsekvenser: Skadekostnad	36
2.1 Informationsunderlag.....	36
2.2 Skadeindelning	38
2.3 Total skadekostnad	41
Steg 3 Beräkning av riskkostnad baserat på återkomsttid och skadekostnad.....	45
Steg 4 Åtgärdsalternativ identifieras	48
4.1 Förkastade alternativ	48
4.2 Huvudalternativet: Hållbar dagvattenhantering	49
Steg 5 Åtgärdernas kostnader beräknas	58

Steg 6	Åtgärdernas nyttor beräknas	59
	6.1 Värdering av ekosystemtjänster i Söderkulla	59
	6.2 Översvämningsskydd	67
	6.3 Vattenrening	68
	6.4 Luftkvalitet.....	71
	6.5 Bullerreglering	75
	6.6 Klimatanpassning.....	78
	6.7 Rekreation samt mental och fysisk hälsa.....	79
	6.8 Naturpedagogik.....	81
Steg 7	Kostnads- nyttoanalys där lönsamheten för samhället fastställs	82
	7.1 Nuvärdesberäkning.....	82
Steg 8	Fördelningsanalys	86
	8.1 Fördelning av nyttorna.....	86
	8.2 Spridning av kostnaderna	86
Steg 9	Osäkerhets- och känslighetsanalys	88
9	Diskussion	90
10	Slutsats.....	93
11	Referenser	94
Bilaga A:	<i>Konsekvensutredning</i>	1
	Konsekvenser på människors hälsa	1
	Konsekvenser på ekonomisk verksamhet	10
	Konsekvenser på miljö	21
	Konsekvenser på kulturarvet.....	22
Bilaga B:	<i>Kostnad för buller</i>	23

DEL I

I denna del presenteras frågeställningarna tillsammans med mål, syfte och metoden som legat till grund i arbetet. Dessutom beskrivs även det samband som finns mellan naturens värde och vårt välbefinnande och hur detta kopplar till risker i samhället. Avslutningsvis beskrivs förutsättningarna för hållbar dagvattenhantering, tillsammans med problematiken som orsakar översvämningar i städer. Detta lägger grunden för kostnads- nyttoanalysen i Del II.

1 Introduktion

Vårt samhälle är beroende av de nyttor som naturen förser oss med. En ohållbar exploatering av naturresurser har gjort att vi närmar oss en vändpunkt där naturens återhämtningsförmåga på flera områden har drivits över sin gräns (Rockström & Klum, 2015). Förändringar i klimatet leder till ändrade förutsättningar, som för Sverige bland annat innebär ökade nederbörds mängder (IPCC, 2007; 2014). Vår egen säkerhet påverkas i allt större grad av detta, vilket gör att vi nu på allvar är tvungna att identifiera orsaker, sammanhang och möjliga lösningar. Klimatanpassning av städer har blivit ett viktigt verktyg för att hantera de hot som ett förändrat klimat bidrar till, samtidigt som stadens behov av förtätning ska tillfredsställas. Det pågår nu satsningar både nationellt, regionalt och kommunalt på hur klimatanpassningsarbetet ska organiseras, något som till exempel framgår i Direktiv 2015:115 *Ett stärkt arbete för anpassning till ett förändrat klimat*.

Som åtgärd mot ökade regnmängder har införandet av hållbar dagvattenhantering visat sig vara en effektiv klimatanpassningsåtgärd (Theland, 2015). Hållbar dagvattenhantering går ut på att återställa och efterlikna det naturliga vattenflödet och utgör en flexibel lösning för den växande staden. Genom att anlägga gröna tak, meandrade bäckar och planerade översvämningssytor fördröjs dagvattnet vilket minskar trycket på ledningsnätet. Dessa åtgärder har visat sig vara kostnadseffektiva lösningar mot översvämning, som dessutom genererar nytta genom att bidra med positiva naturvärden, så kallade ekosystemtjänster vilka är definierade som de direkta och indirekta nyttor som naturen bidrar med till människors välbefinnande (Naturvårdsverket, 2012; TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2010a). Med inslag av blå- gröna ytor i stadsmiljön bidrar hållbar dagvattenhantering till ökad biodiversitet i staden och ekosystemtjänster som översvämningsskydd, rekreation samt rening av luft- och vatten (C/O City, Care of City, 2014a). Behovet av att kommunicera värdet av sådana nyttor har blivit uppmärksammat från regeringen bland annat i rapporten från Statens offentliga utredningar (2013:68) *Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster*.

Fram till idag har ekosystemtjänster sällan värderats monetärt, utan främst kvalitativt och kvantitativt, vilket har gjort dem mindre synliga då beslut kring samhällsplanering har tagits (TEEB, 2010b). Detta menar författarna och många med dem har lett till en konsekvent underskattning av ekosystemtjänsternas värde (Groot, o.a., 2012). Till följd av denna underskattning har samhällsutvecklingen förbisetat alternativ som ur ett långsiktigt perspektiv vore samhällsnyttiga, till fördel för alternativ med kortsiktig vinst. Underskattningen kan i sin tur vara en underliggande orsak till de konsekvenser vi nu ser i form av förlust av biodiversitet och förändringar i klimatet (Naturvårdsverket, 2012). De pågående internationella och nationella satsningar kring synliggörandet av ekosystemtjänsternas värden, visar på angelägenheten att utveckla detta område.

1.1 Syfte

Examensarbetets syfte är att belysa värdet av ekosystemtjänster i samhällsplaneringen och förtydliga ansvarsfördelningen mellan intressenter i samband med klimatanpassningsåtgärder.

1.2 Mål

Målet är att applicera och utvärdera monetär värdering av ekosystemtjänster i en kostnads-nyttoanalys av införande av hållbar dagvattenhantering.

1.3 Forskningsfrågor

- Hur kan en monetär värdering av ekosystemtjänster inkluderas i en kostnads-nyttoanalys?
- Vilka osäkerheter följer av en monetär värdering av ekosystemtjänster och hur påverkar de på resultatet?
- Vad är den samhällsekonomiska nyttan av införande av hållbar dagvattenhantering som riskreducerande åtgärd mot översvämning, då en monetär värdering av ekosystemtjänster genomförs?
- Hur fördelas nyttor och kostnader mellan intressenter då hållbar dagvattenhantering införs i ett befintligt bostadsområde?

1.4 Avgränsning

För att kunna utföra analysen med en så fullständig överblick av problemområdet som möjligt och inkludera så många faktorer som möjligt, har avgränsningar behövts göras i samband med detaljeringsgraden under varje steg i kostnads-nyttoanalysen. Dessa presenteras under respektive steg i Del II.

Då examensarbetet fokuserar på att värdera ekosystemtjänster monetärt, något som inte gjort i särskilt stor utsträckning fram tills idag, har de kvalitativa och kvantitativa värderingarna endast beskrivits i den grad som krävs för den ekonomiska värderingen. I samband med samhällsprojekt vill författarna poängtera vikten av att fortsätta belysa ekosystemtjänster även i kvalitativa och kvantitativa mått, och använda den ekonomiska värderingen som ett ytterligare tillägg till detta.

En större avgränsning i samband med värderingen av ekosystemtjänster är att värdeöverföring från befintliga studier har använts för att värdera nyttan av ett hållbart dagvattensystem i caseområdet Söderkulla, istället för att utföra egna värderingsstudier. Trots att studier inte har utförts specifikt i Söderkulla kan man genom att applicera befintliga studier få en indikation om ekosystemtjänsternas ekonomiska värde, något som kan bidra med information för beslut om åtgärd.

Värderingen har även behövt avgränsas med avseende på analysen av beroendeförhållande mellan ekosystemtjänsterna. Det innebär att analysen inte är så djupgående som den kunde vara och därmed föreligger risk för dubbelräkning.

De åtgärdsförslag som presenteras i det hållbara dagvattenhanteringsystemet har tagits fram utan hänsyn till rinnvägar och deras exakta placering behöver således undersökas närmare. Till följd av examensarbetets omfång och applicering på ett relativt outforskat område, har andra översvämningsåtgärder eller alternativ för markanvändning, så kallade alternativkostnader, inte inkluderats i detta arbete.

De metoder som finns för ekonomisk värdering av ekosystemtjänster beskrivs övergripande, för djupgående ekonomisk metodik och teori hänvisas läsaren till ämnesspecifik litteratur.

1.5 Metod

I följande kapitel presenteras den övergripande metodiken för genomförandet av examensarbetet, tillsammans med presentation av de modeller som används vid beräkningarna. Mer detaljerade metodbeskrivning finns integrerade i Del II, utförandet av kostnads- nyttoanalysen och värderingen av ekosystemtjänster.

I dagsläget har endast ett fåtal kostnads- nyttoanalyser utförts på hållbar dagvattenhantering, likaså är monetär värdering av ekosystemtjänster ett nytt område. Kombinationen av de två, innebär att examensarbetet är en form av metodutveckling, liksom en applicering av befintliga metoder och tillvägagångssätt.

Informationsunderlag

Initialt i arbetet utfördes en litteraturstudie, detta i syfte att få överblick över dagens kunskapsläge gällande värdering av ekosystemtjänster och kostnads- nyttoanalyser i samband med översvämningsåtgärder.

För att få bidrag både till en helhetsbild och fördjupad information gällande urban översvämningsproblematik, värdering av ekosystemtjänster och införande av hållbar dagvattenhantering utfördes intervjuer med ett antal intressenter. Tillsammans med konsulter på WSP identifierades ett antal intressenter som berörs i samband med införande hållbar dagvattenhantering i ett befintligt bostadsområde. Av dessa aktörer, intervjuades slutligen representanter från Miljöförvaltningen respektive Gatukontoret på Malmö stad, Länsförsäkringar Skåne och VA SYD.

Under arbetets gång hade vi utöver intervjuerna kontakt med en rad aktörer med anknytning till projektets olika delar, till exempel Naturvårdsverket, anläggningsentreprenör inom mark och vatten, sakkunniga inom buller och inkludering av ekosystemtjänster i planprocessen, försäkringsbolag, fastighetsbolag, räddningstjänst samt Höje å- och Kävlingeåns vattenråd. Dessa bidrog med information gällande respektive specialistområde.

Examensarbetet är en del av Formas forskningsprojekt om hållbar dagvattenhantering, ”*Sustainable Urban Flood Management*”, vilket har gett mervärde till arbetet genom handledning och kontakt med avdelningen för Teknisk Vattenresurslära vid LTH. Vidare gav deltagande på kursen “Dagvattenhantering i klimatförändringarnas spår” anordnad av Movium i Augustenborg,

fördjupad insikt i dimensionering och funktion av lösningsförslag för hållbar dagvattenhantering. Deltagandet bidrog med ytterligare förståelse för problematiken och kunskapsläget kopplat till införande i ett befintligt område.

Caseområdet

Caseområdet Söderkulla valdes då det är ett översvämningsdrabbat område där åtgärder planeras. Att studera införande av hållbar dagvattenhantering i ett befintligt område ansågs mest intressant i samband med kostnads- nyttoanalysen. Orsaken till detta är att det ofta finns bestämmelser om hållbar dagvattenhantering i detaljplanen i utbyggnadsområden, något som saknas i befintliga områden varför resultatet från kostnads-nyttoanalysen kan ge större värde i beslutsprocessen i samband med sådana projekt.

Intervjun med gatukontoret gav insikt i förslag på dagvattenlösningar och val av återkomsttider att dimensionera för. Studier på vilken volym som skulle hanteras i Söderkulla i anslutning till denna återkomsttid utfördes med underlag från VA SYD och Teknisk Vattenresurslära vid Lunds Tekniska Högskola (LTH), men för att komma vidare i arbetet valdes den uppskattade arbetsvolym som Malmö stad hittills har använt i planeringen för Söderkulla.

Kostnads- nyttoanalys

Kostnads- nyttoanalysen är ett analysverktyg som åskådliggör den samhällsekonomiska lönsamheten av ett projekt och ansågs vara mest relevant jämfört med till exempel kostnads-effektivitets analyser där enbart ett fåtal kriterier studeras, så som hanterad mängd dagvatten per investerad krona.

Flera metoder för kostnads-nyttoanalyser, både allmänna och sådana med direkt koppling till åtgärder i naturen och översvämningsrisker, studerades då stegen i analysen valdes. Stegen som utförs är delvis inspirerade av en mer specifik mall för översvämningsrisker (Rosén, 2011) och en modell med bredare ansats från Naturvårdsverket (Kriström & Bonta Bergman, 2014).

Informationsunderlaget som har använts i kostnads- nyttoanalysen av införandet av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla kommer från flera källor, data för skadekostnadsberäkningen kommer delvis från platsspecifik information från försäkringsbolag, men baseras även på statistik för övriga Sverige och Malmö som antagits att gälla för Söderkulla. Denna information har justerats baserat på invånarantal, se 2.3.2 Korrigerad skadekostnad. Detta har kompletterats med information från geografisk och demografiska kartor.

Värdering av ekosystemtjänster

I samband med monetär värdering av ekosystemtjänster, baserades utförandet på *Naturvårdsverkets guide för värdering av ekosystemtjänster* (2015), detta för att säkra en strukturerad och heltäckande arbetsgång. Även Naturskyddsföreningens *Räkna med ekosystemtjänster* (2011) samt publiceringen *Ekosystemtjänster i stadsplaneringen* framtagen av C/O City (2014b) är rapporter som bidragit med information. Vid identifieringen av ekosystemtjänster användes en lista på urbana ekosystemtjänster som C/O City (2014a) tagit fram. De som ansågs vara mest relevanta i samband med projektet valdes ut i samråd med sakkunnig från Miljöförvaltningen. Den monetära

värderingen av ekosystemtjänster gjordes med stöd i utförda studier av respektive ekosystemtjänst samt genom att beräkna kostnaden för översvämningsrisk.

Hantering av osäkerheter

Beräkningarna i kostnads-nyttoanalysen utfördes i Excel och uppdaterades allt eftersom ny information samlades in. Dokumentets uppbyggnad, tillsammans med analysverktyget @Risk, möjliggjorde en integration av information från olika parametrar som vägdes samman i det slutgiltiga resultatet. Varje parameter baserades på skattningar eller information från flera källor, vilket gav intervall med olika grad av osäkerhet. I @Risk dras ett värde från varje intervall ett visst antal gånger genom en så kallad Monte Carlo-simulering, i beräkningarna gjordes 10 000 dragningar, eller så kallade iterationer, från varje intervall. Genom att använda @Risk kunde dessa osäkerheter tas med i varje steg av analysen och åskådliggöras med hjälp av diagram och grafer. På så vis ges ett mått på osäkerheterna i förhållande till varandra och resultatet, vilket tydliggör var de finns och således vilka parametrar man borde hitta ett mer specifikt informationsunderlag till.

2 Risken i att undervärdera naturens värde

De senaste 200 åren har industrialisering och globalisering skapat nya möjligheter och lyft vårt samhälle till den avancerade teknologiska nivå som vi befinner oss på idag. I takt med denna utveckling har stora internationella marknader med hård konkurrens ökat pressen på verksamheter att effektivisera, vilket har lett till en uppblomstring av snabba lösningar med fokus på kortsiktig vinst (Akselsson, 2014). Ett fokus som har visat sig gå på bekostnad av våra framtida generationers säkerhet och välfärd (FN, 1987).

Utarmning av naturresurser och utsläpp av växthusgaser har lett till att klimatförändringar nu är ett faktum (IPCC, 2007). Med följder som extremväder och havsnivåhöjningar ökar risken för våra samhällen att drabbas av naturkatastrofer (IPCC, 2014). Att inkludera och ta hänsyn till naturen och de nyttor den förser oss med är en nödvändig del av katastrofriskhantering (TEEB, 2010a). Enligt siffror framtagna av *The Millenium Ecosystem Assessment* (2005) kan den ökande mängden naturkatastrofer, så som översvämningar och ohanterliga bränder, kopplas till att 60 % av jordens ekosystemtjänster har brutits ned till följd av mänsklig aktivitet. Värdet av dessa förluster beräknas uppgå till sju procent av världens BNP år 2050 om ingenting görs för att säkerställa dem (TEEB, 2010a). Denna beräkning gjordes endast på ekosystemtjänster på land och skulle således vara ännu högre om även de marina inkluderats (Naturskyddsföreningen, 2011).

The International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) har konstaterat att bevarande och skydd av viktiga ekosystemtjänster minskar sårbarheten mot katastrofer, samtidigt som resiliensen i samhället ökar (Stolton, Dudley, & Randall, 2008). Det har visat sig att varje investerad krona i katastrofriskhantering, genererar nytta i form av minskade kostnader för katastrofinsatser och konsekvenser, motsvarande två till tio gånger det investerade värdet (TEEB, 2010a).

Trots beroendena mellan naturen och samhället som beskrivs ovan, kan kognitiva begränsningar göra att vi har svårt att ta till oss innebörden av dem. Till exempel har studier visat att människor generellt är dåliga på hantera statistik och små sannolikheter, vilket försvårar vår riskperception inför en osannolik händelse så som en katastrof (Kahneman, 2011). I detta sammanhang frågar författarna sig om samhället verkligen har uppfattat det hot som klimatförändringar ger upphov till och värderar miljön därefter.

Måtten som idag används för ekonomisk utveckling har kritiserats av inflytelserika personer och organisationer för att inte mäta vad samhället tror att det strävar mot, nämligen mänskligt välbefinnande (TEEB, 2010a). Med dagens mått blir värdet av naturkapital osynligt jämfört med finansiellt kapital, trots att det i själva verket utgör grundpelarna för hela vår existens (TEEB, 2010a). Förenklade modeller baserade på bristande kunskap gällande ekologiska, ekonomiska och sociala samband har lett till en konsekvent underskattning av de nyttor som naturen gratis förser oss med, även kallade ekosystemtjänster.

Konceptet ekosystemtjänster handlar om hur naturen och människans välbefinnande hänger samman (Naturvårdsverket, 2012). Vårt samhälle är direkt beroende av ekosystemtjänster och det skulle bli väldigt kostsamt att försöka ersätta dem med tekniska lösningar. Ett exempel är hur

vildbin i många delar av världen är hotade till följd av användning av bekämpningsmedel. Detta hotar grundförutsättningarna för matproduktion, genom brist på ekosystemtjänsten pollination.

Förutom de kostnader som en eventuell ersättning av en ekosystemtjänst ger upphov till, finns det även risker med den här typen av agerande. Vår kunskap kring naturens komplexitet och de beroenden som finns mellan olika system är inte fullständig (Costanza, 2008). När man agerar utan att ta hänsyn till kunskapsbristen kan oförutsedda konsekvenser uppstå, vilka kan leda till nya hot mot samhället och vår välfärd. Under historiens gång har man sett hur ekosystemens balans har rubbats efter ingrepp i naturen och lett till irreversibla konsekvenser.

De ekonomiska konsekvenserna av klimatförändringar och ödeläggande av ekosystem omtalas ofta på global och internationell nivå, vilket ställer till problem kopplat till ansvarstagande på regional och lokal nivå, allas problem är som bekant ingens problem (TEEB, 2010a). Genom att arbeta med frågorna på lokal nivå tydliggörs sambandet mellan förluster av ekosystemtjänster och miljöproblem, vilket enligt *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2010a) är ett steg på vägen mot en ökad välfärd och en hållbar ekonomi i samhället.

3 Ekosystemtjänster

För att beskriva vad ekosystemtjänster är, behöver begreppet ekosystem först definieras. Det finns flera snarlika definitioner, *Millenium Ecosystem Assessment* (MA) definierar det som ett "dynamiskt komplex av växt-, djur- och mikroorganismssamhällen samt den icke levande miljön, som interagerar som en funktionell enhet" (MA, 2005, s. 49). Vi människor är en integrerad del av ekosystemen. Vidare definieras ekosystemtjänster som de direkta och indirekta bidragen från ekosystem till människors välbefinnande (MA, 2005). Nyttaspekten utgör grunden för begreppet ekosystemtjänst, då de påverkar vårt välbefinnande och därmed välfärden (Naturvårdsverket, 2012).

Det var i början av 2000-talet som begreppet ekosystemtjänster fick genomslag utanför de vetenskapliga kretsarna, genom just *Millenium Ecosystem Assessment*, MA (Naturvårdsverket, 2012). MA startade som ett initiativ från Förenta Nationernas dåvarande generalsekreterare Kofi Annan. Representanter från regeringar, internationella organ, icke-statliga organisationer, universitet och företag gick samman med målet att göra en global värdering av jordens ekosystem och de tjänster dessa tillhandahåller (MA, 2007).

Arbetet var den första storskaliga bedömningen av ekosystemtjänster (MEAS, 2013), vilket så småningom ledde fram till MAs klassificering av ekosystemtjänster: stödjande, reglerande, producerande och kulturella, se Figur 1 (MA, 2005).

EKOSYSTEMTJÄNSTER		
STÖDJANDE TJÄNSTER Solen - Energi Jorden - Näring Vattnet - Kretslopp Luften - Atmosfären		
REGLERANDE TJÄNSTER Skog - produktion av syre Våtmarker - renar vatten Förmultning - bördig jord Bin & fåglar - pollinering, fröspridning	PRODUCERANDE TJÄNSTER Grödor - matproduktion Timmer - material Fibrer - till tyger örter - kryddor och medicin	KULTURELLA TJÄNSTER Naturen - rekreation Kulturlandskap - skönhet Djur & växter - ekologisk insikt

Figur 1. De olika klasserna av ekosystemtjänster tillsammans med exempel på dess funktioner, klassificeringen är baserad på MAs klassificeringssystem (2005), figur inspirerad av C/O City (2014a).

Biodiversitet, i form av en mångfald av arter, ses som en förutsättning för alla ekosystemtjänster. På grund av den vitala funktion biologisk mångfald har, särskiljs den från grupperna av ekosystemtjänster då den alltid är ett underliggande villkor.

Stödjande: De stödjande ekosystemtjänsterna är grundstenar för de tre övriga kategorierna. Exempel på stödjande tjänster är fotosyntes, bildning av jordmån och biokemiska processer.

Reglerande: Till de reglerande tjänsterna räknas effekter som till exempel styr klimatet och vattenflöden så som ren luft och rent vatten, klimatstabilisering men även pollinering, skadedjursreglering och erosionshinder.

Producerande: Producerande ekosystemtjänster står för själva varorna så som mat, råmaterial, färskt vatten och medicinska resurser, spannmål, fisk, vatten, trä och fibrer.

Kulturella: Kulturella ekosystemtjänster innefattar rekreationsvärden, friluftsliv, hälsa och naturpedagogik samt naturarv och turism.

Detta klassifikationssystem har legat till grund för de två ytterligare internationella systemen framtagna av *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*, TEEB och *Common International Classification of Ecosystem Services*, CICES (MEAS, 2013).

TEEB - *The Economics of Ecosystems & Biodiversity* - upprättades 2007 till följd av att miljöministrarna för G8 länderna påvisat behovet av att analysera den globala nyttan av biodiversitet, samt kostnaden av upprätthållandet respektive förlusten av denna nytta (Naturvårdsverket, 2012). När de globala målen för arbetet med biologisk mångfald och ekosystemtjänster sattes på FN-mötet i Nagoya 2010 hade slutrapporten från TEEB stor påverkan (Naturskyddsföreningen, 2011).

CICES - *Common International Classification of Ecosystem Services* - är ett gemensamt internationellt klassificeringssystem framtaget av Europeiska miljöbyrån (EEA). Det är en del av deras arbete med miljöräkenskaper och målet är att EU:s medlemsländer ska ha tillgång till jämförbara metoder. Klassificeringssystemet är vidare en del av bidraget till revisionen av *System of Environmental-Economic Accounting* (SEEA) som i nuläget leds av FN:s statistikavdelning, UNSD (CICES, 2016).

När värdering av ekosystemtjänster utförs i samband med kostnadsnyttoanalysen i detta arbete (se Steg 6 i analysen), baseras valet av dem utifrån en lista med urbana ekosystemtjänster, se Figur 2 och Tabell 16, med grund i MAs klassificeringssystem (Figur 1). Listan valdes utifrån att den presenterar ekosystemtjänster knutna till just urban miljö och klassificeringen ansågs applicerbar till projektet (C/O City, 2014a). Vad värderingen av ekosystemtjänster innebär beskrivs mer i kapitlet ”Att sätta ett pris på ekosystemtjänster” och vidare i ”Metoder för ekonomisk värdering” men först presenteras några begrepp inom samhällsekonomin som sätter ramarna för den typen av ekonomiska värderingar.



Figur 2. Illustration av ekosystemtjänster relevanta i en urban miljö som listas i *Urbana ekosystemtjänster: Låt naturen göra jobbet*, C/O City (2014a). Bildkälla: egenproducerad.

4 Välfärdsteori

Enligt Sveriges finanspolitiska ramverk ska stat och kommuner hushålla med samhällets resurser i syfte att uppnå en så hög välfärd som möjligt. Genom en hållbar ekonomisk tillväxt och sysselsättning ska dagens och framtida generationers behov täckas utan oacceptabla effekter på miljön, klimatet eller människors hälsa (Finanspolitiska ramverket, 2010/11:79). Detta kopplar till målen om hållbar utveckling, där social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet står i centrum (FN, 1987). För att uppfylla dessa krav måste attribut som säkerhet och ekonomi vägas mot varandra innan samhällsbeslut kan tas. För att underlätta balanseringen finns olika samhällsekonomiska analysverktyg tillgängliga.

“En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjlighet att tillfredsställa sina behov”

Our Common Future – Bruntlandrapporten - FN (1987)

Kostnads-nyttoanalysen, även kallad CBA (Cost-benefit analysis) är ett exempel på ett samhällsekonomiskt analysverktyg som kan användas för att studera lönsamheten i effekter och konsekvenser av olika åtgärder (Aven, 2004). För att kunna jämföra de positiva och negativa effekterna omvandlas de i kostnads- nyttoanalysen till ekonomiska termer. Analysen bygger på teorin om förväntad nytta vilket går ut på att beslutsfattaren känner till alla möjliga utfall samt dess sannolikhet, och via väntevärde väljer det alternativet som genererar högst nytta (Aven, 2004). Om det aktuella projektet eller åtgärden enligt ett antal utvalda beslutskriterier ökar den samhällsekonomiska nyttan, anses den vara samhällsnyttigt (Naturvårdsverket, 2008). I analysen undersöks även fördelningen av kostnader och nyttor på olika grupper och aktörer, och kan således ge underlag för beslut i syfte att säkra en effektiv och rättvis fördelning av resurser i samhället (Mattson, 2004).

Eftersom ekosystemtjänster är exempel på effekter som ger upphov till fler nyttor än de som syns på marknaden, tillämpas olika metoder för att mäta deras värde för individerna i samhället (Mattson, 2004). Metoderna grundar sig i den nationalekonomiska välfärdsteorin om individers preferens och betalningsvilja vilka presenteras i kapitel 5.1 Metoder för ekonomisk värdering. I Del II av detta arbete utförs med hjälp av dessa metoder ekonomisk värdering av ett antal ekosystemtjänster i samband med kostnads- nyttoanalysen.

Att använda de här värderingsmetoderna är inte helt problemfritt. Dagens demokratiska samhällen bygger i stor grad på tilltron till den enskilda människans förnuft och de flesta samhällsekonomiska analyser utgår från att konsumentsoveränitet föreligger, vilket innebär att individer själva är den bästa bedömaren av sin egen nytta, även kallad välfärd (Mattson, 2004; Pihl, 2014). Detta ställer till problem då studier av människors beteende har visat att de som ställs inför beslut ofta drabbas av metodfel, så kallade biaser, vilket påverkar deras värderingar.

Människor är i många avseende irrationella i sina beslut vilket inte stämmer med nyttoteorins grundprinciper och antaganden. Biasar som t.ex. kognitiv dissonans och optimism bias, ställer bland annat till problem vid värderingsmetoder som baseras på att undersöka människors preferens genom att fråga om deras betalningsvilja (Contingent valuation method/ CV-metoden). Både personen som utformat studien, så väl som de tillfrågade kan påverkas av biasar vilket kan leda till snedvridningar av resultatet.

Trots de problem och osäkerheter som finns kring ekonomisk värderingar av varor utan marknad, värderas idag förändringar av välfärden bland annat genom begreppet Brutto National Produkt, BNP. Så länge ekonomi är måttet på välfärd, anser författarna att det krävs en monetär värdering av även ekosystemtjänster, om de ska kunna vägas in i samhällsbeslut.

5 Att sätta ett pris på ekosystemtjänster

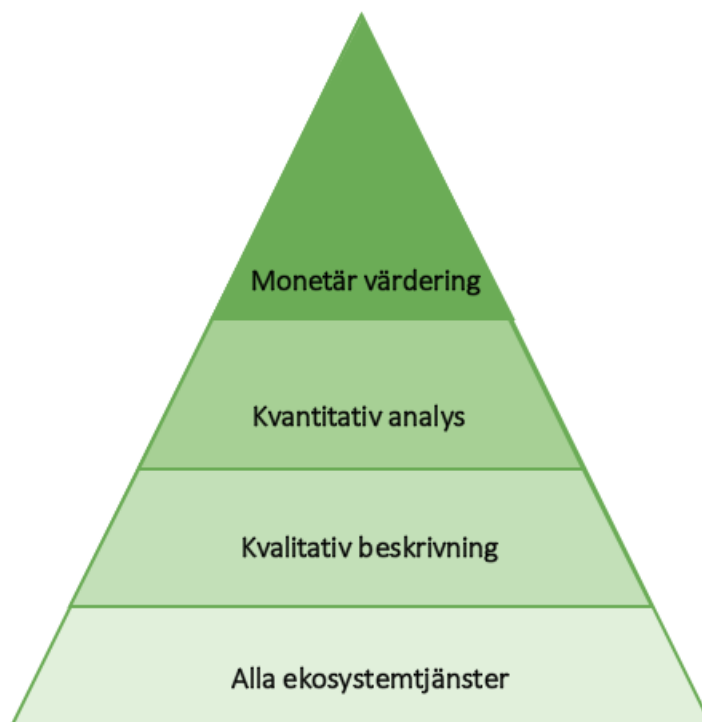
I *Konventionen om Biologisk mångfald*, under Aichimål 2, klargörs det att ekosystemtjänsters värden ska ingå i ekonomiska ställningstaganden, något som även har lyfts i samhällsdebatten genom SOU 2013:68, *Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster*. Frågan är hur denna inkludering ska se ut och det återstår ännu att implementera ekosystemtjänsters värde i branschpraxis, något som detta examensarbete ger exempel på.

Traditionellt sett har de bidrag naturen ger oss värderats med andra metoder än ekonomiska. Detta beror delvis på argumentet att naturens värde är oersättligt och ovärderligt, och delvis på grund av otillräcklig kunskap och bristande metoder inom området (Naturvårdsverket, 2012). Ytterligare ett argument är att ekonomiska värderingsmetoder baseras på utbud och efterfrågan av en vara, vilket inte tar hänsyn till hur viktig den är för människors överlevnad (Nilsson & Johansson, 2015). Ett tydligt exempel på detta, är hur diamant jämfört med vatten värderas avsevärt högre trots att diamant inte är något vi människor egentligen har nytta av, jämfört med rent vatten som ju är en livsviktig resurs (Nilsson & Johansson, 2015). Kunskapsbrist är också något som kan påverka människors värdering av miljön. I vilken grad man har förståelse för sambanden mellan naturen och ens eget välbefinnande, påverkar hur man värderar en viss tillgång. Tittar man till exempel på värdet av ett träd riskerar den som endast ser värdet av ett träd för priset av timmer, att missa trädets värde för dess produktion av syre och lagring av kol.

Andra argumenterar för att utan en ekonomisk värdering har ekosystemtjänsterna varit osynliga när många beslut tagits i projekt kring nyttjande av mark och vatten (TEEB, 2010b). Som presenterades i kapitel två, börjar vi i dagens samhälle se konsekvenserna av den ständiga undervärdering av naturens värde, och det finns ett växande intresse för ekonomisk värdering av ekosystemtjänster bland både beslutsfattare och forskare (Naturvårdsverket, 2012).

För att kunna ta fram det monetära värdet av ekosystemtjänster behövs en kvalitativ beskrivning och kvantitativ analys av dem, se Figur 3. Fram tills idag har dessa varit de vanligaste sätten att kommunicera ekosystemtjänsternas värde. En kvalitativ beskrivning förklarar sambandet mellan ekosystemtjänsten och människors välbefinnande och utgör grunden för både den kvantitativa och monetära värderingen (TEEB, 2008). I den kvantitativa analysen beskrivs värdet av

ekosystemtjänsten mer i detalj i förhållande till en förändring, till exempel antal kubikmeter renat vatten. En sådan analys kräver god förståelse för ekosystemtjänstens funktion (TEEB, 2008). Då examensarbetet fokuserar på att värdera ekosystemtjänster monetärt, har de kvalitativa och kvantitativa värderingarna endast beskrivits i den grad som krävs för den ekonomiska värderingen. I samband med samhällsprojekt vill författarna poängtera vikten av att fortsätta belysa ekosystemtjänster även i kvalitativa och kvantitativa mått. I alla nivåer i pyramiden (Figur 3) kan kunskapsbrist begränsa värderingsmöjligheten (Naturvårdsverket, 2012).



Figur 3. Pyramiden illustrerar sambandet mellan värderingsmetoder och att värdering kan utföras på olika nivåer (TEEB, 2008).

The Economics of Ecosystems & Biodiversity (TEEB) lade grunden för den ekonomiska värderingen av ekosystemtjänster på framförallt en global nivå. När det kommer till nationell nivå har Storbritannien kommit väldigt långt och år 2011 presenterade *UK National Ecosystem Assessment* (NEA) det ekonomiska värdet på ett antal ekosystemtjänster i landet. Till exempel har våtmarkers förmåga att rena vatten, pollinerings-tjänster och rekreationsvärden värderats, se Tabell 1 (NEA, 2011). Den brittiska studien har legat till grund för Naturvårdsverkets skrivelse “Sammanställd information om ekosystemtjänster”, där några av Sveriges ekosystemtjänster analyseras och värderades ekonomisk (Naturvårdsverket, 2012).

Tabell 1. Här presenteras de tre ekosystemtjänster och de värden som deras nytta uppskattades att uppgå till i rapporten från NEA (2011).

Ekosystemtjänst	Värde	Värde i kr/år
Våtmarkers vattenrening	£1.5 miljarder per år	182 miljarder kr per år
Pollinerings-tjänster	£430 miljoner per år	5,2 miljarder kr per år
Nytta för människors hälsa att bo nära ett grönområde	£300 per person och år	3600 kr per person och år

Indelningen av ekosystemtjänster som beskrivs i tredje kapitlet: stödjande, försörjande, reglerande och kulturella, har kritiserats i samband med samhällsekonomiska analyser då det finns risk för dubbelräkning. För att motverka detta ska endast de ekosystemtjänster som ger en direkt nytta inkluderas i beräkningarna i kostnads-nyttoanalyser, men deras beroende av de indirekta tjänsterna ska tydligt presenteras (Naturvårdsverket, 2012; Costanza, 2008).

Utifrån vad som värderas kan en och samma ekosystemtjänst vara både direkt och indirekt, vilket gör det nödvändigt att ha en flexibel syn på denna kategorisering (Naturvårdsverket, 2012). Exempelvis är vattenrening en direkt ekosystemtjänst för en person med intresse av vattenflöde men en indirekt tjänst för en person med rekreation som huvudintresse (Naturvårdsverket, 2012).

Användandet av en direkt ekosystemtjänst kan även påverka tillgången på de indirekta tjänsterna som ligger till grund för denna tjänst, men även andra direkta tjänster kan påverkas, vilket är något att ta hänsyn till i en ekonomisk analys. För att tydliggöra detta samband kan man beakta att hugga ner träd i en skog för att nyttja den direkta ekosystemtjänsten timmer. Om träden står kvar eller huggs ner påverkar skogens uppbyggnad med blandade åldrar på träd och vidare tillgången på svamp, bär, skydd mot stormar och buller, skadereglerande insekter, möjlighet till rekreation samt kulturarv (Naturvårdsverket, 2012). För att få skogens totala ekonomiska värde ska alla de nämnda aspekterna och värdena på ekosystemtjänsterna tas med i beräkningen när beslut om att bevara skogen eller att använda den för produktion av timmer ska tas (Naturvårdsverket, 2012).

5.1 Metoder för ekonomisk värdering

Ekonomisk värdering av varor som saknar naturliga marknader har sedan en längre tid tillbaka använts i nationalekonomiska sammanhang som underlag för samhällsbeslut. Bland andra har Trafikverket tagit fram väletablerade schablonvärden som används i beslutsfattandet kring projekt och åtgärdsplaner. Exempel på detta är värdet av förseningar i trafiken som baseras på preferensstudier. Ett annat värde framtaget för samma aktör är värdet av ett statistiskt liv (VSL) som är ett mått på den nyttoförlust som drabbar samhället i samband med ett dödsfall och är baserad på betalningsviljan i samhället (Trafikverket, 2016). Metoderna för ekonomisk värdering som presenteras nedan är med andra ord inga nya värderingsmetoder, även om användningen kopplat till ekosystemtjänster per dags datum inte har utförts i någon större utsträckning.

I Tabell 2 ges en överblick av metoderna vilka sedan beskrivs tillsammans med kommentarer kring deras användningsområden. För mer djupgående ekonomisk metodik och teori hänvisas läsaren till ämnesspecifik litteratur.

Tabell 2. Sammanställning av värderingsmetoder, tabellen baseras på information från TEEB (2010a) och Naturvårdsverket (2012).

Metod	Kommentar	Svårighetsgrad	Grupp av EST: med exempel
Marknadsvärden	Utgår från befintliga marknadspriser	Enkel	Försörjande: Mat, vatten, trä samt koldioxidupptag
Ersättningskostnad	Baseras på pris för en teknisk lösning som ersätter ekosystemtjänsten	Enkel	Reglerande: luft- och vattenrening, pollinering
Undvikande av skadekostnad	Hur stora kostnader kunde undvikas med hjälp av ekosystemtjänsten?	Enkel	Reglerande: översvämningsskydd, kolupptag
Produktions-funktionsinriktad	Hur mycket av värdet på en produkt beror av "input" från en ekosystemtjänst?	Avancerad	Försörjande: mat, trä, vatten Reglerande: vatten- och luftrening
Hedonisk prissättning	Baseras på värdeökning på f.a. fastighetsmarknaden som kan kopplas till miljöaspekter	Väldigt avancerad	Reglerande: Luftkvalitet Kulturella: Rekreation
Resekostnad	Vad är man villig att betala för att resa till och besöka ett naturområde?	Avancerad	Kulturella: Enbart rekreation
CV-metoden	Hur mycket är de intervjuade eller svarande på enkäten villiga att betala för en ökning av en ekosystemtjänst?	Avancerad	Samtliga typer
Värdeöverföring	För över värden från redan gjorda studier att ha som grund	Enkel till avancerad	Samtliga typer

5.1.1 Marknadsförda varor

Har varan eller tillgången en marknad, representerar ofta marknadspriset denna resurs värde. I samband med ekosystemtjänster kan marknadspriset framförallt användas för att värdera de försörjande tjänsterna, så som matproduktion. Även rekreativvärden och reglerande ekosystemtjänster kan i vissa fall värderas utifrån denna metod (Groot, o.a., 2012).

5.1.2 Icke-marknadsförda varor

För att värdera varor eller tjänster utan en direkt marknad behövs alternativa metoder som indirekt kan visa till dess värden. Till exempel kan samband mellan ekosystemtjänster och dess nyttor kopplas till varor på marknaden och således baseras värderingen på människors faktiska beteende, detta är även känt som demonstrerad preferens eller "revealed preference method" (Naturvårdsverket, 2012). De olika metoderna tar mer eller mindre hänsyn till allmänhetens medvetna uppfattning av tjänstens värde. I många av dem har betalningsviljan en central roll eftersom denna ska reflektera människors uppskattning av de nyttor tillgångarna ger (Mattson, 2004; Groot, o.a., 2012). Nedan presenteras olika indirekta värderingsmetoder och exempel på hur de kan kopplas till ekosystemtjänster.

Ersättningskostnad

Denna metod utgår från vad en teknisk lösning skulle kosta om man skulle ersätta ekosystemtjänsten. Metoden är därmed framförallt användbar för ekosystemtjänster till vilka det

finns någon form av alternativ. Till exempel kan den appliceras på ekosystemtjänsten “vattenrening”, via kostnaden av att rena vatten i reningsverk jämfört med att vattnet renas av växter och sediment (TEEB, 2010a). Metoden kan även hänvisas till som “skyddsutgifter” (Brännlund & Kriström, 2012). En fördel med metoden är att den baseras på marknadsdata, det vill säga att information kring de tekniska lösningarnas kostnader ofta är lättgänglig, å andra sidan anses en teknisk lösning sällan utgöra ett fullvärdigt alternativ (Naturvårdsverket, 2012). Samtidigt kan lösningen i vissa fall vara multifunktionell och bidra med nytta på flera områden, vilket komplicerar beräkningarna (Brännlund & Kriström, 2012).

Undvikande av skadekostnad

Undvikande av skadekostnad innebär att man utgår från den kostnad som undviks med hjälp av ett handlingsalternativ. Metoden används för att värdera ekosystemtjänster som skyddar mot en skada och är fördelaktig eftersom den kopplar till ett marknadsbaserat värde som allmänheten har lätt att relatera till (TEEB, 2010a). Den är framförallt applicerbar på reglerande ekosystemtjänster, till exempel kan värdet av ekosystemtjänsten “översvämningsskydd” bestämmas med denna metod via utebliven skadekostnad på bland annat fastigheter, se appendix (Groot, o.a., 2012).

Produktionsfunktionsinriktade metoder

Metoden går ut på att studera en viss tjänsts bidrag till en produktion och kan användas för att värdera försörjande och reglerande ekosystemtjänster. Till exempel kan man studera kopplingen mellan kvalitet på luft och vatten i förhållande till produktion av timmer eller jordbruksvaror och på så vis skatta värdet luft- och vattenkvaliteten (Naturvårdsverket, 2012).

Hedonisk prissättning

Med så kallad hedonisk prissättning utgår man från att ekosystemtjänsten som studeras påverkar en annan marknad. Till exempel kan man studera prisökningen av bostäder nära havet eller parkområden eftersom människor är beredda att betala mer för dem. På så vis hittas information angående värdet på ekosystemtjänsten “rekreation”. När man använder sig av den hedoniska metoden är det viktigt att vara säker på kopplingen mellan marknadsvaran och kvaliteten som ska värderas (Hultkrantz & Nilsson, 2008). Metoden klassas som en av de mer komplexa och kan förutom att uppskatta rekreation även användas för luftkvalitet och bullernivå (TEEB, 2010a).

Resekostandsmetoden

Resekostandsmetoden utgår liksom hedonisk prissättning från priser på en annan marknad och baseras på den summa människor är villiga att betala för besöka en viss plats (TEEB, 2010a). Värdet av ett rekreationsområde antas vara minst det som långväga besökare har betalat för att resa dit (Groot, o.a., 2012), men även eventuella biljettpreiser samt värdet av tiden man spenderar där, så kallad “förlorad tid”, räknas in (TEEB, 2010a). Metoden bygger på antagandet att ju högre kvalitet rekreationsområdet har, desto mer är besökare villiga att betala för transport till området (Brännlund & Kriström, 2012). Metoden baseras på observerade handlingar, vilket kan ses som en fördel, liksom att den är förhållandevis billig att genomföra (Brännlund & Kriström, 2012).

CV-metoden

Scenariovärderingsmetoden, eller the Contingent valuation method, är en vanlig metod för ekonomisk värdering som utgår från intervjuer, så kallade stated preferences (Mattson, 2004). Vid

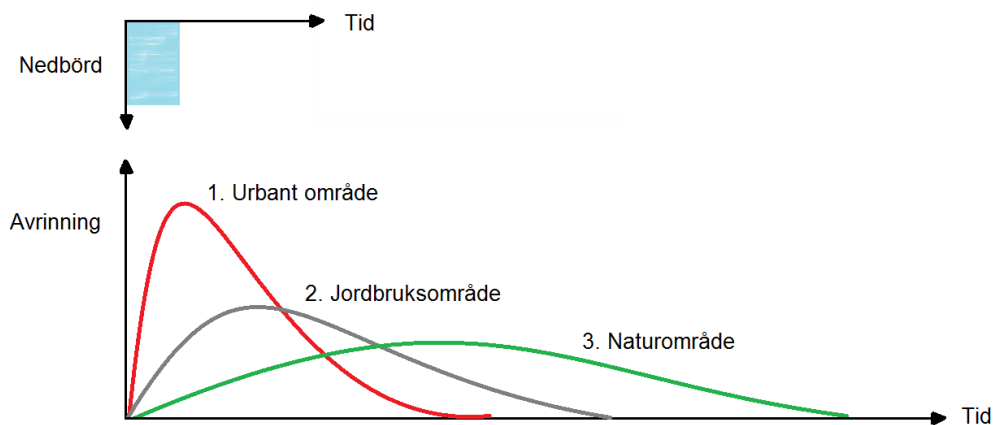
en intervju- eller enkätundersökning får en grupp individer två scenarion beskrivna för sig, som rör förändrade tillgångar på en vara som ska värderas, i detta fall ekosystemtjänster på en hypotetisk marknad (Brännlund & Kriström, 2012). De ombeds att ange antingen hur mycket de är villiga att betala (willingness to pay, WTP) för att till exempel bevara ett skogsområde, eller villiga att få i ersättning (willingness to get, WTG) om området förloras (Mattson, 2004; TEEB, 2010a).

Värdeöverföring

I de fall man på grund av begränsade resurser anser att det inte finns möjlighet att utföra en värderingsundersökning med någon av metoderna beskrivna ovan, kan värdeöverföring göras, så kallad benefit transfer. Då överför man värden från tillgängliga studier för att på så sätt skatta ekosystemtjänstens värde och skapa ett beslutsunderlag (TEEB, 2010a). En värdeöverföring innefattar ofta identifiering av liknande studier, analys av hur väl studierna passar i fråga om både miljö och sociala aspekter samt utvärdering deras trovärdighet. Slutligen anpassas siffrorna till det aktuella projektet, till exempel är det viktigt att reglera med tanke på inflation.

6 Urban översvämningssproblematik

Ett tydligt resultat av undervärdering av ekosystemtjänster är dagens ökande problem med översvämning i städer. Dränering av mark och bäckar tillsammans med anläggning av bostäder och impermeabla ytor reducerar möjligheten för infiltration och sänker grundvattennivån, vilket påverkar vattnets naturliga flöde och därmed översvämningsskyddet (MSB, 2013a). Till följd av detta ökar ytavrinningens intensitet och volym vilket ställer till problem med översvämning vid skyfall (MSB, 2013a).



Figur 4. Illustrationen visar avrinning från urbana områden, jordbruksområden och naturområden, inspirerad av Svenskt Vatten (2011).

Som illustreras i Figur 4 ger skyfall i urbana områden en avrinning med hög och smal topp, vilket innebär att vattnet snabbt och i stora mängder leds ner i ledningsnätet på väg mot reningsverket. Jämför man med avrinningen i ett naturområde, är kurvan i figuren mycket flackare, vilket beror på att vattnet fördröjs och samlas upp i till exempel våtmarker på sin väg till recipienten.

Samtidigt som den kontinuerliga ökningen av impermeabla ytor i städer, har det globala samhällets utarmning av naturresurser som olja och regnskog, orsakat förändringar i klimatet som för Sveriges del förväntas leda till en ökning av både regnintensitet och frekvens, vilket ytterligare ökar översvämningensrisken (SMHI, 2016). I *SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*, har den förändrade nederbörden tillsammans med högre vattennivåer i recipienter, identifierats som två punkter särskilt viktiga i samband med klimatanpassning av allmänna dagvatten- och avloppssystem.

“Till begreppet dagvatten räknas ytavrinnande regn-, spol- och smältvatten som rinner på hårdgjorda ytor, eller på genomsläpplig mark via diken eller ledningar till recipienter eller reningsverk.” - Dagvattenstrategi för Malmö stad - Peter Stahre - 2008.

6.1 Ansvarsfördelning

Även om klimatanpassningsåtgärder för att minska översvämningensrisiker har blivit uppmärksammade på nationell och regional nivå, drabbar översvämningarna lokalt och i slutändan är det där åtgärderna behöver införas (Dir. 2015:115). Tyvärr är dagvattenhanteringen ett exempel som kan liknas vid *de allmänna tillgångarnas tragedi* i samband med klimatanpassningsfrågorna. Det är många aktörer påverkar dagvattenavrinningen, men ingen har varken övergripande ansvar eller befogenhet för hela dagvattenhanteringen (Svenskt Vatten, 2016). Trots att Länsstyrelsen har utarbetat regionala handlingsplaner för klimatanpassning som underlag till den lokala planeringen, saknas fortfarande den formella fördelningen av ansvar mellan kommunal-, regional- och nationell nivå.

Vattenvolymer till följd av regn med högre återkomsttider kräver ofta stora ytor i anspråk för att hanteras och om man ser till Malmö där endast 30 % av marken i staden är allmän, inser man problematiken i att hantera allt vatten på denna yta. 70 % av regnet som faller landar på privat mark, och det behövs således incitament för privata markägare att införa lösningar så som hållbar dagvattenhantering på sin mark¹. I nya områden har kommunen inte möjlighet att ställa krav på mark- och fastighetsägare i detaljplanen, däremot har man en möjlighet att planera stadsutbyggnaden på ett korrekt sätt. Det är ofta i befintliga områden som de största problemen med översvämning finns och här behövs en annan sorts incitament för att införa åtgärder. Incitamenten behöver motivera en möjligtvis mer kostsam lösning som även tar mer mark i anspråk än det traditionella ledningsnätet¹. I några kommuner har man försökt motivera införande av hållbar dagvattenhantering på privat mark genom en reducerad va-taxa, men denna metod saknar möjligheten att ställa specifika krav där det behövs. Att visa till mervärdet av hållbar dagvattenhantering, genom en ekonomisk värdering av indirekta nyttor så som ekosystemtjänster, tror vi kan skapa de incitament som krävs.

¹ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

6.2 Intressekonflikter

Vid de flesta samhällsprojekt uppstår intressekonflikter och man kan sällan uppfylla allas önskan och behov. Samhällsekonomi handlar om att hushålla med begränsade resurser på ett sätt som gör att så många som möjligt får sina behov täckta. Detta innebär att om en lösning genererar en nytta till samhället som totalt sätt är positiv, är den acceptabel även om det går på bekostnad av den enskildas nytta (Mattson, 2004).

För att säkra en rättfärdig och transparent upphandling av offentliga beslutsprocesser bjuds samhället in till samråd, där de enskilda kan få möjlighet att yttra sin mening. Vad gäller de mindre synliga delarna av samhället, så som framtida generationer, djur och miljön, är det upp till riktlinjer och lagar att försäkra att deras intressen tillgodoses.

Den pågående urbaniseringen skapar befolkningstillväxt i städer som i sin tur leder till intressekonflikter kopplade till markanvändningen. Behovet av att förtäta städerna i syfte att skapa ett mer energieffektivt och hållbart samhälle, så väl som för att skydda samhällsviktig odlingsmark, är i dag en viktig fråga. Till följd av detta finns det starka krafter som förespråkar exploatering av markområden som ur ett miljö- och riskperspektiv inte är lämpat för bebyggelse. Dränering av mark och torrläggande av våtmarker och åar i syfte att skapa bättre odlingsmark och bostäder leder till problem nerströms med översvämning och övergödning. Enligt Stahre behövs ett mer holistisk perspektiv vad gäller markanvändningen och ett behov av att lyfta dagvattenfrågan i ett tidigt skede, i syfte att reducera intressekonflikter i planprocessen (Stahre, 2004).

6.3 Säkerhetsnivå i förhållande till översvämningsrisker

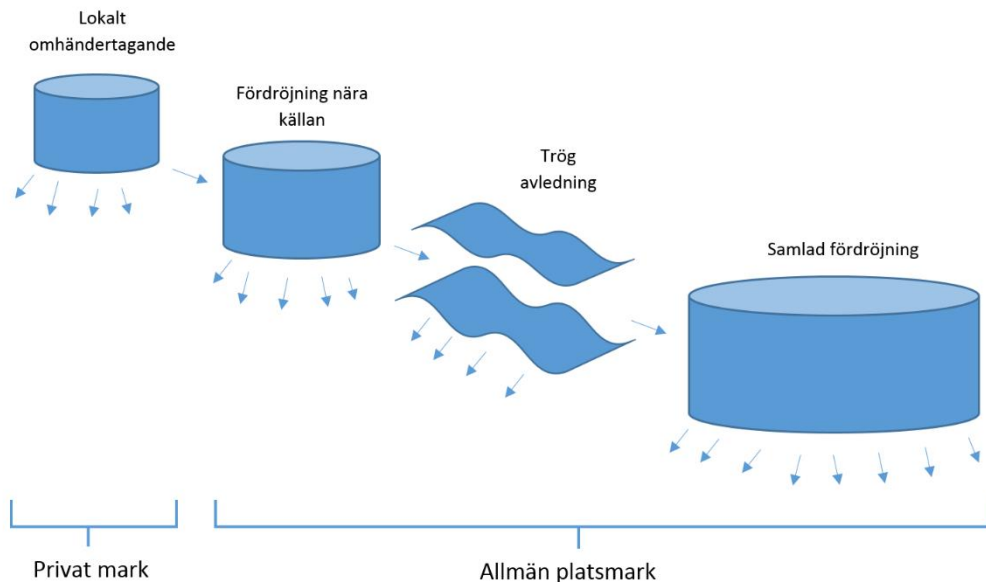
Begreppet återkomsttid av regn är fördelaktigt att använda i planeringssammanhang, då det ger en indikation om sannolikheten i förhållande till en viss regnhändelse med avseende på intensitet och varaktighet (Svenskt Vatten, 2016). Återkomsttid refererar till hur lång tid man förväntar sig, i snitt, det ska gå mellan två händelser med en viss återkomsttid. Om man tänker sig en hundraårshändelse är sannolikheten för att det ska inträffa en sådan en procent varje enskilt år, alltså 1/100. Om det sker en hundraårshändelse ett år, är sannolikheten för att det ska inträffa kommande år fortfarande en procent. Det är när man studerar en längre tidsperiod, till exempel tusen år, som man kan anta att det kommer ske i snitt tio hundraårshändelser (Svenskt Vatten, 2016).

I planeringssammanhang är det viktigt att ta med i beräkningen att säkerhetsnivån man projekterat för kan förändras över tid om förhållandena ändras, så som mängden hårdgjorda ytor i området eller de rådande klimatförändringarna (Svenskt Vatten, 2016). Återkomsttiden baseras på historiska regnmätningar och för att ta hänsyn till de förväntade ökade regnmängderna använder man en klimatafaktor som multipliceras med regnintensiteten, vanligtvis 1,2 till 1,4 (Svenskt Vatten, 2016). För att nå en stor sannolikhet (upp mot 100 %) för att observera händelser med lång återkomsttid krävs teoretiskt en observationstid som är tio gånger så lång som återkomsttiden. Således får man använda sig av extremvärdesberäkningar för att skatta händelser med hög återkomsttid (Svenskt Vatten, 2016).

Regnhändelsers intensitet och varaktighet är viktiga begrepp att ta hänsyn till vid beräkning av återkomsttid och val av säkerhetsnivå att dimensionera för. Beroende på variation inom de två parametrarna, finns det till exempel flera typer av händelser som kan skattas till en 100-årshändelse. Det kan både innebära att det regnat med en lägre intensitet, men under en ovanligt lång tidsperiod, vilket till slut ger upphov till stora vattenmängder. Det kan även innebära ett kort men väldigt intensivt regnfall, eller en kombination av de båda. Hur sårbart ett område är för olika regn beror på många parametrar så som bebyggelsen i område, topografi och grundsammansättning (Svenskt Vatten, 2016). Ett område som klarar av stora och intensiva skyfall kan samtidigt vara sårbart för regn med lägre intensitet men med lång varaktighet.

7 Hållbar dagvattenhantering

Hållbar dagvattenhantering är ett samlingsbegrepp för öppna och multifunktionella dagvattenslösningar, där naturens egna lösningar används för att hantera och reglera flödet av dagvatten. Figuren nedan visar schematiska bilder över sådana lösningars funktion och placering. Genom ett flertal ytliga anläggningar som dammar, meandrande bäckar och översvämningssytor kan vatten infiltrera ner i marken, avdunsta och fördröjas på sin väg till reningsverken eller recipienten. Dessutom har flera lösningar renande effekt på vattnet. Hållbar dagvattenhantering har visat sig att inte bara vara en effektiv lösning mot översvämning (Theland, 2015), men även bidra till positiva värden i områden där åtgärderna har införts (Stahre, 2008) vilket kan kopplas till de ekosystemtjänster som genereras.



Figur 5. Visar de olika delarna av hållbar dagvattenhantering fördelad på privat och allmän platsmark

Innan 1970-talet var synen på dagvattenhanteringen baserat på kvantitetsperspektiv då fokus låg på att transportera bort dagvattnet så snabbt som möjligt från staden (Stahre, 2008). Senare skiftade fokus till ett kvalitetsperspektiv, incitamenten kom från den ökade kunskapen kring farliga ämnen i dagvatten i urbana områden och dess påverkan på miljön och reningsverken anlades (Stahre, 2008). Under början på 2000-talet introducerades begreppet hållbar

dagvattenhantering, och till skillnad från tidigare blev nu även den sociala aspekten och de positiva effekter som öppna system bidrar med till stadsbilden uppmärksammas (Stahre, 2008).

Hållbar dagvattenhantering består av flera olika delar som presenteras schematiskt i Figur 5 och med specifika exempel i Tabell 4. Man brukar skilja på lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning (Svenskt Vatten, 2016). Lokalt omhändertagande av dagvatten är mindre åtgärder som sker på privat mark, medan fördröjning nära källan är åtgärder i samma storleksordning, men som sker på offentlig plats. Vattnet leds så vidare genom trög avledning vilket innebär åtgärder i form av kanaler och diken som fördröjer vattnet ytterligare innan det hamnar i större faciliteter, samlad fördröjning, som kan omhänderta en större mängd vatten.

Tabell 3. Visar exempel på lösningar i ett hållbart dagvattenhanteringssystem (Stenberg & Johansson, 2014).

Privat mark	Exempel
Lokalt omhändertagande	Gröna tak, infiltration på gräsytor, permeabla beläggningar, infiltration och fördröjning i gräs, grus och makadamfyllningar, perkolation, dammar uppsamling av takvatten
Allmän plats	
Fördröjning nära källan	Permeabla beläggningar, infiltration och fördröjning i gräs, grus och makadamfyllningar, tillfällig uppdämning av dagvattnet på speciellt anlagda översvämningssytor, diken, dammar, våtmarker
Trög avledning	Svackdiken, kanaler, bäckar och diken
Samlad fördröjning	Dammar, våtmarksområden

DEL II

I denna del av examensarbetet undersöks i samband med en kostnads- nyttoanalys hur konsekvenserna av skyfall kan hanteras med hjälp av hållbar dagvattenhantering i det befintliga bostadsområdet Söderkulla i Malmö. Som argumenterats för i Del I, utförs och inkluderas en monetär värdering av ekosystemtjänsterna som hållbar dagvattenhantering ger upphov.

8 Kostnads- nyttoanalys Söderkulla

Kostnads- nyttoanalyser används i samhällsprojekt för att väga kostnader och nyttor mot varandra i syfte att undersöka den samhällsekonomiska lönsamheten av olika alternativ (Kriström & Bonta Bergman, 2014). För analysens utförande finns många mallar med tillvägagångssätt att utgå ifrån, bland annat har Naturvårdsverket tagit fram en vägledning för samhällsekonomiska analyser av miljöprojekt (Kriström & Bonta Bergman, 2014). I detta examensarbete har stegen i kostnads- nyttoanalysen inspirerats av den, tillsammans med en metod framtagen av Sweco specifikt för åtgärder vid översvämningssproblematik, vilket gör den mycket relevant för arbetet (Rosén, 2011). Som underlag för beräkning av ekosystemtjänsterna i analysen har Naturvårdsverkets nyligen framtagna “Guide för värdering av ekosystemtjänster” använts.

Stegen som har utförts i kostnadsnyttoanalysen presenteras nedan²:

Steg 0: Identifiering och beskrivning av projektet

Steg 1: Hydrologisk modellering av översvämningsscenarion

Steg 2 : Kvantifiering och ekonomisk värdering av översvämningarnas konsekvenser: skadekostnader

Steg 3: Beräkning av riskkostnad, baserat på återkomsttider och skadekostnader

Steg 4: Åtgärdsalternativ identifieras

Steg 5: Åtgärdernas kostnader identifieras och uppskattas

Steg 6: Åtgärdernas nyttor identifieras och uppskattas

- Värdering av ekosystemtjänster

Steg 7: Kostnads- nyttoanalys där lönsamheten för samhället fastställs

Steg 8: Fördelningsanalys

Steg 9: Osäkerhets- och känslighetsanalys

I utförandet av respektive steg nedan, beskrivs först teorin kopplat till steget och sedan presenteras den specifika informationen om Söderkulla och eventuella beräkningar i gula rutor.

² Detta steg har valts att kallas Steg 0 då det har lagts till innan Steg 1 kostnads- nyttoanalysen presenterad i Rosén (2011).

Steg 0: Identifiering och beskrivning av projekt

I steg 0 beskrivs projektet i form av en kort problemformulering som sätter det i sitt sammanhang och ger en överblick till problematiken som ligger till grund för analysen.

Dagens ledningsnät har i många delar av Malmö redan nått sin kapacitetsgräns och de senare åren har bland annat Söderkulla, upprepade gånger, blivit utsatt för stora översvämningar vilket har lett till en ohållbar situation för de boende i området³. Prognoserna för framtiden visar att frekvensen av skyfall kommer att öka och för att handskas med översvämningssproblematik behövs åtgärder vidtas (Malmö stad, 2016). Malmö stad arbetar i nuläget med att fastställa den Skyfallsplan som tagits fram i samarbete mellan alla förvaltningar inom kommunen och ett antal berörda aktörer⁴. I skyfallsplanen har Söderkulla identifierats som ett prioriterat område där åtgärder ska påbörjas så fort som möjligt redan innan planen offentliggörs.

I denna kostnads- nyttoanalys undersöks hur översvämningssrisken kan hanteras genom hållbar dagvattenhantering i det befintliga bostadsområdet Söderkulla. Ett hållbart dagvattenhanteringssystem är en del av klimatanpassning av städer som förutom översvämningsskydd även ger upphov till andra ekosystemtjänster, så som rekreation, bullerreducering samt rening av luft och vatten som kvantifieras och värderas monetärt i arbetet. Genom en ekonomisk värdering kan dessa värden lättare vägas in beslutsprocessen kring samhällsprojekt.

0.1 Tidshorisont

Hur lång tidshorisont projektet avser, påverkar i stor grad utfallet av kostnad-nyttoanalysen (Sweco, 2014). Livslängden på hållbara dagvattenhanteringssystem anses motsvara det för ett konventionellt ledningssystem på ungefär 100 år om det underhålls (Svenskt Vatten, 2016; Klimatanpassningsportalen, 2015). Projektets fysiska och ekonomiska livslängd har därmed satts till denna livslängd, men det är viktigt att poängtera osäkerheten som råder kring framtiden och hur dess förhållanden kan ändras. I projekt med lång tidshorisont, är det lämpligt att ta med framtidsanalyser för bland annat befolkningsväxt och klimatändringar.

³ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

⁴ Intervju med Caroline Larsson, projektledare, och Fabian Christensson, projektledare, Gatukontoret Malmö stad 29 mars 2016.

Söderkulla - Identifiering och beskrivning

Bostadsområdet Söderkulla är beläget i stadsdelen Fosie i södra delarna av Malmö och projektområdet avgränsas av Inre Ringvägen, Trelleborgsvägen, Lövsångaregatan och Munkhättegatan, se Figur 6.

Ursprungligen fanns här åkrar och bondgårdar med odlad mark. Under 1940-talet påbörjade HSB anläggning av bostäder vilka stod färdiga under 1960-talet. Området karaktäriseras av tidstypisk arkitektonisk utformning och bebyggelsestruktur är en blandning av höga och låga flerbostadshus som är anslutna till ett separerat ledningsnät (HSB, 2016). Förutom bostäder finns här ett antal företag, en bensinmack och serviceanläggningar som vårdcentral och vårdhem. I området finns även Söderkullaskolan som har ungefär 900 elever från förskola till nionde klasser (HSB, 2016). Området har idag ett invånartal på 5065 personer⁵, där merparten bor i lägenheter fördelade på hushåll med en till två personer, med relativt hög medelålder (HSB, 2016).

Som en första inventering av Söderkulla och dess potential för införande av hållbar dagvattenhantering, följer här en presentation av ett antal attribut i området. Fastigheterna består av allt från 2- till 8- och 13-våningshus som alla har relativt fri placering i förhållanden till varandra, vilket ger möjlighet att knyta ihop grönytor. Med Söderkullaparken i norr och Fosieparken i söder, finns utrymme att hantera dagvatten samt potential för att göra områdena mer attraktivt. De två parkområdena består av sammanhängande gräsytor med äldre pilvallar längs gång och cykelstråk. I Söderkullaparken finns även en bollplan och större lekplats som genom en sänkning kan fungera som översvämningssytor. Ursprungligen var planteringen mellan husen stor men monoton, men under insatser på mitten av 1970 och 1990 genomfördes ändringar i utemiljön genom att anlägga fler olika växter. Många av husen har platta tak vilket ger möjlighet för att anlägga sedumtak.

Söderkulla har trots sin placering i Malmös yttre delar, likheter med mer centralt belägna stadsområden i form av stora impermeabla ytor vilka ger upphov till hög avrinnings av regnvatten⁶.

⁵ Mailkontakt, Malmö stad - Stadskontoret, 1 april 2016.

⁶ Intervju med Caroline Larsson, projektledare, och Fabian Christensson, projektledare, Gatukontoret Malmö stad, 29 mars 2016.



Figur 6. Söderkulla är markerat med rött i Malmö med omnejd (Google maps)

Steg 1 Hydrologisk modellering av översvämningsscenario

Översvämning kan ske till följd av havsnivåhöjningar, bräddning av sjöar och vattendrag, samt i samband med skyfall vilket kan leda till både marköversvämning och källaröversvämning i städer (Rosén, 2011). Konsekvenser av översvämning till följd av skyfall beror av parametrar som regnintensitet och varaktighet, samt sårbarheten i området där regnet faller (Svenskt Vatten, 2016).

För att kunna koppla översvämningars konsekvenser (Steg 2 Skadekostnader) till olika sannolikheter och via det beräkna riskkostnaden (Steg 3), kan modelleringar över översvämningars utbredningar vara användbart. Ett sätt att beräkna skadekostnaden är då att utgå från de hydrologiska kartorna och basera beräkningarna på till exempel vilken typ av markområden som förväntas översvämmas och hur stora dessa områden är, eller mer i detalj räkna på antalet fastigheter som riskerar att bli översvämmade enligt modelleringarna (Nilsson & Johansson, 2015; Rosén, 2011). Att angripa problematiken på det sättet kallas att göra en ex-ante analys, alltså hypotetisk beräkning av skadekostnaderna innan översvämningen sker. Hur säkra dessa ex-ante analyser är, beror på kvaliteten av modellerna och på mängden tillgänglig information (MSB, 2013a).

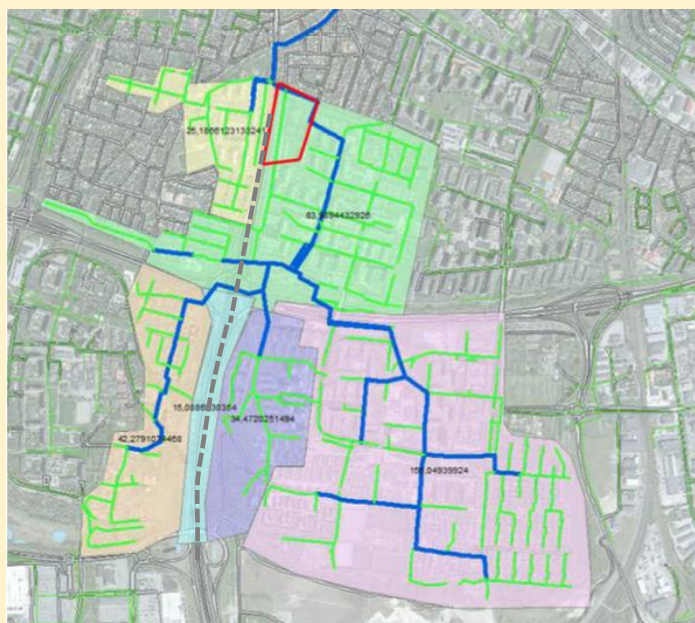
Ett område som redan har drabbats av översvämning besitter värdefull information kring konsekvenser och sårbarheter som istället möjliggör en ex-post analys, alltså en analys av en faktisk översvämningshändelse (Svenskt Vatten, 2016). Även om ett skyfalls konsekvenser idealt sett borde identifieras och åtgärdas i förebyggande syfte, kan hydrologisk modellering även användas efter en översvämning har skett, då i syfte att hitta orsakssamband eller simulera effekten av riskreducerande åtgärder (Svenskt Vatten, 2016).

I detta arbete utförs på de punkter det finns tillgänglig information, en ex-post analys av faktiska skador till följd av översvämningar för att ta fram skadekostnader (Steg 2). På punkterna där man inte har hittat specifik information från Söderkulla utförs en ex-ante analys genom att använda statistik från övriga Sverige och applicera det på området. De hydrologiska modelleringar som presenteras nedan har tagits fram i samband med Gatukontoret vid Malmö stad med syfte att minska översvämningens risk i Söderkulla. I detta examensarbete syftar de hydrologiska modellerna till att visualisera utbredningen av översvämningar och sårbarheten i området, men de kommer inte att ligga till grund för beräkningen av skadekostnaderna.

Söderkulla - Hydrologisk modellering

Söderkulla och övriga Malmö har upprepade gånger drabbats av översvämning till följd av skyfall (Svenskt Vatten, 2016). De senaste större tillfällena kommer studeras och är 5 juli 2007, 14 augusti 2010 och 31 augusti 2014 vilka ledde till allvarliga konsekvenser för stora delar av stadens infrastruktur och bebyggelse (Svenskt Vatten, 2016). Under denna rubrik beskrivs först områdets förutsättningar som ligger till grund för de hydrologiska och hydrauliska modellerna som presenteras senare i detta steg.

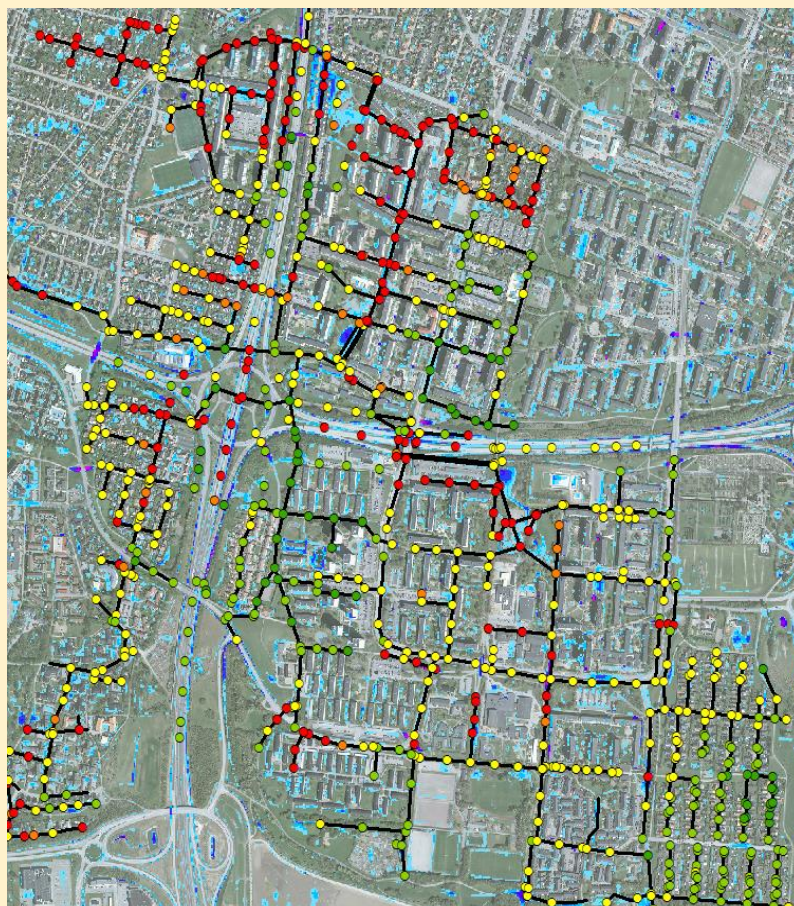
Söderkulla ligger i en topografisk lågpunkt jämfört med omkringliggande områden, med lägsta punkt i områdets norra delar markerade med rött, korsningen Norra Gulspargatan och Lövsångaregatan (Ramböll, 2015). Det ytliga avrinningsområdet för Söderkulla är omkring 70 hektar och illustreras i Figur 7 av det gröna området till höger om den streckade Trelleborgsvägen. Söderkulla påverkas även i stor grad av dag- och spillvatten från de omkringliggande områdena via det underjordiska ledningsnätet (se Figur 8), vilket har en upptagningsarea på ungefär 356 hektar (Ramböll, 2015). Där ledningsnätet idag ligger fanns när staden först anlades en bäck och området runt det är således en naturlig samlingsplats för regnvattnet. Det finns sju underjordiska magasin i området som kan omhänderta en viss andel av dagvattnet (Ramböll, 2015). Jämfört med övriga Malmö har gatorna i området rätt mycket lutning och andelen impermeabla ytor är stor vilket ger en hög ytavrinningsvolym⁷. Dessutom skapar bullervallen som går längs med Trelleborgsvägen en uppdämmande effekt för dagvattnet.



Figur 7. Det lägre området i Söderkulla illustreras av den röda markeringen. Avrinningsområdet för Söderkulla är det som innefattas av det gröna området öster om Trelleborgsvägen i svart. (Figur framtagen av VA SYD).

⁷ Intervju med Caroline Larsson, projektledare, och Fabian Christensson, projektledare, Gatukontoret Malmö stad, 29 mars 2016.

Nedan presenteras en karta framtagen av VA SYD som visar ledningar och trycklinjenivå för marköversvämmade områden vid 100-årsregn tillsammans med ledningsnätsmodell vid skyfallet 31 augusti 2014 (se Figur 8). Lagren i kartan tar inte hänsyn till varandra, men kan ändå användas för att visualisera och identifiera var det är störst risk för marköversvämning. Vid översvämningsar kan vatten tränga upp på markytan och källare längre ner längs rinnvägen till följd av det höga trycket som skapas i ledningsnätet.



Figur 8. Kartan visar risken för att vatten trycket upp ur ledningsnätet, rött innebär störst risk och grönt minst⁸.

Nedan följer en ingående presentation av de olika översvämningsscenarierna som valts som utgångspunkt för skade- och riskkostnadsberäkningarna, steg 2 och 3. Till varje scenario har en återkomsttid skattats utifrån de uppmätta regnmängderna vid respektive händelse tillsammans med tillgängliga modeller får återkomsttider baserade på Hernebring (2015). En sammanfattning finns att se i Tabell 4 som återfinns sex sidor fram.

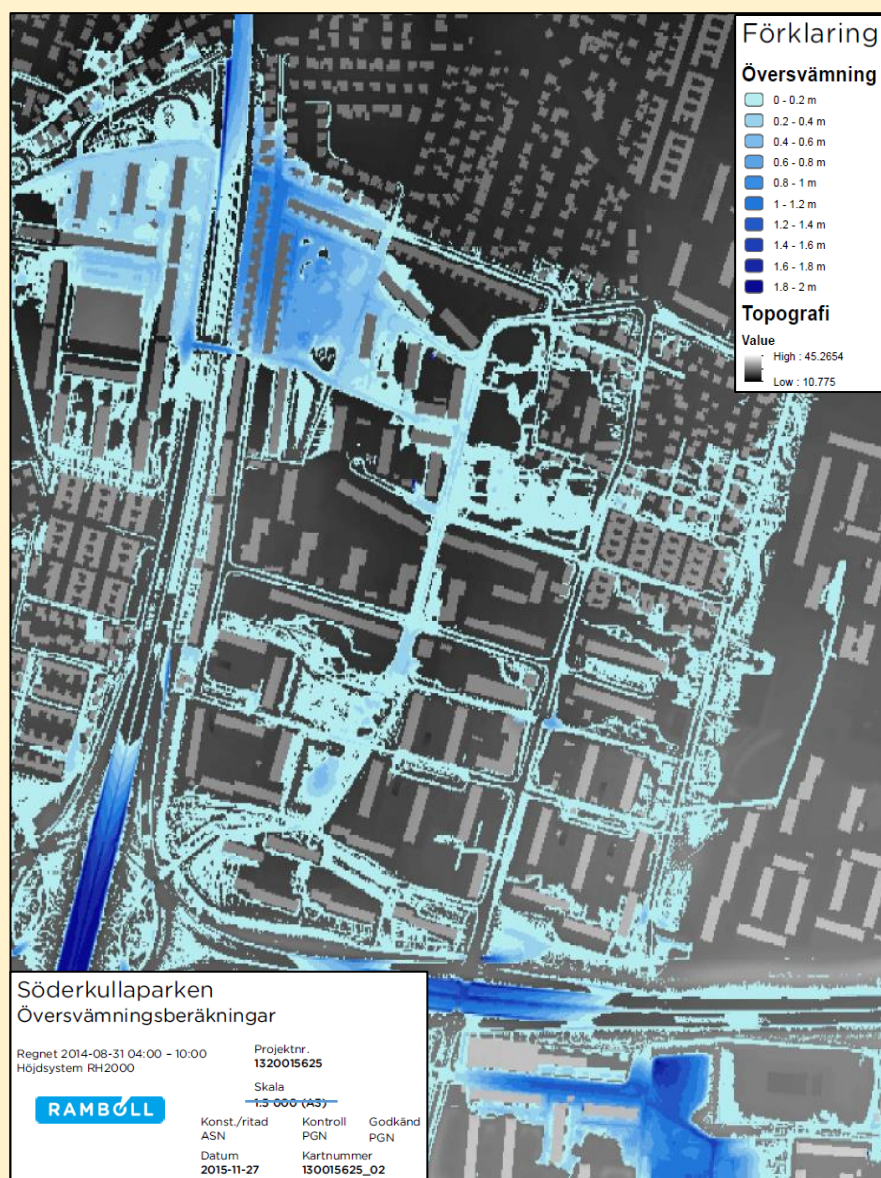
Ramböll har på uppdrag av Gatukontoret vid Malmö Stad simulerat scenarion för olika regnhändelser som innefattar hydrologiska och hydrauliska översvämningsmodellering som även tar hänsyn till det befintliga dagvattennätet. Det togs bland annat fram modelleringar baserade på de faktiska mätningar under skyfallen 2014 och 2010 som studeras i denna CBA och resultatet från dem presenteras under respektive scenario nedan.

⁸ Karta från Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD.

Scenario 1: 31 augusti 2014

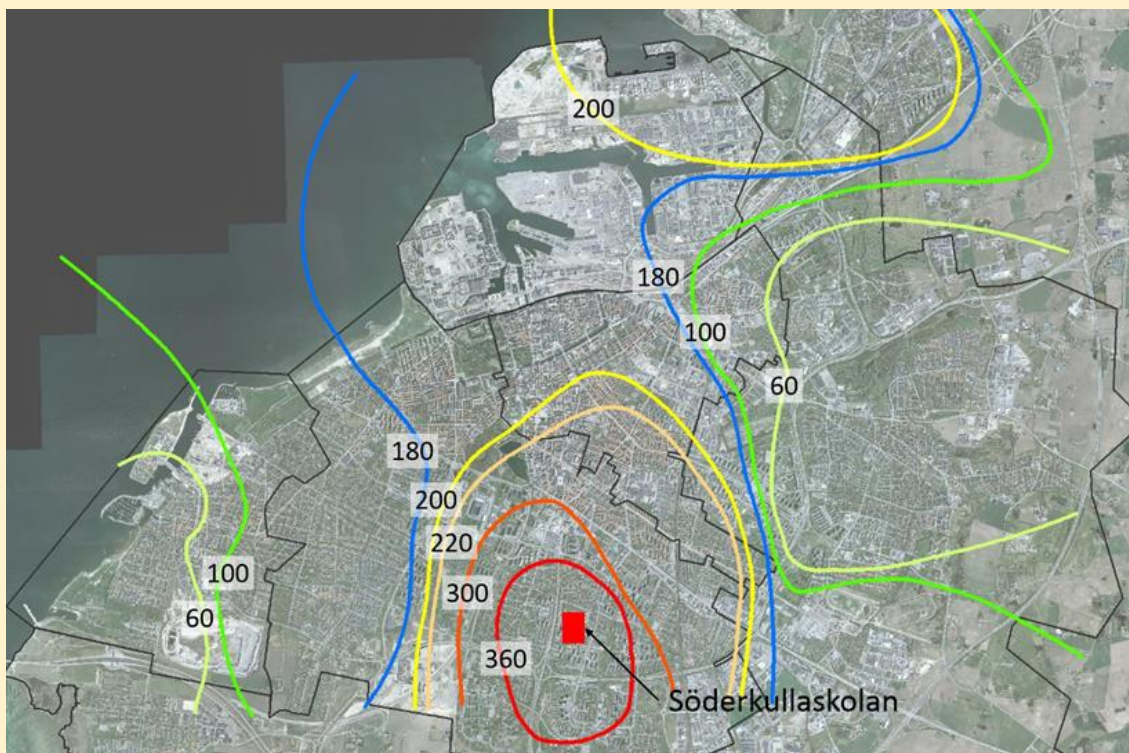
Skyfallet den 31 augusti 2014 är den störta regnhändelse som inträffat i Malmö sedan 1800-talet då man började registrera regnmängder. På bara några timmar föll ungefär 100 mm regn över Malmös centrala delar, vilket motsvarar så mycket som en sjättedel av vad som normalt faller under ett helt år. Detaljerad information om regnet finns att finna i artikeln ”Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31” (2015).

Figur 9 visar resultatet när en simulering av regnet 31 augusti 2014 har gjorts över Söderkulla (Ramböll, 2015). Den åskådliggör de omfattande översvämningar som orsakades, där det värst drabbade bostadsområdet i korsningen mellan Norra Gulsparvgatan och Lövsågåregatan hade mer än en meter vatten ståendes. Även Trelleborgsvägen och Inre Ringvägen blev kraftigt översvämmade med djup uppåt två meter, men översvämningar förekommer över hela det undersökta området.



Figur 9. Kartan visar den modellerade översvämningen baserat på regnet som föll 31 augusti 2014.

Att så stora vattenmängder samlades i Söderkulla beror delvis på områdets topografiska läge och dess förutsättningar som beskrevs inledande i denna del, men även på att skyfallet hade som högst intensitet över just detta område. I Figur 10 nedan visas återkomsttider baserade på Dahlström (2010) för regnet 31/8 2014 vid olika mätstationer för fyra och sex timmars varaktighet. Av alla mätstationer i Malmö, mottog mätaren på Söderkullaskolan mest⁹.

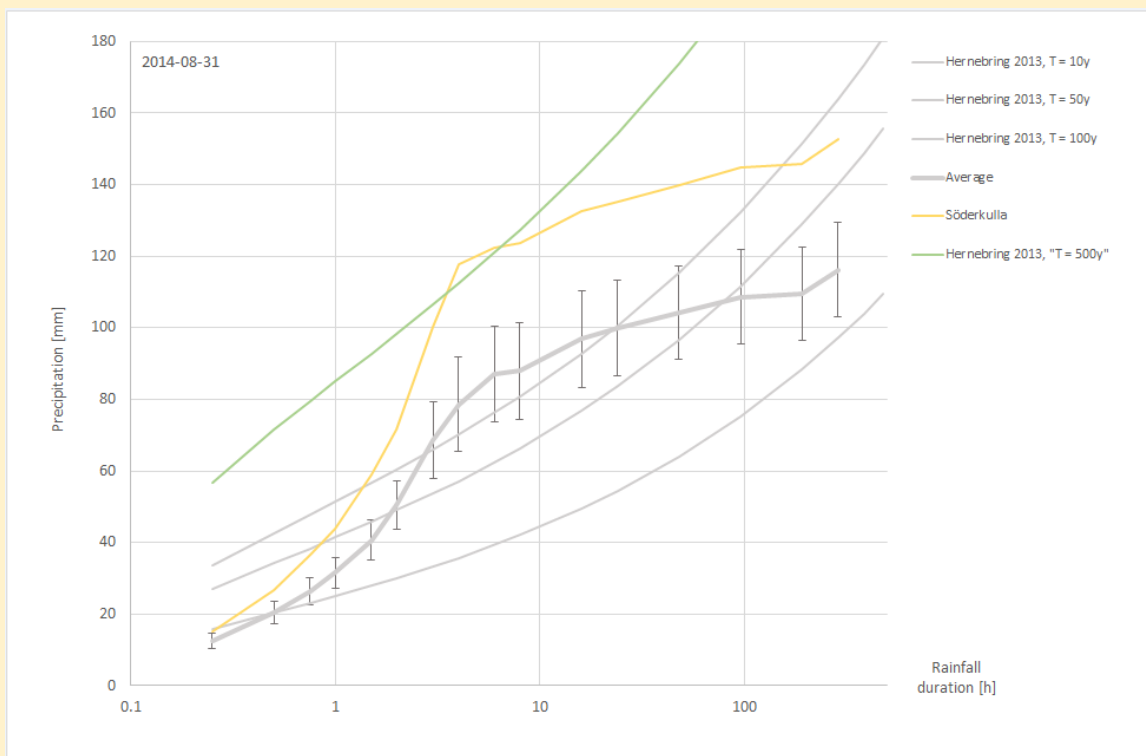


Figur 10. Återkomsttider (baserade på Dahlström 2010) för mätstationer i Malmö vid skyfallet 31/8 2014 (Steen Kronborg och Claes Hernebring, 2016)⁹.

Skyfallet 2014 är både den senaste och den mest extrema händelsen av de studerade scenarierna. Att Söderkulla dessutom var ett av de värst drabbade området har gjort att informationsunderlaget för denna händelse är det största och mest platsspecifika. Både information vad gäller specifika kostnadsposter, som försäkringsutbetalningar (se steg 2) och regndata har kunnat studeras specifikt för Söderkulla. Regndata som ligger till grund för skattning av återkomsttid som används för att beräkna riskkostnaden i steg 3.

I grafen nedan presenteras uppmätta regnmängder från Söderkullaskolan tillsammans med ett medelvärde från andra mätstationer i Malmö och återkomsttider baserade på Hernebring (2015).

⁹ Mailkontakt med Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 6 april 2015.



Figur 11. Graf över uppmätta regnmängder i Söderkulla (gul linje) och medel från runt om i Malmö (grå bredare linje) tillsammans med återkomsttider baserade på Hernebring (2015) (Johanna Sörensen, 2016).

I grafen i Figur 11 kan man se att regnet som föll i Söderkulla passerar en händelse med återkomsttid på 500 år. På grund av de stora osäkerheter som föreligger vid uppskattandet av så stora återkomsttider, används i beräkningarna ett intervall för återkomsttiden mellan 200 och 500 år (Svenskt Vatten, 2016).

Scenario 2: 14 augusti 2010

Vid skyfallet den 14 augusti 2010 föll det 60 mm regn under sex timmar. Perioden innan skyfallet hade det regnat ovanligt mycket vilket till viss del mättat marken och därmed gav upphov till ännu värre översvämningar än man kunnat förvänta sig av regnet. Området kring Söderkulla parken, som ligger i Söderkullas låga delar i nord väst, var ett av de områdena i Malmö som fick störst översvämningar¹⁰.

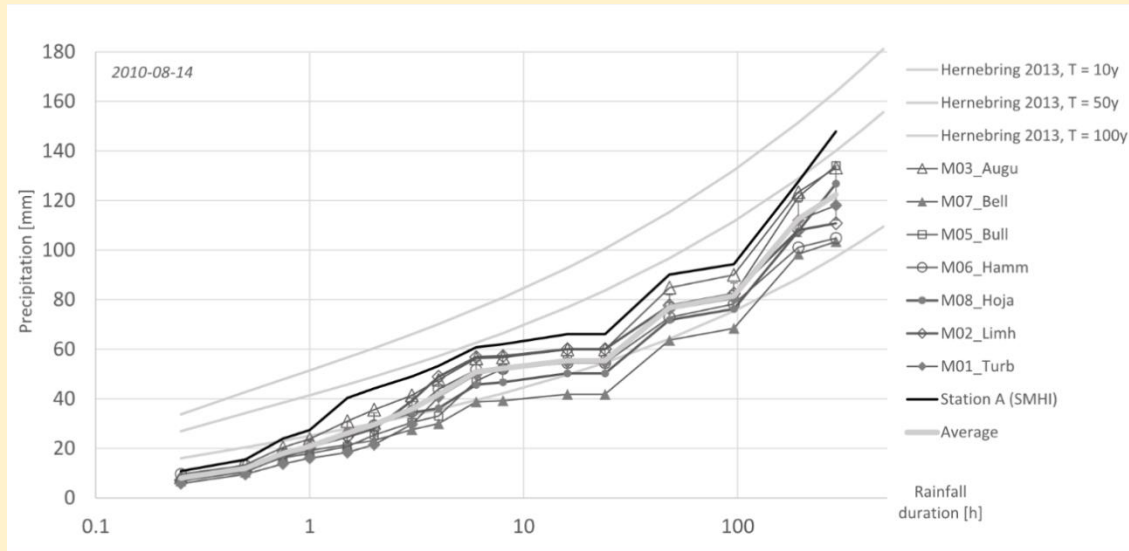
I Figur 12 åskådliggörs resultatet av en simulering av regnet som föll 14 augusti 2010. Utbredningen av översvämningarna i simuleringen är betydligt mindre än förväntat. Det kan bero på en underskattning av regnet som fallit innan skyfallet eller att avrinningen i området överskattats (Ramböll, 2015). Trots detta ger kartan en indikation om i vilka områden som vattnet tenderar att samlas.



Figur 12. Kartan visar den modellerade översvämningen i Söderkulla baserat på regnet som föll 14 augusti 2010 (Ramböll 2015).

¹⁰ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

I grafen nedan presenteras uppmätta regnmängder från mätstationer runt om i Malmö tillsammans med kurvor för återkomsttid baserat på Hernebring (2015). Baserat på grafen och vetenskapen att det innan skyfallet regnat ovanligt mycket, uppskattas översvämningsscenariot ha en återkomsttid mellan 30 och 50 år.

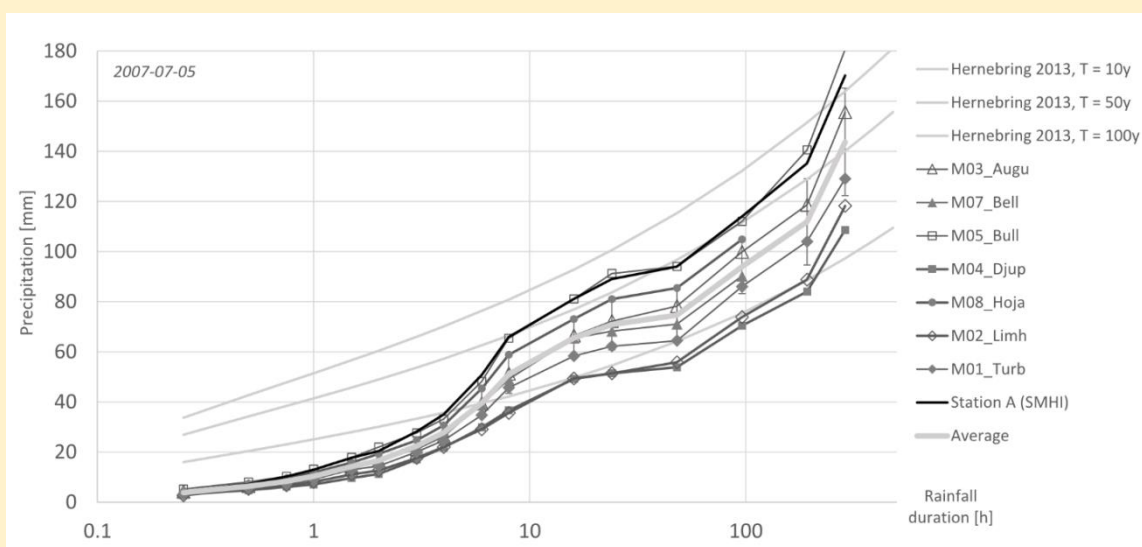


Figur 13. Graf över uppmätta regnmängder från olika mätstationer i Malmö från regnet 14 augusti 2010, medel visas av grå bredare linje, tillsammans med återkomsttider baserade på Hernebring (2015) (Johanna Sörensen, 2016)

Scenario 3: 5 juli 2007

Skyfallet den 5 juli 2005 hade också föregåtts av en ovanligt intensiv regnperiod. Under tre veckor hade det fallit 165 mm och under 24 timmar föll det ytterligare 100 mm, med sin tyngd natten mellan den 5 och 6 juli. De regnmättade markerna gjorde att mängden regn som kunde infiltrera var väldigt liten. Även detta regn gav upphov till stora konsekvenser i Söderkulla (se steg 2).

Baserat på informationen om föreliggande intensiva regnperiod tillsammans med i grafen i Figur 14 skattas återkomsttiden för händelsen till mellan 50 och 100 år.



Figur 14. Graf över uppmätta regnmängder från olika mätstationer i Malmö från regnet 5 juli 2007, medel visas av grå bredare linje, tillsammans med återkomsttider baserade på Hernebring (2015) (Johanna Sörensen, 2016).

Sammanfattning av scenarierna

De olika scenarierna som kommer ligga till grund för skadekostnadsberäkningarna i steg 2, presenteras i Tabell 4 tillsammans med slutsatser kring återkomsttid som ligger till grund för beräkningen av riskkostnad i steg 3.

Tabell 4. Här presenteras de olika scenarierna med uppskattade återkomsttider baserade på information presenterad i detta Steg 1. Återkomsttiderna är baserade på Hernebring 2013.

Scenario	Översvämnings-datum	Volym och varaktighet	Uppskattad återkomsttid
1	2014-08-31	120 mm regn på 6 timmar	200-500 år
2	2010-08-14	60 mm regn på 6 timmar	30-50 år
3	2007-07-05	100 mm regn på 24 timmar	50-100 år

Steg 2 Kvantifiering och ekonomisk värdering av översvämningarnas konsekvenser: Skadekostnad

Att koppla översvämning i ett bestämt område till konsekvenser i samhället är komplicerat eftersom orsakssambanden ofta är otydliga och svårsmåta. Till exempel kan översvämningar i ett område ge källaröversvämning i ett annat och en lokalt översvämningssdrabbad verksamhet kan skapa avbrottkostnader för andra verksamheter i försörjningskedjan. De direkta skadorna kan till viss del kvantifieras genom att använda geografiska och geologiska verktyg såsom GIS, men för att ta reda på den verkliga skadekostnaden av en händelse behöver beroenden i samhället utredas (Rosén, 2011). Ytterligare ett problem är att endast en bråkdel av konsekvenserna har ett direkt pris på en marknad, och således behöver de värderas ekonomiskt för att kunna inkluderas i skadekostnad (Se avsnitt 5.1 om ekonomiska värderingsmetoder).

För att kunna få en så fullständig bild av konsekvenserna som möjligt utgår vi i beräkningarna av skadekostnaderna från en identifiering av skadeposter. Där det varit möjligt har skadekostnaderna kvantifierats och beräknats ekonomiskt. Att identifiera skadeposterna i så stor utsträckning som möjligt är viktigt, dels för de beroenden som lägger grunden för konsekvenserna och dels för att få en så korrekt bild av översvämningarnas konsekvenser som möjligt. Detaljerad information om skadeposterna och hur de kan och har beräknats finns att finna i Bilaga A.

2.1 Informationsunderlag

Data kring extrema händelser i Sverige har i viss mån dokumenterats under det senaste seklet, vilket gör det möjligt att skatta hypotetiska konsekvenser av skyfall (MSB, 2012). Extremhändelser är dock sällsynta och konsekvenserna mycket platsspecifika, något som begränsar möjligheten att för ex-ante analys. Försäkringsbolag är förmodligen den aktör som har mest kunskap kring de direkta skadekostnaderna från en given händelse, men att få tillgång till denna information är inte alltid lätt (Karlsson & Larsson, 2015). Försäkringsbolag har stränga riktlinjer vad gäller sekretess, vilket begränsar möjligheten att koppla skadekostnader till en specifik skada, bostad eller person. Den tillgängliga informationen är således ofta mycket övergripande, och inkluderar inte självrisk, vilket innebär att det verkliga skadeomfånget inte återges.

Försäkringsbolagen kan i sin tur skicka regresskrav till den ansvariga för vattenförsörjning och avlopp (VA-huvudman) om det föreligger skäl som ger ersättning¹¹. VA-huvudmannen kan således ha register över skadekostnader, men dessa kommer endast presentera en liten andel av de totala skadekostnaderna.

Andra aktörer som har information kring skadekostnader kan vara el-bolag, fastighetsbolag och -ägare, samt räddningstjänst, vilket kan kompletteras med statistik från nationella och internationella studier kring konsekvensernas sannolikheter och ekonomiska storlek. Att använda

¹¹ Intervju med Ulrika Granander Granat, skadeförmedlare, Länsförsäkringar Skåne, 6 april 2016

information från andra studier, så kallad värdeöverföring, innebär alltid osäkerheter som måste tas hänsyn till, men det ger en indikation om värdet.

Söderkulla - Informationsunderlag

Följande del är en ansats till kvantitativ och monetär värdering av konsekvenser i Söderkulla till följd av översvämning. Beräkningarna och metodiken bakom dem beskrivs utförligt i Bilaga A. I detta examensarbete utförs på de punkter det finns tillgänglig information en ex-post analys av faktiska skadekostnader till följd av översvämningarna 2014, 2010, 2007. På de punkterna där man inte har hittat specifik information från Söderkulla utförs en ex-ante analys genom att använda statistik från övriga Sverige och applicera det på området. Beräkningen av skadekostnaderna kommer således vara en hypotetisk skattning av det verkliga värdet, men ger ändå en inblick i vad översvämningarna har kostat samhället och kan komma att kosta samhället om inga åtgärder införs.

Den totala skadekostnaden som tas fram i steg 2 multipliceras med sannolikheten för de olika scenariona som beskrevs i steg 1 ovan. Denna beräkning utförs då riskkostnaden beräknas i steg 3.

I syfte att få information kring skadekostnader i Söderkulla har följande aktörer blivit kontaktade, vilket resulterat i kvantitativ och monetär information:

- VA SYD*
- Gatukontoret*
- Stadsfastigheter
- Räddningstjänsten*
- Länsförsäkringar Skåne*
- If skadeförsäkring*
- Trygg Hansa*
- Folksam*
- HSB - Söderkulla Brf

*Aktörer som bidragit med kvantitativ och/eller monetär information

Steg 2 innefattar framförallt beräkning av skadekostnader för scenario 1, översvämningen 31 augusti 2014, baserade på kvantitativ och monetär information från fyra av de största försäkringsbolagen i Sverige och insamlad data från olika källor (se punktlista ovan).

För scenarierna 2 och 3 finns endast en begränsad mängd information vilket har satt gränser för beräkningarna av skadekostnaderna för dessa översvämningar. Ett antal antaganden som bland annat baserats på invånarantal och area har använts som sedan har viktas med osäkerhetsparametrar i @Risk. För information om hur specifika kostnader har tagits fram hänvisas läsaren till ursprungskällan. Hänsyn till penningvärde och valutaomräkning har tagits i den mån det anses lämpligt.

2.2 Skadeindelning

I syfte att skapa systematik, kan man dela in konsekvenser i indirekta och direkta, där exempel på de sistnämnda kan vara skador på byggnader eller infrastruktur, medan indirekta skador kan vara produktionsförluster eller trafikstörningar (MSB, 2010). Vidare kan man dela in i ytterligare två grupper: marknadsförda kostnader och icke marknadsförda kostnader, där marknadsförda kostnader avser de skador som har ett pris på marknaden, medan icke-marknadsförda varor behöver skattas med alternativa metoder (se avsnitt 5.1) (MSB, 2010).

Tabell 5. Direkta och indirekta skador – baserade på MSB (2010)

	Marknadsförda varor	Icke-marknadsförda varor
Direkta	Fysik skada på: <ul style="list-style-type: none">● Byggnader● Inventarier● Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none">● Förlust av liv● Hälsoeffekter● Ekologiska förluster
Indirekta	<ul style="list-style-type: none">● Produktionsförluster● Utryckningskostnader● Trafikstörningar	<ul style="list-style-type: none">● Ökad sårbarhet● Obekvämlighet

I detta examensarbete har ett antal underrubriker tagits fram baserade på MSBs rapport *Vägledning för utredning av översvämningar* (2015) i kombination med en skadeidentifiering utförd av Rosén (2011). Syftet är att på ett systematiskt sätt beskriva och kvantifiera omfattningen av skadekostnaderna.

Skadekostnadsberäkningen är indelad i följande underrubriker (för beräkningar se Bilaga A) :

- Konsekvenser på människors hälsa
 - Dödsfall och andra fysiska skador
 - Obehag och psykiska skador
- Konsekvenser på samhällsviktig verksamhet
 - Energiförsörjning
 - Hälso- och sjukvård samt omsorg
 - Kommunalteknisk försörjning
 - Transporter
 - Skydd och säkerhet
- Konsekvenser på ekonomisk verksamhet
 - Fysisk skada på privata fastigheter och lösöre
 - Fysisk skada på fordon
 - Fysisk skada på industri och kommersiell verksamhet
 - Fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur
 - Inkomstförlust för privatpersoner
 - Produktionsförlust för industri och kommersiell verksamhet
- Konsekvenser på miljö
 - Yt- och grundvattenförekomster
 - Natura-2000 områden
 - Miljöskada från utsläppskällor
- Konsekvenser på kulturarvet
 - Objekt som skyddas enligt kulturmiljölagen, byggnadsminnen, kyrkliga kulturminnen och statliga byggnadsminnen
 - Världsarv utsedda enligt Världsarvskonventionen
 - Kulturresevat enligt Miljöbalken
 - Riksintressen för kulturmiljö enligt Miljöbalken
 - Kulturhistoriska samlingar i av arkiv, museer, bibliotek

Eftersom för få värden från de ovanstående punkterna gick att fastställa för översvämningarna 2010 och 2007 (scenario 2 och 3), skattades skadekostnaderna för dessa genom att räkna om de redovisade kostnader i media för dessa scenarier, med samma faktor som skiljde den beräknade skadekostnaden för översvämningen 2014 med den redovisade kostnaden i media för densamma (scenario 1). För mer noggrann beskrivning av beräkningarna se kapitel 2.8.2 Korrigering av skadekostnaderna. För scenario 1 beräknades skadekostnaderna som presenteras i tabellen nedan, se respektive rubrik i Bilaga A för antaganden och beräkningssätt.

Tabell 6. Visar konsekvenser till följd av översvämning och beräknad skadekostnad för de poster som varit möjliga att skatta inom ramen för examensarbetet.

Kostnadsposter	Kostnad 2014, Söderkulla
Konsekvenser på människors hälsa	
Dödsfall och andra fysiska skador	5 718 270 kr.
Obehag och psykiska skador	-
Konsekvenser på samhällsviktig verksamhet	
Energiförsörjning	30 695 kr
Hälso- och sjukvård samt omsorg	-
Kommunal teknisk försörjning	-
Transporter	-
Skydd och säkerhet	-
Konsekvenser på ekonomisk verksamhet	
Fysisk skada på privata fastigheter, lösöre och fordon	19 261 909 kr
Fysisk skada på industri och kommersiell verksamhet	9 635 000 kr
Fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur	2 547 627 kr
Inkomstförlust för privatpersoner	502 250 kr till 1 352 500 kr
Produktionsförlust för industri och kommersiell verksamhet	421 000 kr till 1 420 000 kr
Konsekvenser på miljö	
Yt- och grundvattenförekomster	-
Natura 2000 områden	-
Miljöskada från utsläppskällor	-
Konsekvenser på kulturarvet	
Objekt som skyddas enligt kulturmiljölagen, byggnadsminne och kyrkliga kulturminnen	-
Världsarv utsedd av Världsarvskonventionen	-
Kultur reservat enligt Miljöbalken	-
Riksintressen för kulturmiljö enligt Miljöbalken	-

2.3 Total skadekostnad

Totala skadekostnader för Malmö, för var och en av de tre översvämningarna, har redovisats i media. Ofta refereras till källor som försäkringsbolag eller VA SYD, men vad kostnaderna faktiskt innefattar är oklart. Att skatta skadekostnaderna i ett givet område från sådan information bidrar till stora osäkerheter, men för scenario 2 och 3 har detta ändå gjorts då specifik data kring skadekostnadsposterna inte varit tillgänglig.

De totala skadekostnaderna för Malmö kan nyttjas för att skatta skadekostnaden i ett specifikt område om man antar att skadekostnaderna är jämnt fördelade över staden, till exempel baserat på invånarantal eller area. I samband med översvämning kan invånarantal vara ett bättre mått, eftersom andelen egendom ökar med befolkningstätheten, även om det i fallet Söderkulla sannolikt leder till en underskattning då det var ett av de värst drabbade områdena i Malmö¹². Använder man istället area skulle det kunna leda till en underskattning av skadorna i ett tätbefolkat område och en överskattning av skadorna i ett glesbefolkat område med få konsekvenser för människor.

¹² Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

Söderkulla - Total skadekostnad

Under denna punkt presenteras först resultatet från de beräknade skadekostnaderna, baserade på information i Bilaga A. Vidare följer skattningar av skadekostnaderna för scenario 2 och 3 vilket beskrivs närmare under rubriken ”Korrigerad skadekostnad”.

2.3.1 Beräknad skadekostnad

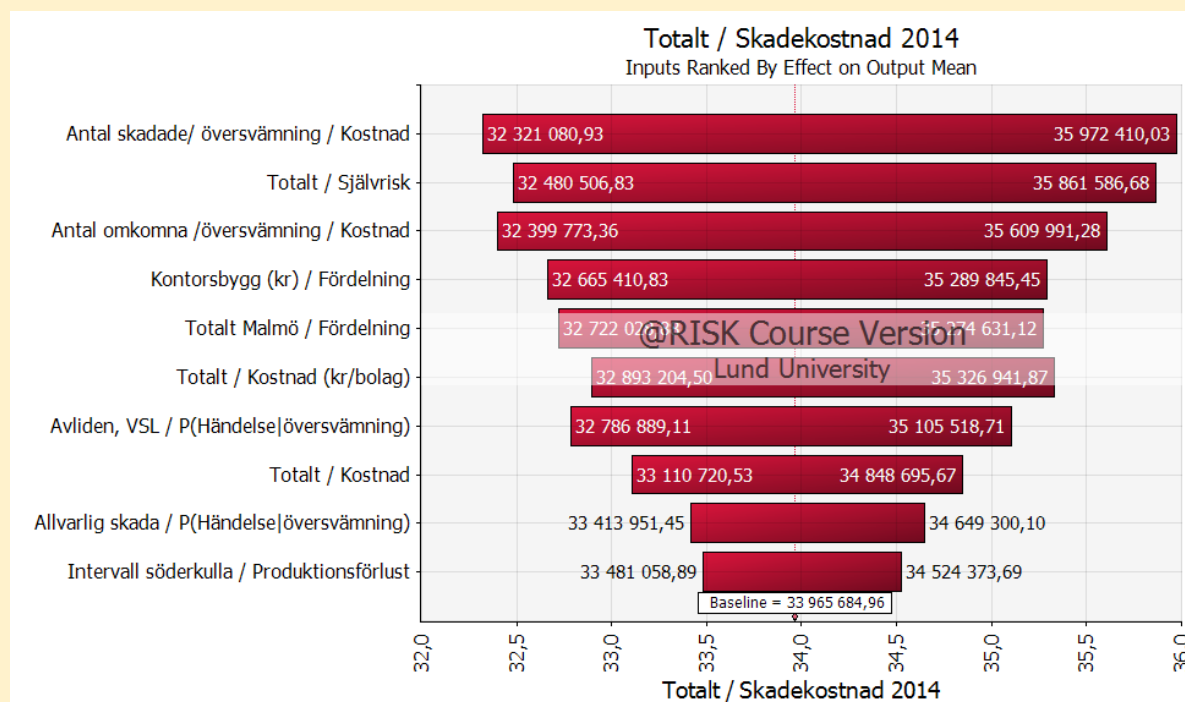
Sammanställda skadekostnader från beräkningarna gjorda i steg 2 presenteras i Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Tabellen presenterar sammanställda skadekostnader från beräkningarna i steg 2.

Scenario 1- 3	Kostnad (90 % intervall)
31 augusti 2014	29 851 600 kr – 38 160 900 kr
14 augusti 2010	348 500 kr – 399 300 kr
7 juli 2007	191 700 kr – 309 200 kr

Scenario 1: 31 augusti 2014

Som nämnts inledningsvis finns mycket information tillgänglig från översvämningen 31 augusti 2014. Utifrån denna information beräknades skadekostnaden för Söderkulla till 29 851 600 kr – 38 160 900 kr med ett 90 % konfidensintervall. Nedan presenteras ett tornadodiagram som åskådliggör de parametrar som utgör störst osäkerhet i beräkningen av skadekostnaden.



Figur 15. Figuren visar ett tornadodiagram över osäkerheterna i beräkningarna av skadekostnaderna.

Kommentar: Trots att namngivningen på vissa punkter är något tvetydig, kan man se att både det skattade antalet skadade personer och omkomna per översvämning, under posten ”Människors hälsa”, har stor påverkan på den totala skadekostnaden. Även intervallet på självrisken som användes i beräkningen av ”Fysisk skada på privat fastighet” har stor inverkan på resultatet. Detta är således poster som borde studeras närmare för att minska dess osäkerheter.

Scenario 2 och 3, 14 aug 2010 & 5 juli 2007

Då ”Fysisk skada på privat fastighet” är den enda information angående skadekostnader från dessa två händelser som har gått att fast ställa, kommer dessa beräknas genom ett alternativt sätt nedan.

2.3.2 Korrigerad skadekostnad

För scenario 1 har mycket information hittats jämfört med de övriga två händelserna. Den beräknade skadekostnaden för översvämningen i Söderkulla augusti 2014 kan användas för att korrigera skadekostnaderna för de två andra händelserna med hjälp av information kring totala skadekostnader publicerade i media för hela Malmö och Skåne.

För skyfallet 2014 har skadekostnaderna för hela Malmö uppskattats till 300 miljoner kronor men som nämnts tidigare är sällan alla direkta och indirekta kostnader inkluderade (Ludzia, Larsson, & Aguayo, 2014). Hur stor skadekostnad detta motsvarar för området Söderkulla beräknas via antagandet att skadekostnaderna var jämnt fördelade över stadens invånare, se Tabell 8 nedan. De skadekostnaderna som i detta examensarbete beräknats för Söderkulla, presenterats även de i tabellen och antas vara mer korrekta då en systematisk och platspecifik beräkning av skadeposter har utförts (se Bilaga A).

Jämförelse av de beräknade skadekostnaderna för 2014 framtagna i detta examensarbete, med skadekostnaderna redovisade i media och offentlig förvaltning för samma händelse, ger en faktor på skillnaden som kan användas för korrigeringsfaktor för de två översvämningarna med mindre tillgänglig information, se Tabell 9.

Med tanke på att Söderkulla drabbats förhållande vis hårt vid alla tre översvämningarna, kan denna skillnad antas vara ett mått på hur mycket större skadekostnad Söderkulla har haft per invånare än Malmö generellt. Den beräknade skadekostnaden är dessutom baserade på ett mer detaljerat informationsunderlag.

Tabell 8. Tabellen visar hur korrigeringsfaktor tas fram baserad på skadekostnader, redovisade i Tidskriften Vatten (2015) och beräknad i examensarbetet.

2014	Skadekostnad beräknad i examensarbetet	Skadekostnader redovisad i media	Korrigeringsfaktor
Malmö	-	300 000 000	-
Söderkulla	29 851 600 – 38 160 900	4 776 800	7,11

Med antagandet att skadekostnaderna redovisade i media för alla scenarierna är framtagna med samma informationsunderlag, kan den förmodade underskattningen av skadekostnaderna i Söderkulla för scenario 2 och 3 korrigeras.

Scenario 2, 14 augusti 2010

En sammanställning gjord av TV4 baserad på information från de största försäkringsbolagen visade att skadekostnaderna till följd av översvämningarna uppgick till ungefär 60 miljoner kronor för hela Skåne (Dagens Nyheter, 2010). Att Söderkulla blev särskilt hårt drabbat även vid

denna översvämning¹³, kan innebära att kostnaden för Söderkulla är underskatta rejält. Justerar man den redovisade siffran med den korrigeringsfaktorn framtaget i Tabell 8 fås en skadekostnad på 1 676 119 kr.

Scenario 3, 5 juli 2007

Översvämningen i södra Sverige har redovisats att uppgå till 100 miljoner kronor (MSB, 2013b). Antar man att södra Sverige syftar till Skåne, och att skadekostnaderna är jämnt fördelade över invånarna i Skåne kan en skadekostnad för Söderkulla skattas. Justeras denna skattade siffra med korrigeringsfaktorn framtaget i Tabell 8 fås en skadekostnad på 2 793 532 kr.

Tabell 9. I tabellen nedan presenteras de totala skadekostnaderna från scenario 1 till 3, där scenario 2 och 3 är skattade med en korrigeringsfaktor.

Scenario	Skadekostnad
1. 31 augusti 2014	29 851 600 – 38 160 900 kr
2. 14 augusti 2010	1 476 330 kr – 1 883 707 kr *
3. 5 juli 2007	2 458 758 kr – 3 138 541 kr *

*enligt en korrigeringsfaktor 7,11

Kommentar: När man studerar skadekostnaderna presenterade i Tabell 9 ovan, ser man att kostnaderna för scenario 3 överstiger de för scenario 2. Scenario 2 är en översvämning från en regnhändelse med skattad återkomsttid på 100 år och scenario 3 för en med skattad återkomsttid på 40-50 år och således en teoretiskt mindre översvämning. Det kan bero på att det förutom parametrarna intensitet och varaktighet av regnen, som ingår i begreppet återkomsttid, även finns ytterligare parametrar som påverkar konsekvenserna och komplicerar kopplingen mellan återkomsttid och faktiskt sannolikhet för händelsen.

¹³ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

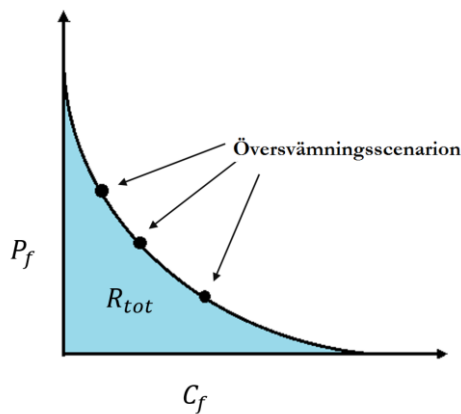
Steg 3 Beräkning av riskkostnad baserat på återkomsttid och skadekostnad

Riskkostnaden tas fram genom att väga samman skadekostnaderna för respektive översvämningshändelse (steg 2), med de korresponderade sannolikheterna för att dessa sker. Riskkostnaden kan ses som den förväntade kostnad som uppkommer om inga åtgärder görs i området och är således kostanden för nollalternativet. I steg 7 då lönsamheten av åtgärderna beräknas för samhället, kommer riskkostnaden in under nyttoposten översvämningsskydd då detta är kostnaden man undviker om de föreslagna åtgärderna (steg 4) införs.

Den förväntade konsekvensen av en översvämning beror bland annat på vattnets utbredning, var regnet faller och hur länge vattnet står, som i sin tur är kopplat till intensitet och varaktighet av regnet (Rosén et al, 2011). Sannolikheten att de olika regnhändelserna sker, refereras ofta till som återkomsttid, se steg 0. Genom att väga konsekvensen av översvämning i form av skadekostnader, med sannolikheten för att en viss regnhändelse inträffar (återkomsttid), kan risken ur ett ekonomiskt perspektiv, beräknas (Rosén et al 2011).

$$R = P_f * C_f$$

P_f är sannolikheten för regnhändelse f och C_f är de konsekvenserna av denna regnhändelse, skadekostnaderna. Olika konsekvenser uppstår med olika stor sannolikhet och för att hitta den totala riskkostnaden för ett område, krävs en summering av de möjliga utfallens riskkostnader (Rosén et al, 2011).

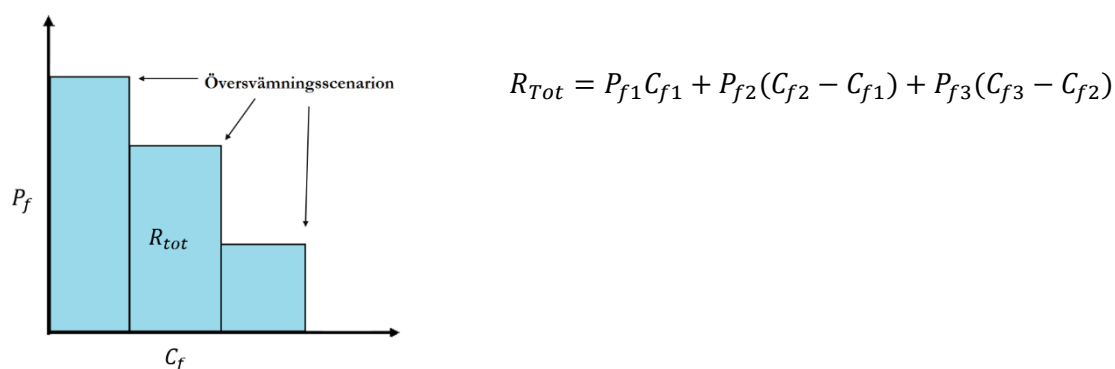


$$R_{Tot} = P_{f1}C_{f1} + \sum_{i=2}^n P_{fi}(C_{f1} - C_{f(i-1)})$$

För översvämningsscenarier $i = 1$

Figur 16. Den totala riskkostnaden motsvarar ytan under grafen. Källa: Rosén et al, 2011

Det finns oändligt många regnscenarion, och för att skatta den totala riskkostnaden borde man idealt ha funnit skadekostnaderna och sannolikheterna för dem alla för att få grafen i Figur 16. I stället utgår vi här från tre utvalda scenarion och utifrån dessa skattas den totala riskkostnaden (Rosén et al, 2011). Figur 17 visar schematiskt hur riskkostnaden för tre olika översvämningsscenarion illustrerar den totala riskkostnaden. Enligt Rosén et al. (2011) ger detta förenklade sätt att ta fram den totala riskkostnaden en underskattning av det verkliga värdet. För tre scenarier fås den totala risken genom beräkningen som presenteras nedan.



Figur 17. Figuren visar riskkostnaden baserat på tre scenarion. Bild inspirerad av Rosén et al, 2011

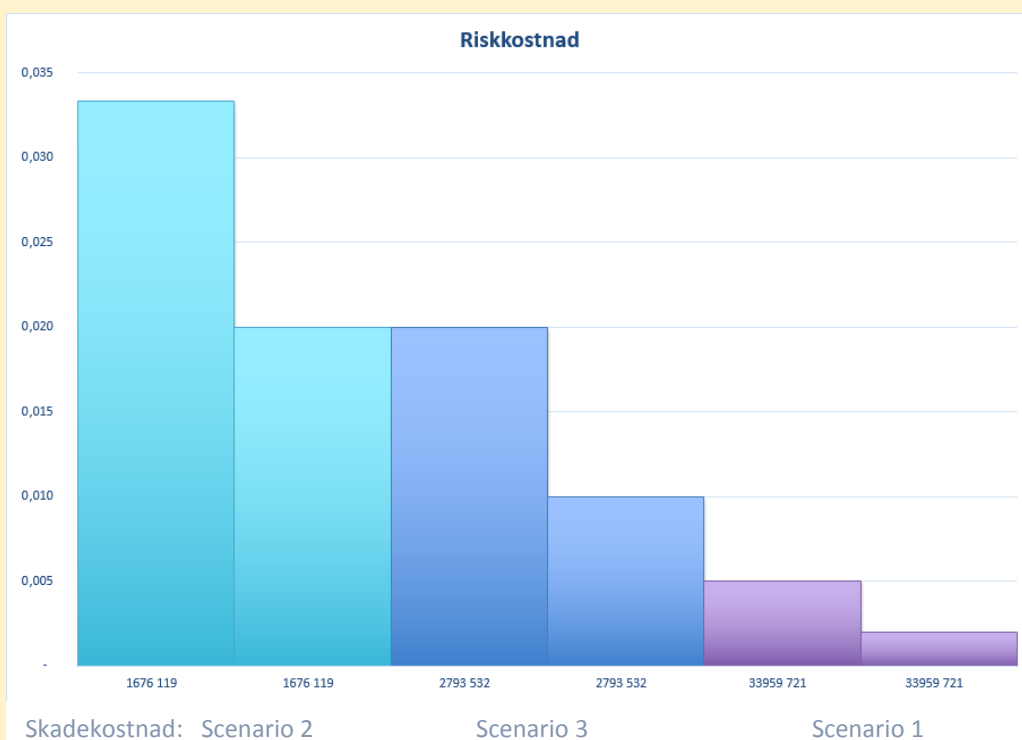
Söderkulla – Riskkostnad

Den totala riskkostnaden beräknas med hjälp av ekvationen. Denna representerar en skattning av alla möjliga skadekostnader som följd av olika översvämningsscenarion i Söderkulla och baseras på skadekostnader och sannolikheter för de tre scenariona i Tabell 10 nedan.

$$R_{Tot} = P_{f1}C_{f1} + P_{f2}(C_{f2} - C_{f1}) + P_{f3}(C_{f3} - C_{f2})$$

Tabell 10. Tabellen visar skadekostnader, skattade återkomsttider och sannolikheter för respektive scenario.

Scenari 1 - 3	<i>i</i>	Kostnad (90 % intervall) C_{fi}	Återkomsttid	Sannolikhet P_{fi}
2: 14/8/10	1	1 476 330 kr – 1 883 707 kr	30 – 50 år	0,033 – 0,020
3: 5/7/07	2	2 458 758 kr – 3 138 541 kr	50 – 100 år	0,02 – 0,01
1: 31/8/14	3	29 851 600 kr – 38 160 900 kr	200 – 500 år	0,005 – 0,002



Figur 18. Grafen visar de skattade riskkostnaderna baserade på respektive scenarios skadekostnad (x-axeln) kopplad till två olika återkomsttider därmed sannolikheter (y-axeln).

Den totala riskkostnaden beräknas till 170 539 kr per år, resultatet diskonteras över en hundra års period vilket är den tekniska livslängden för projektet, och presenteras i Tabell 11.

Tabell 11. Tabellen visar riskkostnaden diskonterat över 100 år med två olika diskonteringsräntor

Diskonteringsränta	5 - percentil	Förväntat värde	95 – percentil
1,4 % (Stern)	6 724 855	9 318 722	12 110 775
3,5 % (ASEK)	3 526 616	4 886 878	6 351 072

Kommentar: Riskkostnaden motsvarar skadekostnaden av alla olika översvämningshändelser, viktad med vilken sannolikhet som varje scenario kommer att inträffa. Utifrån resultatet ovan kan förväntas översvämningar i Söderkulla kosta mellan 3 526 616 kr och 12 110 775 kr, beroende av vilken diskonteringsränta och osäkerheter i underlaget av beräkningarna. För mer ingående beskrivning av teorin som ligger till grund för diskontering och nuvärdesberäkning se avsnitt 7.1 Nuvärdesberäkning, men kort sagt ger högre diskonteringsränta att framtida risker värderas lägre.

Steg 4 Åtgärdsalternativ identifieras

Målet med åtgärderna i Söderkulla är dels att minska sannolikheten för översvämning och dels begränsa konsekvenserna när stora regn och skyfall inträffar, alltså både skadeförebyggande och skadereducerande. Enligt Malmös skyfallsplan är målsättningen att Malmö ska "klara av" regn med återkomsttid på 100 år. Sannolikheten för att regn med en viss återkomsttid faller är det svårt att påverka, men att reducera risken för dess konsekvenser är däremot möjligt.

Under arbetets gång har flera alternativ till åtgärder diskuterats. Hållbar dagvattenhantering är det alternativ som förespråkas i *Plan för Malmös vatten* och Malmös miljömål och anses mest relevant, utöver översvämningsskydd bidrar det via sin mångfunktionalitet till ekologisk - och social hållbarhet. För att kunna göra en så detaljerad analys av åtgärdsförslaget som möjligt valdes endast alternativet införande av hållbar dagvattenhantering jämfört med nollalternativet.

4.1 Förkastade alternativ

Bland de förkastade alternativen finns bland annat alternativet att vid stora regn leda vattnet ut på Trelleborgsvägen. Eftersom Trelleborgsvägen i nuläget löper stor risk att översvämmas vid skyfall, har ett förslag som presenteras i rapporten från Ramböll (2015) varit att sänka vägen ytterligare för att samla ännu mer vatten här. Uppskattningsvis kan detta hantera en dagvattenvolym på flera tusen kubikmeter. Men att leda ut allt vatten på Trelleborgsvägen anses inte vara ett hållbart alternativ då det skulle ge negativa konsekvenser längre ner i staden. Det skulle dessutom kräva stora insatser i form av tätning av brunnslöck vilket behövs för att förhindra att vattnet läcker in i dagvattensystemet den vägen samt införande av fysiska barriärer på vägen när den översvämmas.

I de inledande skedet av arbetet har även den jättetunnel som diskuterats i Malmö förslagits som lösning på översvämningssproblematiken i Söderkulla, men då detta förslag främst kopplar till reningsverkets funktion, valdes alternativet bort¹⁴.

Ett mer traditionellt sätt att hantera översvämningssproblematik är att anlägga stängda fördröjningsmagasin eller att vidga rören i ledningsnätet. Dessa alternativ har i samband med VA SYD och Gatukontoret vid Malmö stad identifierats som orealistisk med tanke på längden rör och kostnaderna detta skulle kräva¹⁴.

Ytterligare ett alternativ som vore intressant att undersöka, är om kommunen köper ut fastigheter med sårbar lokalisering och som frekvent har blivit översvämmade. På grund av politiska ställningstaganden i Malmö är detta alternativ dock inte aktuellt att genomföra och har heller inte undersökts vidare då examensarbetet behövde avgränsas. Detta alternativ genomfördes i Århus i Danmark, där kommunen köpte ut fastighetsägare och i stället anlade en park som kunde översvämmas. På så sätt reducerades risken för skada på fastigheter i området (Zhou, Panduro, Thorsen, & Arnbjerg-Nielsen, 2012).

¹⁴ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

4.2 Huvudalternativet: Hållbar dagvattenhantering

Huvudalternativet; införande av hållbart dagvattenhanteringssystem, kommer medföra stora investerings- och underhållskostnader, men även generera nytta successivt genom hela dess tekniska livslängd till följd av de ekosystemtjänster som systemet tillhandahåller. Hållbar dagvattenhantering är även ett mer flexibelt alternativ, då det är betydligt enklare att fördjupa och förändra ovan mark än under¹⁵. Ekosystemtjänsterna beskrivs i Steg 6 *Åtgärdernas nytta beräknas*, till exempel visar Tabell 16 på sidan 62 vilka ekosystemtjänster de olika lösningarna ger upphov till. Författarna vill dock passa på att poängtera att på grund av att både dimensionering och kostnadsberäkningar av hållbara dagvattensystem, liksom ekonomisk värdering av ekosystemtjänster, är relativt nya områden med begränsat informationsunderlag och praktiska exempel att tillgå, har fokus legat på att ta fram ett så gott kvantitativt och monetärt underlag som möjligt för utförandet av kostnads-nyttoanalysen. För mer ingående kvalitativa beskrivningar av de olika åtgärderna och deras nytta finns mycket annan litteratur att tillgå.

4.2.1 Volym att hantera Söderkulla

För att kunna dimensionera ett öppet dagvattenhanteringssystem utgår man ifrån de vattenvolymer som behöver tas om hand i området. Optimalt skulle volymen för en 100-årshändelse behövas skattas, men med tanke på att ett 100-årsregn både kan vara ett väldigt intensivt men relativt kort regn och ett längre regn men med lägre intensitet, försvåras beräkningarna av denna volym.

I Malmö har ett 100-årsregn med blockregnsvaraktighet på 10 minuter beräknats leda till en regnintensitet 442,3 l/s*ha och för en varaktighet på 120 minuter är motsvarande regnintensitet 79,3 l/s*ha (Svenskt Vatten, 2016). För att uppskatta vilka volymer dessa varierande intensiteter kan generera krävs avancerad modellering, då hänsyn behövs tas till ledningsnätets kapacitet och markens geologi vilket påverkar avrinningshastigheter. Att använda blockregn som underlag för volymsberäkningar kan ge upphov till osäkerhet då denna metod förenklar ett regn som i verkligheten fluktuerar mycket. Alternativet till detta är att använda ett beräknat CDS-regn som grund för modelleringarna då det ger en mer realistiska intensitet på skyfall¹⁶. I samband med det pågående arbetet med att fastställa vilken volym som behövs omhändertas på Söderkullas 59 hektar, har en första volym på 16 000 kubikmeter uppskattats^{16,17}. Då det ligger utanför ramarna för detta exjobb att beräkna volymen närmare används 16 000 m³ som utgångspunkt för dimensioneringen av det hållbara dagvattensystemet.

Gatukontoret vid Malmö Stad har tillsammans med Ramböll (2015) tagit fram ett antal översvämningsåtgärder i Söderkulla, vilka främst behandlar öppna magasineringsytor. Utöver dessa åtgärder, föreslås i denna rapport ytterligare lösningar för att hantera hela volymen på 16 000 m³. Åtgärderna är främst baserade på volymen som behöver hanteras och menade att utgöra en grund för beräkningen av åtgärdskostnaderna. De har placerats strategiskt baserat på var

¹⁵ Johanna Sörensen, Doktorand, Lunds Tekniska Högskola – Avd. Teknisk Vattenresurslära, 2016-02-09

¹⁶ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

¹⁷ Intervju med Caroline Larsson, projektledare, och Fabian Christensson, projektledare, Gatukontoret Malmö stad, 29 mars 2016.

vattnet enligt de hydrologiska karteringarna (steg 1) samlas, samt där de utifrån praktiska anledningar passar.

4.2.2 Åtgärdsförslag

Valet av lösningar i det hållbara dagvattenhanteringssystemet är baserat på i vilken grad de bidrar med andra ekosystemtjänster än översvämningsskydd, dess underhållskostnader samt kostnadseffektivitet i förhållande till investeringskostnad och hanterad volym, se Tabell 12. I följande stycken beskrivs för den intresserade de olika lösningarna och deras funktion med detaljerade siffror angående effektivitet och kostnad, följt av en karta som visar hur de är tänkta att implementeras i Söderkulla.

I en studie om kompakta dagvattenlösningars kapacitet, visades det att regnbäddar (även kallade rain gardens), permeabla markytor, svackdiken och intensiva tak, är de mest effektiva av de öppna lösningarna (Haeggbloom & Hallerth, 2016). Vad gäller kostnadseffektivitet av dessa, hamnar svackdiken högst upp, vilket stämmer med rekommendationer från Tomas Leidstedt¹⁸, entreprenör för anläggningen av det hållbara dagvattenhanteringssystemet vid pilotprojektet i Augustenborg, Malmö.

Tabell 12. Tabellen visar åtgärdsförslag med respektive, investerings- och underhållskostnad samt effekt och kostnadseffektivitet.

Åtgärdsförslag	Kostnad	Underhålls- kostnad per år	Effekt	Kostnads- effektivitet
Extensiva grönatak ¹	300 - 700 kr/m ²	10 - 15 kr/m ²	0,02 m ³ /m ²	60 000 kr/m ³
Intensiva grönatak ²	500 - 1000 kr/m ²	50 - 100 kr/m ²	0,14 m ³ /m ²	120 000 kr/m ³
Svackdike ³	500 - 900 kr/m ²	10 kr/m ²	0,24 m ³ /m ²	2900 kr/m ³
Regnbädd ⁴	1400 - 8500 kr/m ²	15 - 35 kr/m ²	0,29 m ³ /m ²	8300 kr/m ³
Öppet fördröjningsmagasin ⁵	200 - 2100 kr/m ³	-	-	780 kr/m ³
Torr damm ⁶	500 - 750 kr/m ³	20 kr/m ³	-	-
Träd ⁷	20000 – 25000 kr/st.	-	-	-
Gröna bullerskydd ⁸	1000 - 1400 kr/m	25 % av investeringskostnad	-	-

¹ Ekologgruppen, 2016; Kristin, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015; C/O city, 2014; Älvstranden Utveckling AB, 2013; Haeggbloom & Hallerth, 2016

² Älvstranden Utveckling AB, 2013; Klimatanpassningsportalen, u.d.

³ Kristin, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015; Älvstranden Utveckling AB, 2013B, 2013; Mark & Miljö AB, 2006

⁴ Ekologgruppen, 2016; Kristin, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015; C/O city, 2014; Älvstranden Utveckling AB, 2013

⁵ Ekologgruppen, 2016; Kristin, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015; (Gustavsson, Hermansson, & Lingborg, 1993),

⁶ Ekologgruppen, 2016; Kristin, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015

⁷ Klimatanpassningsportalen, u.d.

⁸ Nilsson, Bengtsson & Klæboe, 2014

¹⁸ Tomas Leidstedt, Entreprenör Augustenborg, Mark & Miljö AB, 2016-04-06

Gröna tak

Gröna tak är ett samlingsbegrepp för olika vegetationstäckan på tak som kan fördröja mindre regnmängder (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Gröna tak bidrar med flera nyttor förutom fördröjningskapaciteten, de ger ett ökat rekreativvärde, renar luft och motverkar värmeböljor i staden genom att absorbera solljus som annars blivit värmeenergi (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Gröna tak har även en isolerande effekt som fungerar både som skydd mot värme på sommaren och håller värmen inne i huset på vintern (Eco-roofs, 2016).

Gröna tak kommer i många versioner från de enklare modellerna, även kallad extensiva tak med fåtal växter och mossor, till semi-intensiva och den mer intensiva med tjockare lager av jord och större växtbäddar (Scandinavian Green Roof Institute , 2016). Den sistnämnda kan fördröja avsevärt mer dagvatten än de första, men ställer även högre krav på byggnadskonstruktionen (Scandinavian Green Roof Institute , 2016). Hur effektivt gröna tak fungerar som dagvattenfördröjning beror på typen man väljer samt takets lutning, men studier har visat att den årliga avrinningen från taken kan reduceras med allt från 40 till 90 % (Scandinavian Green Roof Institute , 2016). En nyligen utförd studie gjord på Lunds tekniska högskola visade på en fördröjningskoefficient på $0,02 \text{ m}^3/\text{m}^2$ för extensiva tak och $0,14 \text{ m}^3/\text{m}^2$ för intensiva gröna tak (Haeggbloom & Hallerth, 2016).

Investeringskostnader som har redovisats av olika källor varierar mellan 300 till 1000 kr/m², beroende typ. Älvstranden Utveckling AB (2013) visade till en investeringskostnad på ca 550 kr/m² för de enklare sedumtaken upptill 1000 kr/ m² för de mer intensiva, där kostnader inkluderade rotskyddsfolie, men ej potentiella kostnader som förstärkningar av bjälk-konstruktioner. Gröna tak kan även odlas på plats till ett reducerat pris (320 kr/ m²för extensiva och 500 kr/ m² för intensiva), men behöver då en till två växtsäsonger att fungera optimalt (Älvstranden Utveckling AB, 2013). Vad gäller skötselkostnaderna, har det redovisats siffror på 10-15 kr/ m² för sedumtak och ca 50 - 100 kr/ m² för mer intensiva gröna tak (Älvstranden Utveckling AB, 2013)

Regnbäddar/ Rain Gardens

Regnbäddar är nersänkta kanstenslösningar som ofta går att hitta i vägkorsningar, rondeller och annan offentlig mark (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Regnbäddar placeras så att avrinning från gatorna hamnar i fördjupningen, där dagvattnet fördröjs och renas då det infiltrerar genom täcket av växter och samlas i ett magasin fyllt med grus eller makadam (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Regnbäddar utan makadambädd kan ha en fördröjningskapacitet på $0,44 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Haeggbloom & Hallerth, 2016).

Vad gäller investeringskostnaderna för denna lösning varierar de redovisade siffrorna ganska mycket beroende på val av utformning. För en anläggning av Rain Gardens i form av en ”kanal” med fasta kanter varierar redovisade priser mellan 1400 kr/m² (Magnussen, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015) och 8500 kr/m² (Ekologgruppen, 2016). Eftersom anläggningskostnaden är per kvadratmeter anses det vara mer lönsamt att bygga större lösningar då de fasta kostnaderna för schaktning och grundläggning är relativt stora (Älvstranden Utveckling AB, 2013). Skötelnivån för regnbäddar anses vara måttlig (Älvstranden Utveckling AB, 2013), där årliga underhållskostnader på ungefär 15 kr/m² har föreslagits (Magnussen, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015)

Växtbädd

En växtbädd har samma funktion som en regnbädd, men är i mindre skala. Fördröjningseffekten och magasineringskapaciteten har beräknats vara ungefär $0,29 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Haegglom & Hallerth, 2016). Investeringskostnaden är estimerad till omkring $1650 \text{ kr}/\text{m}^2$ inklusive lättviktsjord (Älvstranden Utveckling AB, 2013). Skötselnivån anses vara låg (Älvstranden Utveckling AB, 2013) med årliga underhållskostnader på ungefär $10 \text{ kr}/\text{m}^2$ (Magnussen, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015).

Gräsklädda svackdiken

Svackdiken är öppna avledningskanaler som utgörs av ett gräs och/eller växtklätt dike som kan transportera och infiltrera dagvatten (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Dikena är relativt grunda, med flacka sluttningar och de kan ha ett underliggande makadammagasin som ökar utjämningskapaciteten, vilket ger lösningen relativt hög magasineringsförmåga (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Kapaciteten av gräsklädda svackdiken har värderats till $0,24 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Haegglom & Hallerth, 2016). Svackdiken kan anläggas både på privat och offentlig mark och är en area- och kostnadseffektiv lösning (Haegglom & Hallerth, 2016). Kostnaden per kvadrat anses vara mellan $500\text{--}550 \text{ kr}/\text{m}^2$ för gräsklädda diken (Mark & Miljö AB, 2016, Älvstranden Utveckling AB, 2013), samt årliga underhållskostnader kring $10 \text{ kr}/\text{m}^2$ (Magnussen, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015).

Översvämningssytor/öppna fördröjningsmagasin och torrdammar

Öppna fördröjningsmagasin eller översvämningssytor är nedsänkta ytor där vattnet samlas och som tillåtas svämmas över vid höga dagvattenflöden (Älvstranden Utveckling AB, 2013). Ytorna kan vara gräsytor i parker eller bollplaner, det först nämnda kan utformas med bottenutlopp med möjlighet för strypning, vilket gör det möjligt att reglera flödet (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Vid stora skyfall fylls ytan med dagvatten och en tillfällig vattenspegel bildas (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014). Magasinet töms långsamt antingen genom utloppet eller genom infiltration. Vilken reningseffekt det öppna fördröjningsmagasinet kan åstadkomma beror på förutsättningarna i marken och utformningen av systemet (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014).

Översvämningssytor av denna sort behöver relativt stort utrymme, men eftersom det går att kombinera magasin och till exempel bollplan eller park, genererar ytan nyttan även när det inte regnar, även kallat multifunktionell eller flerfunktionell yta (Gustavsson, Hermansson, & Lingborg, 1993). Vid bedömning av anläggningskostnaderna för översvämningssytor med gjuten betongkanter och dräneringsrör i botten uppges en anläggningskostnad på 2100 (Lindhjem & Dinéh Sørheim, 2012) - $4000 \text{ kr}/\text{m}^2$ (inkl. schakt, grundläggning motfyllnad) (Lindfors, Bodin-Sköld, & Larm, 2014 ; Magnussen, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015). Vid mindre kostsamma varianter har siffror på $200 - 400 \text{ kr}/\text{m}^2$ (Ekologgruppen, 2016). Skötselkostnader för en nersänkt yta skiljer sig endast från en "vanlig" gräsyta genom att den behöver rensas efter en översvämning. Årligt antas en kostnad på ungefär $20 \text{ kr}/\text{m}^2$ (Magnussen, Wingstedt, Rasmussen, & Reinvang, 2015). Är ytan en bollplan, tillkommer investeringskostnader och skötsel/underhåll/driftskostnader för anläggning av denna. I Växjö anlades ett öppet fördröjningsmagasin i 1993 (Gustavsson, Hermansson, & Lingborg, 1993). Omräknat till dagens

penningvärde blev kostnaden per kubik hanterat dagvatten 780 kr (600 kr/m³ penningår 1993) (Gustavsson, Hermansson, & Lingborg, 1993).

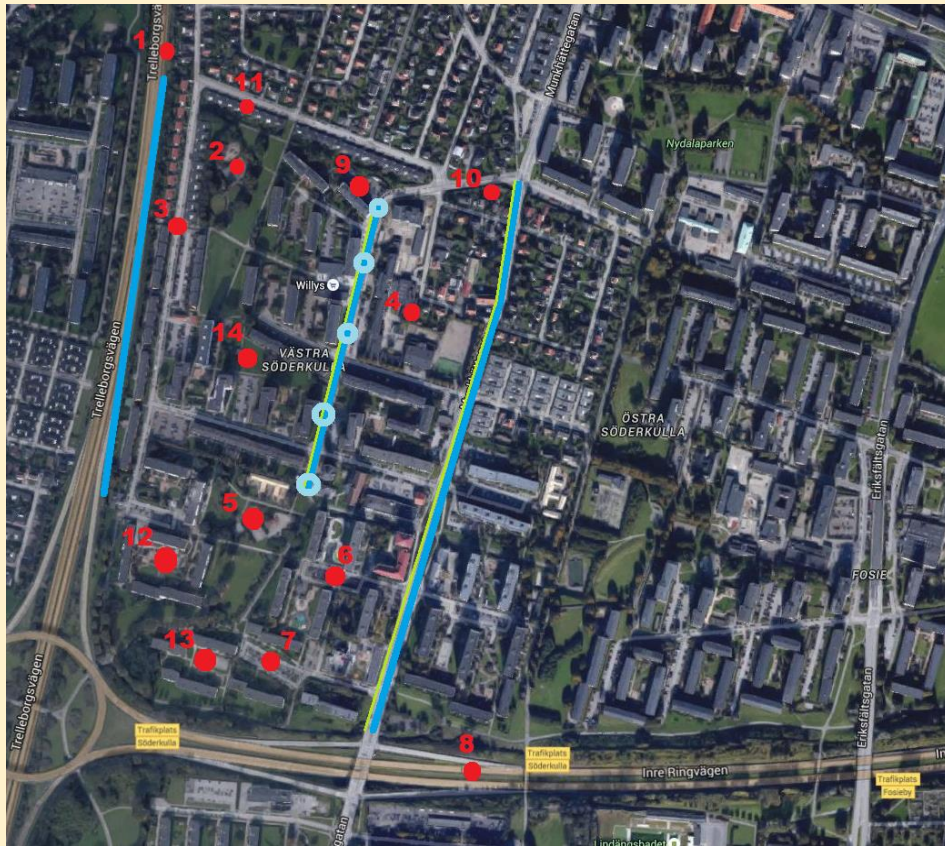
Buskar och träd

Att plantera träd i befintlig miljö är uppskattat att kosta upp till 95 000 kronor per träd. En stor del av denna kostnad innefattar grävning, schaktning, plantlåda och skelettjord (Klimatanpassningsportalen). Då flera av dessa åtgärder kommer nyttjas även för anläggandet av övriga åtgärdsförlag, samt att priser på 20 000 kr/träd har setts i litteraturen antas en fördelning på kostanden mellan dessa värden. Kostnaden av buskar och perenner antas vara inräknat i anläggningskostnaderna för de olika lösningarna.

Bullerreducerande åtgärder

De bullerreducerande åtgärderna kommer anläggas i anknytning till svackdikena. Deras underhållskostnader har uppskattats till 5 % av investeringskostnaderna vilket visat sig ge stort påverkan på kostnaderna i CBA (Nilsson, Bengtsson & Klæboe, 2014)

I Figur 19 nedan presenteras platserna för alla de delar som ingår i lösningsförslaget hållbar dagvattenhantering. Vidare beskrivs förslagen i detalj med avseende på vilka volymer de kan hantera (sammanlagt > 16 000 m³) samt vilka ekosystemtjänster som respektive åtgärd bidrar med.



Figur 19. Bilden visar alla de lösningsförslag som ingår i huvudalternativet hållbar dagvattenhantering. Källa: Google maps

1. **Trelleborgsvägen - Svackdiken**
2. **Söderkullaparken - Öppet fördröjningsmagasin**
3. **Korsningen Söderkullastigen/Gulsparvsgatan - Regnbäddar**
4. **Söderkullaskolan - Öppna fördröjningsmagasin och intensiva gröna tak**
5. **Fosietorpsparken - Öppet fördröjningsmagasin**
6. **Parkeringsytor Ormvråksgatan - Regnbäddar**
7. **Kungsörnsgratan - Regnbäddar**
8. **Ringvägen - Fördröjning från Lindängen**
9. **Söderkullagatan – Svackdiken, regnbäddar och bullerlösning**
10. **Munkhättegratan - Svackdiken och bullerlösning**
11. **Norra Gulsparvvägen & Lövsångaregatan – Extensiva gröna tak**
12. **Innergård Södra Gulsparvsgatan - Öppet fördröjningsmagasin och damm**
13. **Innergård Kungsörnsgratan - Öppet fördröjningsmagasin och torrdamm**
14. **Grönyta Berguvsgatan/ Tornfalksgatan - Öppet fördröjningsmagasin**
15. **Hela Söderkulla – Plantering av buskar och träd**

1. Trelleborgsvägen - Svackdike

Anläggning av större svackdiken föreslås längs med Trelleborgsvägen. Trelleborgsvägen är idag överdimensionerad då den förr var en 90-väg men i nuläget endast är en 40-väg. Genom att utnyttja bredden, som inte längre behövs för körfält, för anläggning av svackdiken kan en dagvattenvolym på ungefär 7500 m³ hanteras.

2. Söderkullaparken - Öppet fördröjningsmagasin

Söderkullaparken är belägen i de lägre och mest drabbade delarna av Söderkulla. Parken och den anslutande bollplanen föreslås att sänkas en meter för att således kunna hantera mer vatten vid skyfall. Denna lösning har skattats att kunna hantera upp till 800 m³ dagvatten (Ramböll, 2016).

3. Korsningen Söderkullastigen/Gulsparrsvägen - Regnbäddar

Denna del av Söderkulla drabbades mycket hårt och således har vattnet en benägenhet att samlas här. Fem regnbäddar om vardera 10 m² föreslås i anslutning till korsningen mellan Söderkullastigen och Gulsparrsvägen¹⁹. Dessa har totalt en förmåga att hantera 25 m³ dagvatten.

4. Söderkullaskolan - Öppna fördröjningsmagasin och intensiva gröna tak

Vid Söderkullaskolan finns en bollplan med intilliggande grusplan vilka genom en sänkning kan fungera som översvämningsytor. Genom att sänka grusplanen 0,75 meter, kan en volym på 1650 m³ skapas. Att sänka fotbollsplanen en meter kan generera en volym på upp till 770 m³¹⁹.

5. Fosietorpsparken - Öppna fördröjningsmagasin

Fosietorpsparken är beläget i södra delen av området. En sänkning på 0,75 meter av grönytan här skulle skapa en översvämningsyta på 1700 m³. I parken finns även en fotbollsplan och en bandyplan som kan sänkas 1 meter vardera vilket skulle utgöra en översvämningsyta på 800 m³.

6. & 7. Ormvårksgatan och Kungsörnsngatan - Regnbäddar

I anslutning till Ormvårksgatan och Kungsörnsngatan har det föreslagits anläggning av ett par större regnbäddar på 350 m² vardera. De skulle tillsammans kunna hantera en volym på ungefär 300 m³. Utrymme till dessa tas från den befintliga parkeringsytan, potential för större utbyggnad finns om gatuparkering används.

8. Inre Ringvägen

Eftersom Söderkulla påverkas av avrinningen från Lindängen beläget söder om området, har åtgärder kring hanteringen av dagvatten därifrån diskuterats. Ett förslag är att leda ut dagvatten på Ringvägen. Detta är utanför den geografiska avgränsningen som gjorts i samband med kostnads- nyttoanalysen och alternativet kommer således inte att tas med i beräkningarna varken avseende volym eller kostnad.

¹⁹ Intervju med Caroline Larsson, projektledare, och Fabian Christensson, projektledare, Gatukontoret Malmö stad, 29 mars 2016.

9. Söderkullagatan - Svackdiken och regnbäddar och bullerskydd

Söderkullagatan är enligt de hydrologiska modelleringarna mycket utsatt vid större skyfall och här finns gott om utrymme för öppna dagvattenlösningar. Därför föreslås att anlägga svackdiken längs med gatan samt fem större regnbäddar. Åtgärderna skulle tillsammans kunna hantera en volym på 240 m³. Svackdikena kommer kombineras med gröna bullerskydd designade för att även bidra med högt rekreativsvärde, se avsnitt 6.7 Rekreation samt mental och fysisk hälsa. Således kommer lösningarna på Söderkullagatan bidra med ekosystemtjänsterna rekreativsmöjlighet/hälsa, vattenrening samt bullerreglering.



Figur 20. Söderkullagatan med potential för svackdiken.

10. Munkhättegatan – Svackdiken och bullerskydd

Munkhättegatan är en bred och lång gata, mycket väl lämpad för anläggning av svackdiken. Förutom en fördröjningskapacitet på omkring 500 m³, kommer denna lösning generera ekosystemtjänster i form av reningseffekt och rekreativsvärde. Även dessa svackdiken kommer kombineras med estetiska gröna lösningar för bullerskydd.



Figur 21. Munkhättegatan med stor potential för svackdiken.

11. Norra Gulsparsvägen och Lövsångaregatan – Extensiva gröna tak

Munkhättegatan är en bred och lång gata, mycket väl lämpad för anläggning av svackdiken. Förutom en fördröjningskapacitet på omkring 500 m³, kommer denna lösning generera ekosystemtjänster i form av reningseffekt och rekreativsvärde. Även dessa svackdiken kommer kombineras med estetiska gröna lösningar för bullerreducerande åtgärder.

12. Innergård Södra Gulsparvgatan – Öppet fördröjningsmagasin och torr damm

På innergården i bostadsområdet Isolde beläget i södra änden av Södra Gulsparvgatan finns i dagsläget en bollplan som kan ge en nyttjas som översvämningsyta genom sänkning. Det finns även utrymme för mindre torr damm i område. Tillsammans kan detta generera en fördröjningskapacitet på 620 m³.

13. Innergård Kungsörnsgratan - Öppet fördröjningsmagasin och torr dam

På innergården i bostadsområdet Ragnarök beläget på kungsörnsgratan finns i dagsläget en bollplan och flera grönytor som kan ge en nyttjas som översvämningsyta genom sänkning. Det finns även utrymme för mindre torr damm i område. Tillsammans kan detta generera en fördröjningskapacitet på 620 m³.

14. Park Berguvsgatan/ Tornfalksgatan - Öppet fördröjningsmagasin

Mellan Berguvsgatan och Tornfalksgatan finns en större grönyta med slutning som skulle kunna fungera som översvämningsyta genom att anlägga ett öppet fördröjningsmagasin här. Åtgärden skulle kunna hantera en volym på omlag 754 m³.

16. Anläggning av träd och buskar

Ett stort antal träd, buskar och perenner kommer planteras i området som delar av det öppna dagvattenhanteringssystemet. Antalet träd och buskar är baserat på hur många som infördes i Augustenborg i förhållande till utbyggnadsarean. Totalt kommer det innefatta ca 80 träd, 7500 buskar och 4000 perenner.

Steg 5 Åtgärdernas kostnader beräknas

Under denna punkt presenteras projektets initiala och löpande kostnader, vilket i detta arbete innefattar investeringskostnader samt drift och underhållskostnader.

Under projektets levnadstid är det troligt att återinvesteringar av dagvattensystemet behöver genomföras, men på grund av begränsad information har man valt att inte ta hänsyn till detta i beräkningarna. Till ett samhällsprojekts kostnadsdel ska även projektets alternativkostnader inräknas, då exploatering av marken oftast går på bekostnad av andra projekt som kunde ha generat nytta till samhället, till exempel genom byggande av bostäder. Då det låg utanför ramen för detta examensarbete har dessa kostnader inte undersökts.

Tabell 13. Visar åtgärdsförslag, investerings- och skötselkostnader samt volym för respektive åtgärd.

	Plats	Åtgärdsförslag	Investeringskostnad	Skötselkostnad	Volym
1	Trelleborgsvägen	Svackdike	25 000 0000 kr	86 250 kr/år	7500 m ³
3	Söderkullaparken	Öppna - fördröjningsmagasin	461 333 kr	-	800 m ³
3	Söderkullastigen/ Gulspargatan	Regnbäddar	161 333 kr	750 kr/år	25 m ³
4	Söderkullaskolan	Öppna - fördröjningsmagasin	1 395 533 kr	-	2420 m ³
		Intensiva gröna tak	3 127 500 kr	312 750 kr/år	584 m ³
5	Fosietorpsparken	Öppna fördröjningsmagasin	1 441 667 kr	-	2500 m ³
6	Ormvråkgatan och	Regnbädd	1 129 333 kr	5250 kr/år	154 m ³
7	kungsörnsngatan	Regnbädd	1 129 333 kr	5250 kr/år	154 m ³
9	Söderkullagatan	Svackdike	280 000 kr	4600 kr/år	200 m ³
		Regnbäddar	322 667 kr	1500 kr/år	43 m ³
		Bullerreducerande väggar	560 000 kr	28 000 kr/år	-
10	Munkhätttegatan	Svackdike	700 000 kr	11 500 kr/år	308 m ³
		Bullerreducerande väggar	1400 000 kr	70 000 kr/år	-
11	Norr gulsparvs. och Lövsångare Söderkullaskolan	Extensiva gröna tak	2 539 602 kr	51 150 kr/år	102 m ³
12	Södra Gulspargatan	Öppet - fördröjningsmagasin	346 000 kr	-	600 m ³
		Torrdamm	15 000 kr	1000 kr/år	20 m ³
13	Kungsörnsngatan	Öppet - fördröjningsmagasin	346 000 kr	-	600 m ³
		Torrdamm	15 000 kr	1000 kr/år	20 m ³
14	Park Berguvsgatan/ Tornfalksgatan	Öppet - fördröjningsmagasin	441 150 kr	-	765 m ³
15	Hela Söderkulla	Plantering av buskar och träd	4 852 544 kr	-	-
TOTALT			45 663 997 kr	579 000 kr/år	16 988 m³

Steg 6 Åtgärdernas nyttor beräknas

Under denna punkt identifieras och värderas ekosystemtjänsterna som införandet av hållbar dagvattenhantering ger upphov till monetärt. För att säkra en strukturerad och heltäckande arbetsgång, baseras utförandet på Naturvårdsverkets *Guide för värdering av ekosystemtjänster* (2015), som bland annat hänvisar till användning i samband med kostnads- nyttoanalyser. Publiceringar från TEEB (2010a), Naturskyddsföreningens (2011) tolkning av den samt *Ekosystemtjänster i stadsplaneringen* (2014b) framtagen av VINNOVA-samarbetet C/O City är dokument som bidragit med information. Vid identifieringen av ekosystemtjänster användes en lista på urbana ekosystemtjänster som C/O City tagit fram, se Tabell 15. De som ansågs vara mest relevanta i samband med projektet valdes ut i samråd med sakkunnig från Miljöförvaltningen. Den monetära värderingen av ekosystemtjänster gjordes med stöd i redan utförda studier samt genom att beräkna kostnaden för översvämningsrisk.

I Tabell 14 presenteras resultatet av värderingen. Identifieringen av ekosystemtjänsterna och värderingen beskrivs i detalj under de kommande steg.

Tabell 14. Resultatet av den monetära värderingen av ekosystemtjänster.

Ekosystemtjänster, hållbar dagvattenhantering (kr/år)		
Översvämningskydd	170 539	kr/år
Vattenrening	22 235	kr/år
Luftkvalitet	9 235	kr/år
Bullerreglering	1 006 230	kr/år
Klimatanpassning	46 768	kr/år
Rekreation	601 361	kr/år
Naturpedagogik	-	
TOTALT	1 856 368	kr/år

6.1 Värdering av ekosystemtjänster i Söderkulla

Det finns ett antal olika metoder och strukturerade tillvägagångssätt för att värdera ekosystemtjänster. Naturvårdsverket (2015) har nyligen tagit fram en guide för ändamålet, vilken i arbetet har legat till grund för värdering av de ekosystemtjänster som hållbar dagvattenhantering ger bidrag till. Genom att utföra värderingen metodiskt minskar risken för att viktiga värden förbises och bidrar till att ge analysen kredibilitet (Naturvårdsverket, 2015).

En viktig punkt i guiden som även ligger till grund i den följande analysen, är att åskådliggöra osäkerheter i så stor utsträckning som möjligt. Ekosystems komplexitet bidrar dock till att det inte är möjligt att belysa alla sammanhang i naturen, men att presentera och värdera ett urval av ekosystemtjänsterna är bättre än att inte göra något alls (Naturvårdsverket, 2015).

Att inkludera alla värden i form av en bred identifiering av ekosystemtjänster är en av utgångspunkterna i guiden. Å andra sidan är det ofta nödvändigt att göra någon form av avvägning angående bredd och djup, men det är viktigt att vara medveten om denna avgränsning.

Guiden utgår vidare ifrån att värderingen inte måste göras monetärt, även kvalitativa studier kan utgöra ett bra underlag. För att bidra till kunskapsutvecklingen är målet i följande värdering att finna och applicera metoder för just monetär värdering av ekosystemtjänster, då detta är en nödvändighet för att värdena ska kunna vägas in i kostnads- nyttoanalysen.

Nedan presenteras de sex steg som innefattas i Naturvårdsverkets guide för värdering av ekosystemtjänster:

- I. Vad ska värderingen användas till?
- II. Identifiera ekosystemtjänster
- III. Avgränsa analysen
- IV. Bestäm utgångspunkt för värderingen
- V. Tillämpa värderingsmetoder
- VI. Gör en återblick

I tabellen nedan ges en överblick över stegen i Naturvårdsverkets guide samt hur de har applicerats i kostnads- nyttoanalysen. För detaljerade beskrivningar av varje steg hänvisas läsaren till respektive punkt.

Steg i NV guide för värdering av ekosystemtjänster	Hur de appliceras i examensarbetet
I. Vad ska värderingen användas till?	Underlag till kostnads- nyttoanalys
II. Identifiera ekosystemtjänster	Så fullständigt som möjligt, utgår från befintliga listor på urbana ekosystemtjänster samt samråd med expert.
III. Avgränsa analysen	Undersöker en indikator per ekosystemtjänst, använder värdeöverföringsmetoder
IV. Bestäm utgångspunkt för värdering	<ul style="list-style-type: none"> • Definiera det hållbara dagvattensystemet • Beskriva hur åtgärderna påverkar ekosystemtjänster
V. Tillämpa värderingsmetoder	Monetär värdering genom bland annat utebliven skadekostnad och värdeöverföring
VI. Gör en återblick	

I. Vad ska värderingen användas till?

Värderingen ska användas som underlag till en samhällsekonomisk kostnads- nyttoanalys. Det ska då göras en fullständig identifiering av ekosystemtjänsterna som projektet ger upphov till, vilken helst inte ska avgränsas. Värdering av ekosystemtjänster är ett viktigt användningsområde för just kostnads- nyttoanalyser, där genomförandet bidrar till att ge en så fullständig bild som möjligt av

den samhällsekonomiska effekten av olika alternativ. Värderingen kan även utgöra ett gott underlag i beslut om markanvändning (SOU 2013:68). Frågor kring hur och var byggnader och infrastruktur ska utformas kan besvaras i syfte att gynna och inte försämra ekosystemtjänster. Värderingen kan även ligga till grund för långsiktigt strategiskt arbete med risker kopplade till undervärdering av ekosystemtjänster, till exempel hur dränering för exploatering av en våtmark kan leda till översvämningar i kringliggande områden.

II. Identifiering av ekosystemtjänster?

För identifiering av ekosystemtjänster rekommenderas det i guiden att använda en bruttolista med ekosystemtjänster, gärna för den aktuella naturtypen och miljön, eller en allmän lista (Naturvårdsverket, 2015). På sidan 22 i guiden från Naturvårdsverket (2015) finns flera referenser med tips på listor att utgå från, bland annat listor för allmänna miljöer, skogen, havsmiljön och grundvattnet.

Då det föreslagna hållbara dagvattensystemet i Söderkulla är beläget i en urban miljö, baseras identifieringen av aktuella ekosystemtjänster på de presenterade i *Ekosystemtjänster i stadsplanering - en vägledning* (C/O City, 2014b, s.13). Listan är i sin tur baserad på ett klassificeringssystem framtaget av FNs stora Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005).

I tabellen på nästa sida presenteras en översikt av de urbana ekosystemtjänsterna, indelade efter kategori, tillsammans med exempel på deras funktion. För beskrivning av de olika grupperna stödjande, reglerade, producerande och kulturella, se Del I och Kapitel 3 om ekosystemtjänster. Ekosystemtjänsterna som har markerats i fetstil har identifierats som aktuella för Söderkulla och kommer värderas vidare i analysen. Notera att de stödjande ekosystemtjänsterna inte värderas ekonomiskt då de antas utgöra grunden för de andra ekosystemtjänsterna och en värdering skulle innebära risk för dubbelräkning (Naturvårdsverket, 2011). Beroendet mellan dem och de direkta ekosystemtjänsterna som värderas är dock viktigt att belysa.

Tabell 15. Urbana ekosystemtjänster baserat på lista från C/O city (2014) och funktioner från Lindhejm och Dinéh Sørheim (2012).

Kategori	Ekosystemtjänst	Exempel på funktion
Stödjande	Biologisk mångfald	Stort och varierat växt- och djurliv
	Ekologiskt samspel	Beroende och interaktion mellan arter, funktioner och nivåer i näringskedjan
	Upprätthållande av markens bördighet	Insekter och bakterier möjliggör förmultning där näringsämnen och organiskt material blir tillgängligt
	Habitat	Livsmiljö för djur och växter
Reglerande	Översvämningsskydd	Fördröjer stora mängder vatten
	Vattenrening	Föroreningar tas upp, filtreras och sedimenteras
	Luftkvalitet	Växter tar upp partiklar via absorption, späder luftföroreningar genom infiltration
	Bullerreglering	Vegetation och vatten dämpar ljud
	Klimatanpassning	Vegetation ger skugga, reglerar luftfuktighet och dämpar vindar, gröna tak isolerar
Producerande /Försörjande	Pollinering	Bin och andra insekter pollinerar och möjliggör växters produktion och fortlevnad
	Matproduktion	Växter bär frukt, grönsaker, nötter osv
	Färskvatten	Vattnets kretslopp ger yt- och grundvatten
	Material	Fiber till tyger, timmer till byggnader, foder
	Energi	Biomassa
Kulturella	Sinnliga upplevelser	Ljudet av fågelsång, doften av blommor och synintryck
	Rekreation samt mental och fysisk hälsa	Vistelse i grönområden och parker ger möjlighet till träning och reducerar stress
	Sociala interaktioner	Mötesplatser och sociala aktiviteter främjas i naturen
	Naturpedagogik	Lärande och lek i park och vatten ger insikt i sammanhang i naturen och dess funktion
	Symbolik och andlighet	Värdet naturen har för flera kulturer och religioner

I tabellen nedan presenteras vilka ekosystemtjänster de valda lösningarna för hållbar dagvattenhantering ger upphov till.

Tabell 16. Identifiering av vilka ekosystemtjänster som det hållbara dagvattensystemet ger upphov till (grönt).

Dagvattenslösningar/ Ekosystemtjänster	Svackdike	Gröna tak	Rain garden	Fördröjnings- magasin	Damm	Träd och buskar	Buller- reducerande
Översvämningsskydd							
Vattenrening							
Luftkvalitet							
Bullerreglering							
Klimatanpassning							
Rekreation							
Naturpedagogik							

6.1.1 Beskrivning av de identifierade ekosystemtjänsterna och deras nytta

Nedan presenteras en kvalitativ beskrivning av de ekosystemtjänsterna som har identifierats och kommer att värderas i analysen. Som nämndes i föregående stycke värderas inte de stödjande ekosystemtjänster till följd av dubbelräkningen det skulle medföra (Naturvårdsverket, 2011). Det hållbara dagvattensystemet kommer ge upphov till den stödjande ekosystemtjänsten "habitat", genom att grönytor ökas och fler varierande miljöer införs som ökar tillgången på boendeområden för olika djurarter i område.

Översvämningsskydd

Det planerade hållbara dagvattensystemet har som främsta uppgift att ta emot regn och motverka översvämning. Vattenflödena bromsas upp i meandrande svackdiken och samlas upp i regnbäddar och vid skyfall i öppna fördröjningsmagasin för att minska trycket på rörledningarna och på så vis minska risken för översvämning. För en utförlig beskrivning se Kapitel 7 i Del I om hållbar dagvattenhantering samt Steg 4 i Del II där åtgärdsförslagen presenteras i detalj.

Vattenrening

Vatten i naturliga miljöer så som i vattendrag och bäckar regleras mängden föroreningar via bland annat funktionerna utspädning, infångning och filtrering. Föroreningar i dagvattnet tas upp av växter, bryts ned eller samlas i sedimentet. Dessa funktioner bidrar till att minska till exempel effekter av övergödning genom att fosfor och kväve tas upp (Naturvårdsverket, 2011).

Luftkvalitet

Luften i staden renas med hjälp av grönytor. Partiklar i luften samlas upp på bladens ytor och föroreningar tas upp genom klyvöppningarna (Nowak, Hirabayashi, Bodine, & Greenfield, 2014). Vegetation kan även fungera utspädande av föroreningarna i luften genom att koncentrationen av dem sänks när turbulens skapas runt bladen (Johansson, 2014).

Bullerreglering

Grönytor i stadsmiljön har god förmåga att minska buller. Gröna markytor, tak och väggar gör att ljudet inte studsar på samma sätt som på släta ytor och därmed förhindras ljudet att spridas och skapa olägenheter för de boende i staden. Gröna ridåer mellan vägar och bostadsområden kan minska störningen från vägen (HOSANNA, 2013).

Klimatanpassning

Klimatanpassningsåtgärder innefattar till exempel införande av gröna områden i städer vilket har visat sig vara en effektiv åtgärd för att sänka temperaturen. Genom att anlägga gröna tak minskas behovet av värmning och kylning i husen och därmed energianvändningen. Klimatanpassningsåtgärder minskar även vindar och reglerar luftfuktigheten vilket leder till ett behagligare klimat i städer (Clark, Adriaens, & och Talbot, 2008). Översvämningsskyddet som beskrevs ovan är en stor del av klimatanpassningsåtgärder i Sverige (SOU 2007:60) men då det är definierat som en egen ekosystemtjänst värderas den inte under denna punkt.

Rekreation samt mental och fysisk hälsa

Kopplingen mellan hälsa och grönytor har länge varit känd, naturen har en positiv påverkan på både vårt mentala- och fysiska välmående. Engelska studier har visat att de som bor nära ett område med mycket grönska lever längre, oberoende av inkomst- och utbildningsnivå (Naturvårdsverket, 2011). De positiva hälsoeffekterna har ett tydligt ekonomisk värde i minskade sjukvårdskostnader (C/O City, 2014b).

Naturpedagogik

Att vistas i naturen bygger upp en förståelse för djur och växter samt samspelet mellan dem och oss människor. Det lär oss att ta vara på naturen och de ekosystemtjänster som den förser oss med (C/O City, 2014b). Att vistas i naturen ger en möjlighet att uppleva och ta till sig det barn lär sig på biologi och fysiklektionerna. Utomhusmiljö kan även utnyttjas praktiskt i samband med lektioner för byggande, experiment och odling (Delshammar & Fors).

6.1.2 Kartläggning

I SOU 3013:68 beskrivs i Bilaga A om ”Begrepp och metoder” kartläggning av ekosystemtjänster där identifieringen är en del, tillsammans med att specificera bland annat funktioner, processer samt platsspecifik information. För att vägleda kartläggningen har Naturvårdsverket tagit fram ett antal frågor att utgå ifrån. För att reda ut svaren till dessa behövs djupgående förståelse för hur ekosystemtjänsterna påverkas av samhället, hur de påverkar varandra samt vilka biologiska, fysiska och kemiska processer som ligger till grund för var och en (Naturvårdsverket, 2015). Genom att analysera de olika frågorna tydliggörs bland annat beroendet mellan ekosystemtjänsterna i värderingen vilket minskar risken för dubbelräkning.

På grund av den expertis en sådan utredning kräver har det inte varit möjligt att utföra den på djupet inom ramen för examensarbetet. Flera appliceringar av värdering av ekosystemtjänster, så som Riksbyggens verktyg för bedömning av ekosystemtjänster i byggsektorn (Naturvårdsverket, 2015) och i rapporten *Metoder för att värdera ekosystemtjänster* där ekosystemtjänsterna i Risebergabäcken i Malmö analyseras, har valt att inte heller gå djupare in beroendena mellan ekosystemtjänsterna. Vill man hålla värderingen användarvänlig och enkel samt utan krav på ekologisk expertis går det lätt på bekostnad av detta steg, men resultatet är trots allt en indikation på ekosystemtjänsternas värde.

En översiktlig presentation av kartläggningen baserad på naturvårdsverkets frågor finns i Tabell 17. Under frågan om beroenden och påverkan, syftar svaret endast till vilka ekosystemtjänster tjänsten beror av, vilket är en första analys som skulle behöva fördjupas för att minska osäkerheterna i värderingen.

Tabell 17. Visar diskuteringsfrågor från Naturvårdsverkets guide (2015) och översiktliga svar på dessa, några förtydligande kommentarer presenteras under tabellen.

Frågor	1. Finns EST i området?	2. Vilka platser är viktiga?	3. På vilket sätt skapar de nytta?	4. För vem skapas nytta?	5. Är EST hotad?
Identifierade EST					
Översämningsskydd	Ja	Alla åtgärder	Stoppar upp flöde och fördröjer	Boende, samhället, kommun, VA bolag, bostadsrättsförening	Ja
Vattenrening	Ja	Svackdiken, rain-gardens, gröna tak, damm	Minskar behov av rening i reningsverk	VA bolag, samhället	Ja
Luftkvalitet	Ja	Träd och buskage högre än 1,5 meter	Absorberar, filtrerar, späder föroreningar	Boende, samhället	Ja
Bullerreglering	Ja	Bullerreglerande åtgärder, gröna tak, vegetation	Vegetation och vatten dämpar ljud	Boende, samhället	Ja
Klimatanpassning	Ja	Gröna tak, vegetation, damm,	Vegetation skuggar, reglerar luftfuktighet, gröna tak isolerar	Boende, samhället	Ja
Rekreation och mental och fysisk hälsa	Ja	Bullerdämpande åtgärder, gröna tak, rain garden, damm	Ökar välmående för boende	Boende	Ja
Naturpedagogik	Ja	Gröna tak skola, damm, rain garden, svackdiken,	Lek och lärande ger förståelse för naturen	Boende, barn på skolan	Ja
Frågor	6. Vilka andra EST är den beroende av eller påverkar?	7. Påverkas den av projektet?	8. På vilket sätt påverkas den?	9. Vem gynnas eller drabbas?	
Identifierade EST					
Översämningsskydd	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat	Ja	Positivt	Boende, samhället, kommun, VA bolag, bostadsrättsförening	
Vattenrening	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat, pollinering,	Ja	Positivt	VA bolag, samhället	
Luftkvalitet	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat, pollinering	Ja	Positivt	Boende, samhället	
Bullerreglering	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat, pollinering	Ja	Positivt	Boende, samhället	
Klimatanpassning	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat, pollinering	Ja	Positivt	Boende, samhället	
Rekreation och menta och fysisk hälsa	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat, vattenrening, bullerreglering, klimatanpassning, pollinering, sinnerliga upplevelser, sociala interaktioner	Ja	Positivt	Boende	
Naturpedagogik	Biologisk mångfald, ekologiskt samspel upprättande av markens bördighet, habitat, vattenrening, pollinering, sinnerliga upplevelser, sociala interaktioner	Ja	Positivt	Boende, barn på skolan	

Kommentarer: I fråga 7 ska det specificeras om ekosystemtjänsterna påverkas av projektet som undersöks. Då man i detta arbete har identifierat ekosystemtjänster baserat på vilka projektet ger upphov till, är det naturliga svaret på denna fråga ja för alla. Det samma gäller fråga 8, där denna påverkan är positiv (fråga 8). Alla ekosystemtjänster kopplade till införandet kan anses vara hotade i stadsmiljö då grönytor i Malmö anses vara en begränsad resurs (Malmös miljömål). Då påverkan är positiv ger fråga 4 och 9 samma svar.

III. Avgränsningar för analysen

I samband med kostnads- nyttoanalyser ska helst ingen avgränsning göras vid värderingen av ekosystemtjänster då målet med analysen är att sammanväga alla nyttor och kostnader som projektet ger upphov till (Naturvårdsverket, 2015). En avgränsning som gjordes var att istället för att värdera ekosystemtjänsterna i Söderkulla innan projektet, och sedan jämföra detta mot ekosystemtjänsternas värde efter projektet, studeras vilken ökning av ekosystemtjänsterna projektet förväntas ge. Till exempel studeras inte antalet träd innan införandet av systemet och vilken effekt de har på luftreningen, utan istället hur mycket införandet av det planerade antal träden skulle minska luftföroreningarna som mätts upp i området i sin nuvarande utformning.

När det kommer till den ekonomiska värderingen i detta arbete har avgränsningar behövt göras i förhållande till val av värderingsmetod och indikatorer. Indikatorer syftar till vilket mått som används för att mäta ekosystemtjänsten och i arbetet har man valt att oftast använda en indikator per ekosystemtjänst. Vidare används den värderingsmetod och de studier som ansetts mest applicerbara med avseende på case-området.

Ytterligare en avgränsning är att värdeöverföring av befintliga studier har använts för att värdera nyttan av ett hållbart dagvattensystem i Söderkulla. Trots att studier inte har utförts specifikt i Söderkulla kan man genom att applicera befintliga studier få en indikation om ekosystemtjänsternas värde, något som kan bidra med information för beslut om åtgärd. Det låg utom ramen för examensarbetet att utföra studierna från grunden.

IV. Bestäm utgångspunkt för värderingen

Målet med examensarbetet är att applicera och utvärdera monetär värdering av ekosystemtjänster i en kostnads- nyttoanalys av införande av hållbar dagvattenhantering. Att uppskatta vad nyttan av blå-gröna ytor genererar i form av pengar är svårt, men genom att hitta rätt indikatorer kan man ändå få ett relativt gott underlag för beräkningen. Genom att finna indikatorer som ska utgöra en länk mellan den kvantitativa nyttan och det monetära värdet kan en del av ekosystemtjänsternas ekonomiska värde fastställas. Till exempel studeras hur mycket de planerade åtgärderna förväntas minska bullernivån (antal dB) vilket kopplas till ett ekonomiskt värde av varje minskad dB.

Det är även viktigt att poängtera att metoderna och indikatorerna som används för att finna ekosystemtjänsternas värden inte utger sig för att vara det verkliga värdet, men ett mått på det. För att få en uppskattning av deras värde kan deras funktioner genom till exempel ersättningskostnadsmetoden jämföras med tekniska lösningar med liknade funktion och deras kostnad. För till exempel ekosystemtjänsten vattenrening ger inte det hållbara dagvattensystemet alltid en direkt minskad kostnad i ett reningsverk, men kostnaden för att rena vatten i reningsverket kan likväl kopplas till det renare vattnet som systemet genererar och på så vis fås ett värde av ekosystemtjänsten.

V. Tillämpa värderingsmetoder

Nedan presenteras kvantitativ och monetär värdering av ekosystemtjänster som analysen behandlar. Liksom i de inledande stegen beskrivs det först mer övergripande och de specifika beräkningarna för Söderkulla presenteras i gula rutor.

Tabell 18. Överblick över vilka metoder som används för ekonomisk värdering samt resultat från den ekonomiska värderingen.

Kategori	Ekosystemtjänst	Värderingsmetod/ Värdeöverföring från typ av metod	Resultat (kr/år)
Reglerande	Översvämningsskydd	Utebliven skadekostnad	170 539
	Vattenrening/ Näringsupptag	Ersättningskostnad	22 235
	Luftkvalitet	Utebliven skadekostnad	9235
	Bullerreglering	Hedonisk prissättning/ CV-studier	1 006 230
	Klimatanpassning	Ersättningskostnad	46 768
Kulturella	Rekreationsmöjligheter/ Hälsa	Hedonisk prissättning	601 361
	Naturpedagogik	-	-

6.2 Översvämningsskydd

Översvämningsskydd beräknas med hjälp av metoden utebliven skadekostnad. Den skadekostnad som räknats fram under steg 2 ligger till grund för framtagandet av riskkostnaden i steg 3, vilken motsvarar skyddet man kan förvänta sig av ett hållbart dagvattenhanteringssystem dimensionerat för 100-årsregn i Söderkulla.

Söderkulla - Översvämningsskydd

Den totala riskkostnaden, R_{tot} beräknas med hjälp av ekvationen nedan, och representerar en skattning av alla möjliga skadekostnader som följd av olika översvämningsscenario i Söderkulla. Tabell 19 visar skadekostnader och sannolikheter för de tre scenarierna från steg 2 och 3 i CBA.

$$R_{Tot} = P_{f1}C_{f1} + P_{f2}(C_{f2} - C_{f1}) + P_{f3}(C_{f3} - C_{f2})$$

Tabell 19. Tabellen visar skadekostnader, skattade återkomster och sannolikheter för respektive scenario.

Scenario 1 - 3	i	Kostnad (90 % intervall) C_{fi}	Återkomsttid	Sannolikhet P_{fi}
2: 14/8/10	1	1 476 330 kr – 1 883 707 kr	30 – 50 år	0,033 – 0,020
3: 5/7/07	2	2 458 758 kr – 3 138 541 kr	50 – 100 år	0,02 – 0,01
1: 31/8/14	3	29 851 600 kr – 38 160 900 kr	200 – 500 år	0,005 – 0,002

$$R_{tot} = 170 539 \text{ kr per år}$$

6.3 Vattenrening

När dagvatten fördröjs och stoppas upp på översvämningssytor, i fördröjningsdammar och infiltrationslösningar renas det från föroreningar som annars hade kunnat vara svåra att bli av med i reningsverket. I stadsmiljö gäller det framförallt tungmetaller så som bly, koppar, zink och kadmium som genereras av till exempel fordon, byggnadsmaterial och allmän nedskräpning (Svenskt Vatten, 2016).

För att uppskatta värdet av ekosystemtjänsten "vattenrening", som beror av näringsupptag och filtrering av vatten i det öppna dagvattenhanteringssystemet, kan man använda sig av ersättningskostnadsmetoden. Man kan till exempel utgå från kostnaden för att rena dagvattnet i ett reningsverk och beräkna hur mycket reningen av det införda systemet skulle vara värt i samma termer. Ett annat alternativ är att utgå från hur mycket energi som teoretiskt sett skulle sparas i reningsverket och koppla detta ekonomiska värde till systemets renande effekt. Ett antal källor har samlats, se tabell nedan, alternativ 1 visade sig vara mest applicerbart och har använts för beräkningar i Söderkulla, se ruta om Söderkulla.

Tabell 20. Sammanfattning över de olika värdena för ekosystemtjänsten Vattenrening.

Alt	Värde	Indikator	Värderingsmetod	Källa
1	2,0 - 5,0 kr/m ³ hanterat vatten	Volym hanterat vatten	Ersättningskostnad	(Johansson, 2014)
2	Minskade belastning på reningsverk	Rabatt vid införande av LOD samt antal fastigheter	Ersättningskostnad	(C/O City, 2013) och Täby kommun ²⁰
3	60 % lägre energianvändning för reningsverk	Elpris och hanterad vattenmängd	Ersättningskostnad	(Naturvårdsverket, 2010)
4	Kväve: 40-70 kr/kg Fosfor: 127-2140 kr/kg	Kg reducerat kväve och fosfor	Ersättningskostnad	(Kinell, Söderqvist, & Hasselström, 2009) OBS! Värden framtagna för marina vatten
5	18 400 kr/ år för 600 m ² våtmark och 10 ha bostadsområde	Area för våtmark och bostadsområde	Ersättningskostnad	(WSP, 2015)

6.3.1 Monetärt schablonvärde vattenrening

Kostnaden för att rena dagvatten påverkas av halten föroreningar i vattnet, vilka föroreningar som förekommer, storleken på reningsanläggningen, hur många pumpar som vattnet passerar samt vilken typ av metod som används för rening (Johansson, 2014). Detta värde har uppskattats till 2,0 -5,0 kr/m³ renat vatten (Johansson, 2014). I beräkningarna används intervallet 1-5 kr med en triangelfördelning med 2 kr som mest troliga utfall då 1 kr tidigare ofta använts för besparingsuppskattningar i Malmö²¹.

6.3.2 Minskad belastning på reningsverk

I C/O citys rapport "Ekosystemförtjänster - från samråd till samfinansiering av ekosystemtjänster" (van Noord & Winkler, 2013) presenteras antagandet att de reducerade

²⁰ Mailkontakt med VA-ingenjör på Täby kommun, 28 april 2016.

²¹ Enligt uppdaterad information från sakkunniga inom området används i Malmö numera 4 kr/m³, således hade triangelfördelningen kunnat viktas högre. Detta skulle dock inte ändra resultatet av CBA:n. Källa: mailkontakt med Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 25 augusti 2016.

taxaavgifterna som Stockholm Vatten erbjuder vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) för tomtytter, plus 10 %, motsvarar bolagets minskade investerings- och driftkostnader. Detta kan således användas som underlag för att värdera ekosystemtjänsten rening av vatten, då bolagets minskade kostnader antas speglas i rabatten.

Enligt 29 § LAV, Lagen om Allmänna Vattentjänster, kan VA-taxan delas upp i anläggnings- och brukningsavgifter (Miljösamverkan Västra Götaland, 2014). Anläggningsavgiften debiteras vid anslutning till ledningsnätet och brukningsavgiften tas ut löpande varje år. Vidare ska VA-verkets drift- och underhållskostnader täckas av VA-taxan, men hur uppdelningen ser ut mellan olika poster varierar mellan kommuner. I vissa kommuner har man infört en reducerad VA-taxa om dagvattnet tas omhand eller fördröjs på den egna tomten i syfte att motivera till fler sådana lösningar. Exempel på kommuner med möjlighet att få reducerad dagvattentaxa:

- NSVA kommunerna
- Stockholm Vatten
- Växjö kommun
- Norrköping
- Täby kommun

VA SYD, som är det kommunala VA-bolaget i Malmö och Söderkulla, har inte reducerad VA-taxa för LOD på egen tomt. För att uppskatta värdet av ekosystemtjänsten “vattenrening” kan beräkningar baseras på tillgängliga siffror på reducerade avgifter, till exempel de som presenteras från Täbys kommun i Tabell 21. VA-taxan påverkas ofta av storleken och befolkningmängden i en kommun, då det finns fördelar med fler betalande per ledningsnätlängd och stordrift. Ett lägre pris på grund av stordriftsfördelar och tekniska fördelar har emellertid inte direkt koppling till hur viktigt rent vatten är i området.

Tabell 21. VA-anläggningsavgiften avser anslutning till dag- och spillvattenledningar. Brukningsavgiften gäller årskostnaden för “dagvatten fastighet” och “dagvatten gata” där den senare är den enda man betalar för om man inför LOD (**Täby kommun**). Siffrorna som presenteras i tabellen gäller per fastighet.

Täby kommuns taxa	Ursprunglig taxa (per fastighet)	Rabatt med LOD (per fastighet)	Procentuell del av ursprunglig taxa som reducering innebär
VA-anläggningsavgiften	55000 kr inkl. moms	8250 kr inkl. moms	85 %
Brukningsavgiften	680 kr/år inkl. moms	374 kr/år inkl. moms	45 %

För att gå vidare med dessa siffror som värde på ekosystemtjänsten “vattenrening” är ett förslag att skatta hur stor mängd vatten som i genomsnitt hanteras på en fastighetstomt för att få ett mått på pris per kubikmeter. Detta skulle vidare kunna kopplas till den uppskattade mängden dagvatten som årligen kommer renas i Söderkulla. På grund av att rabatterna infaller både vid anläggandet och årligen, samt att ett representativt antal tomter som borde införa LOD i Söderkulla har tagits fram, går man inte vidare med dessa beräkningar.

6.3.3 Mindre energianvändning för reningsverk

Det öppna dagvattenhanteringssystemet i ekostadsdelen Augustenborg uppges i ett informationsblad från Naturvårdsverket kunna motsvara en minskad energianvändning på 60 % i reningsverket, vilket i Augustenborg motsvarade 27 000 kWh (Naturvårdsverket, 2010) för ungefär 122 000 m² utbyggt dagvatten område (Leidstedt, 2006).

På grund av bristande information angående hur lång tidsperiod 27 000 kWh avser, kommer siffrorna inte användas som underlag i beräkningarna för Söderkulla. För att använda procentsatsen skulle även behöva större insikt i reningsverkets kostnader per volym hanterat vatten.

6.3.4 Monetära schablonvärden för kväve och fosfor

Naturvårdsverket (2009) har i rapporten *Monetära schablonvärden för miljöförändringar* presenterat ett antal värden och riktlinjer på miljöförändringar och ekosystemtjänster. För vattenkvalitet har följande värden för reducering av tillförsel av ämnena till kusten tagits fram:

- Kväve: 4-70 kr per reducerat kg. Schablonvärde: 31 kr.
- Fosfor: 127-2140 kr per reducerat kg. Schablonvärde: 1023 kr.

Värdena rekommenderas att användas i samband med samhällsekonomiska analyser som berör vattenkvalitet, utförda av myndigheter, där en betydande minskning av näringsämnena kan ses (Naturvårdsverket, 2009).

Då värdena avser marina vatten kommer de inte användas i beräkningarna kopplade till Söderkulla.

6.3.5 Ersättningskostnad för reduktion av kväve och fosfor

Värdet för ekosystemtjänsten rening av vatten, baserat på kväve- och fosforhalter, har tagit fram i en studie utförd av WSP (2015). Studien baseras på reningsverk med optimerad reningseffekt, 45% fosfor, 30% kväve och 50% suspenderat material, vilka återfinns i vegetationszoner i Mälardalen och södra Sverige (WSP, 2015). Resultatet visade att rening av dagvatten, baserat på reducering av kväve och fosfor, är 18 400 kr/år för ett bostadsområde på 10 hektar och en våtmark på 600 kvadratmeter.

Söderkulla - Vattenrening

Beräkningar av ekosystemtjänsten Vattenrening i Söderkulla är baserade på alternativ 1, monetärt schablonvärde vattenrening.

Ersättningskostnadsmetod	Indikator	Skattat värde
1 – 5 kr/m ³	Hanterad vattenmängd	8368 – 41 838 kr/år

Hanterad vattenmängd

För att använda det monetära schablonvärdet för vattenrening, skattas hur stor mängd vatten som i genomsnitt hanteras i Söderkulla per år. Den genomsnittliga årliga effekt som beräknats utifrån nyckeltal för Augustenborg, baserat på den totala utbyggnadsarean där, är 0,29 m³/m² och år (Leidstedt, 2006). Den totala utbyggnadsarean i Söderkulla är 28 445 m², detta ger en uppskattad renad volym på 8368 m³ per år.

$$\text{Renad volym} = 0,29 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ år} * 28\,445 \text{ m}^2 = \mathbf{8368 \text{ m}^3/\text{år}}$$

Kommentar: Den sammanlagda volymen som lösningarna med renande effekt (svackdiken, dammar och regnbäddar) som planeras i Söderkulla uppgår till 9160 m³. Den årliga volymen på hanterat och renat vatten som skattas från Augustenborg (8368 m³) kan verka låg i jämförelse med denna, men anses ändå rimlig med tanke på att det öppna dagvattenhanteringssystemet är dimensionerat med lösningar som ger höjd för 100-årsregn, så som djupa svackdiken som sällan kommer vara fyllda till sina maxgränser.

Beräkning:

$$\text{Värde av vattenrening} = 1 - 5 \text{ kr/ m}^3 * 8368 \text{ m}^3/\text{år} = \mathbf{8368 - 41\,838 \text{ kr/år}}$$

6.4 Luftkvalitet

Föroreningar i stadens luft kan leda till negativa hälsoeffekter i form av livshotande sjukdomar, allergier och andningsbesvär, något som har störst påverkan på barn (Johansson, 2014). I Sverige beräknas årligen mer än 1000 personer dö i förtid på grund av långtidsexponering av luftföroreningar (Miljöförvaltningen, 2015). I tätbebyggda städer beror ofta luftföroreningar på avgaser från trafiken. Förbränningsmotorer släpper bland annat ut giftiga kväveföreningar, NO_x-ar och slitage på vägar och däck ger upphov till små partiklar, så kallade PM10, som är skadliga att andas in (Miljöförvaltningen, 2015).

Nowak är välansedd forskare inom området och utgår i sin artikel *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*, från ett stort antal dos-respons samband för föroreningarna PM2.5, NO₂, O₃ och SO₂ och där en förändring av föroreningens koncentration relateras till en förändring på människors hälsa (Nowak, Crane, & Stevens, 2006). Genom att koppla detta till kostnader för samhället till följd av luftföroreningar, fås en skattning på kostnaden av föroreningen och därmed kan värdet av att minska föroreningarna beräknas. Detta resultat används för att uppskatta det monetära värdet av ekosystemtjänsten "luftrening". För att beräkna mängden luftföroreningar som tas upp av grönytor baseras beräkningarna på metoder som återfinns i Nowak (2006) vilket beskrivs nedan.

M_x är den mängd av förorening X, ($\mu\text{g}/\text{tid}$), som tas upp av lövverket och beräknas med formeln:

$$M_x = F_x * A_{\text{träd}}$$

F_x representerar upptaget av föroreningen per tidsenhet (flux) och beräknas via

$$F_x = V_d * C$$

F_x = upptagen förorening X ($\mu\text{g}/\text{m}^2 * \text{tid}$)

V_d = Avsättningshastighet (m/tid)

C = föroreningskoncentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Avsättnings hastigheten beror av gravitationskraften och är definierad av den hastighet som en partikel faller genom det studerade mediet, i detta fallet luft. I beräkningarna har standardvärden för respektive ämne använts, se Tabell 22.

Den beräknade mängden luftförening som tas upp (M_x) fås per tidsenhet och det är viktigt att anpassa den med avseende på hur stor del av året växterna har löv, eftersom det är då merparten av upptagning sker. Utifrån denna mängd kan det ekonomiska värdet av ekosystemtjänsten "luftrening", beräknas för respektive förening baserat på värdena i Tabell 22.

I tabellen nedan presenteras monetära värden på effekter som luftföroreningar beräknas ge upphov till. Siffrorna från ASEK 6.0 kapitel 11 (Trafikverket, 2016b) är värderingar av de lokala effekter från luftföroreningarna. Genom att använda ASEK-värdena från Stockholms innerstad och Uppsala fås ett intervall som antas kunna ge ett underlag för beräkningarna för Söderkulla. I Nowak (2006) är kostnaderna för samhället, till följd av luftföroreningar, baserade på sjukvårdskostnader och studier gjorda över betalningsvilja för att slippa sjukdom (*willingness to pay*, *WTP*). Siffrorna från Nowaks artikel (2006) baseras på data framtagna för nationella riktlinjer för beslutsverktyg inom energibranschen i USA. Det finns även ett nytt GIS-verktyg, BenMAP, för beräkning av luftföroreningars hälsokostnader som presenteras i Nowak (2014).

Tabell 22. I tabellen nedan presenteras monetära värden på effekter som luftföroreningar beräknas ge upphov till.

Förening	Nowak, 2006 kr/kg och år ¹	Ingemar Leksell, 1999 kr/kg och år ²	ASEK 6.0 kap 11 kr/kg och år ³
NO ₂	65	78	20 - 41 (NO _x)
PM10	43	-	-
PM2.5	-	-	5884 - 13 077
SO ₂	16	-	172 - 379
CO	9	-	-
VOC (Olika kolväten)	-	39	34 - 77
O ₃ (Nowak satt samma som NO ₂)	65	-	-

¹Omräknat från US \$ till 2016-års penningvärde för svenska kronor SEK.

²Omräknat till 2016-års penningvärde

³2014 penningvärde

En sammanställning av olika studier gjorda på gröna tak har det visats att gröna tak kan ta upp mellan 71 och 83 kg luftföroreningar per hektar och år. Värdena gäller för NO₂, SO₂, CO, PM10 och O₃, och studien utgick man från en jämn blandning av gräs och små buskar som är gröna året runt (Clark, Adriaens, & och Talbot, 2008).

Söderkulla - Luftrening

Koncentrationen av luftföroreningar i Malmö - Söderkulla

Under 2014 överskreds Malmös miljömål om PM10 (slitagepartiklar, vägdam, $D < 10 \mu\text{m}$ som når ner till lungorna) och PM2,5 (avgaspartiklar, $D < 2,5 \mu\text{m}$ i diameter som når ner till lungorna) med 50 respektive 30 procent (Miljöförvaltningen, 2014). I stort sett hela Malmös befolkning hade exponerats för koncentrationer av PM2.5 över Malmös miljömål på $10 \mu\text{m}$ per kubikmeter luft.

Då Söderkulla ligger längsmed Inre ringvägen kan man förvänta sig en del luftföroreningar i området. De koncentrationer som använts i beräkningarna är dygnsmedelvärden och baseras på mätningar runt om i Malmö (Miljöförvaltningen, 2015). För NO₂ är gränsen för dygnsmedelvärdet 60 µg /m³ enligt både Miljö kvalitetsnormen och Malmös miljömål, och timmedelvärdet är 90 respektive 60 µg /m³.

Kartan är en modellering baserad på årsmedelvärden av kvävedioxid (NO₂) från 2013. De röda kvadraterna markerar Munkhätteskolan där årsmedelhalten ligger närmare 20 µg/m³, vilket är bland de högre värdena bland Malmös förskolor .



Figur 22. Årsmedelvärden av kvävedioxid i Söderkulla från 2013.

Nedan presenteras en tabell från rapporten “Luften i Malmö 2014” (Miljöförvaltningen 2015), den visar de uppmätta värdena för NO₂ där intervall på dygnsmedelvärdena har använts i beräkningarna. Motsvarande tabeller finns att finna i rapporten för de andra ämnena.

Tabell 23. Presenterar uppmätta kvävedioxidhalter från 2014 i Malmö i µg/ m³ (Miljöförvaltningen, 2015).

NO ₂	Miljömål	MKN	Rådhuset taket	Dalaplan torget	Dalaplan 5B	Bergsgatan 17
Årsmedelvärde	20	40	15	24	29	27
98-percentil dygnsmedelvärde	-	60	35	45	51	52
Antal dygn > 60 µg/m ³	-	7 dygn	0 dygn	1 dygn	0 dygn	3 dygn
98-percentile timmedelvärde	60	90	44	61	74	72
Antal timmar > 90 µg/m ³	-	175 h	4 h	19 h	37 h	18 h
Datafångst	-	85%	97%	98%	97%	100%

Beräkningar av ekosystemtjänsten "luftrening" i Söderkulla.

Arean av lövverket i Söderkulla uppskattas till 1800 m² och beräknats utifrån antalet planerade träd och buskar, samt deras respektive area. Den totala arean (1800 m²) används för att beräkna mängden av förorening (M) från upptagen fluxen ($F = \mu\text{g}/\text{m}^2 * \text{tid}$), se formel ovan. Då träd och buskar antas vara lövbeklädda hälften av året räknas massan i kilo/år baserat på detta. Priset har räknats fram från värdena i Tabell 24.

Tabell 24: Visar delsteg i beräkningarna, samt det slutgiltiga monetära värdet av "luftrening" i enheten kr/år.

Förorening	Uppmätt C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	F ($\mu\text{g}/\text{m}^2*\text{h}$)	M ($\mu\text{g}/\text{h}$)	M (kg/år)	Värde kr/år
NO ₂	45-64	469,9 - 1013,8	1 045 436	4,6	195
PM10	37	745,92	1 318 809	5,8	249
PM2.5	25	81	143 210	0,6	5951
SO ₂	4	615,6-1589,76	1 532 352	6,7	1850
CO	500	-	-	-	-
VOC		-	-	-	-
O ₃	80-96	1152- 2453,8	2 826 019	12,4	805
Totalt					9260

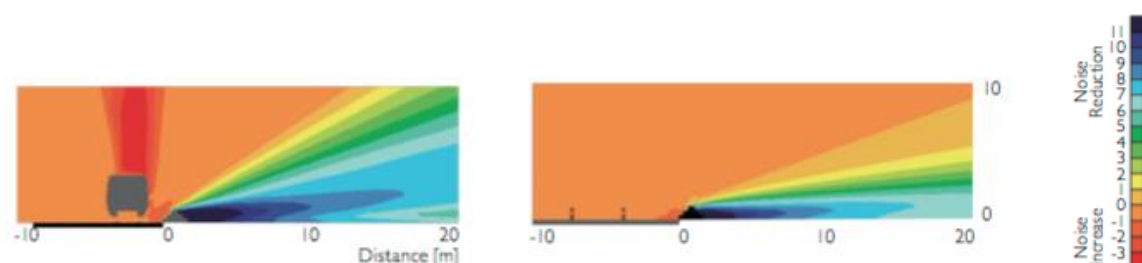
Kommentar: Då endast ett fåtal luftföroreningar är studerade, och grönska dessutom har ytterligare positiva effekter på luften förutom infångning och absorption, blir värdet som beräknas endast en del av det verkliga värdet av denna ekosystemtjänst. Inte heller föroreningarnas negativa effekt på ekosystem, grödor, sikt eller material har tagits med i beräkningarna, om ett större område hade analyserats hade man kunnat använda sig av ASEKs värden för regionala effekter av luftföroreningar (Trafikverket, 2016b).

6.5 Bullerreglering

Buller är definierat som “icke-önskat-ljud” och har en negativ effekt på människors hälsa. Ca 1 % av BNP i EU-länderna går idag till bullerreducerande åtgärder, det är alltså ett väldigt dyrt problem (Naturvårdsverket, 2012). Det finns strikta riktlinjer för vad bullernivån i städer får uppnå. För bullernivåer från spårtrafik och vägar gäller att den inte bör överstiga 55 dB(A) i ekvivalent ljudnivå utomhus mätt vid fasaden (Trafikverket, 2016c). Detta är dock en riktlinje och hänsyn ska tas till vad som är rimligt ur ett ekonomiskt och tekniskt perspektiv, ofta är riktvärdet svår att nå i tät stadsbebyggelse (Trafikverket 2016c).

Gröninslag i stadsbilden (gröna väggar, -tak, -bullerskydd samt mark med grönytor) har en bevisad bullerdämpande effekt, genom att reflektera och absorbera ljud. Att byta ut en underlaget på marken från en hårdgjord betongyta till en gräsmatta kan minska bullret med 3 dB (Bolund & Hunhammar, 1999). Det finns varierande resultat från studier gjorda på hur stor bullerdämpande effekt en tät häck har, en siffra som återkommer är en minskning av 2 dB, men hur brett buskaget behöver vara för att uppnå detta varierar från hela 5 till 100 meter (Bolund & Hunhammar, 1999; Delshammar & Fors). Vegetation har även visat minska störningseffekten av buller genom att fungera som ett visuellt skydd som begränsar upplevelsen och påverkan av bullerkällan (Delshammar, 2010).

I samband med forskningsprojektet HOSANNA (HOListic and Sustainable Abatement of Noise by optimized combinations of Natural and Artificial means) undersöktes olika bullerdämpande effekter (HOSANNA, 2013). I en sammanställning av projektet presenteras förslag på åtgärder och innovativa lösningar, till exempel bullerskydd gjort på en stomme av återbrukat material kombineras med vegetation (HOSANNA, 2013). I sammanställningen redovisas även effekter av så kallade “low-height noise barriers” som kan minska buller från en dubbelfilig väg med upp till 9 dB i ett öppet område (2-50 meter från vägen mätt på 1-5 meter höjd). Gäller det en instängd gata med höga hus på båda sidor minskas reduktionen med några decibel. Low-height noise barriers är utformade för att minska buller i stadsmiljö, det finns flera utformningar som presenteras i HOSANNA (2013), vilka skyddar både boende, cyklister och gångtrafikanter från buller givet att lösningarna är välutformade och lokaliserade nära vägen. Figuren nedan visar hur en låg trappformad jordbarriär kan fungera. Se även kapitel 6.7 Rekreation samt mental och fysisk hälsa.

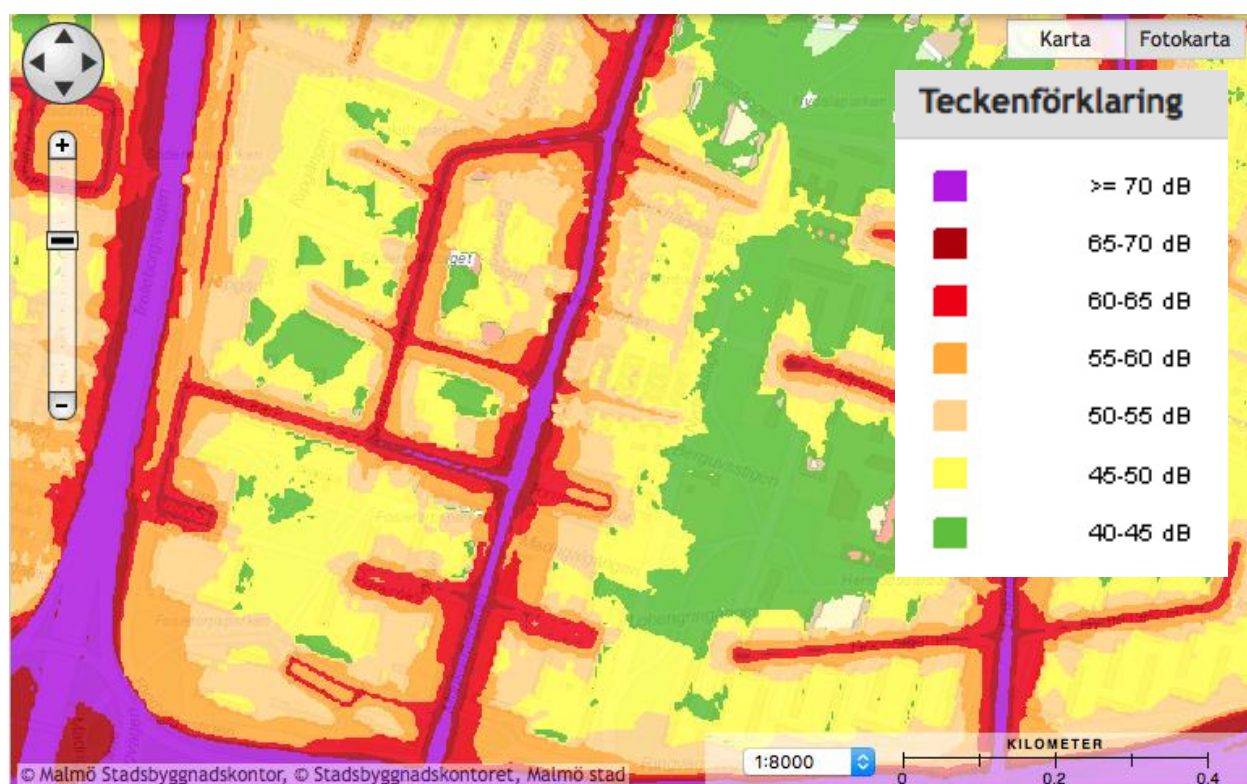


Figur 23. Schematiska bilder på funktionen av låga jordbarriärer från HOSANNA (2013)

Tabell 25. Tabellen presenterar exempel på gröna bullerreducerande lösningar.

Typ av åtgärd	Storlek	Bullerminskning	Källa
Gräsmatta	45 m	3 dB	(Bolund och Hunhammar 1999)
Tät häck	5-100 m	2 dB	(Bolund & Hunhammar, 1999) (Delshammar & Fors)
Låg ljudbarriär, öppen yta	< 1 m höjd och bredd	9 dB	(HOSANNA, 2013)
Låg ljudbarriär, gata med fasader	< 1 m höjd och bredd	6-7 dB	(HOSANNA, 2013)

ASEK (6.0 kap 10) har tagit fram kostnader för buller, se Tabell i Bilaga B. De är dels baserade på studier om hedonisk prissättning där bullernivåer påverkar fastighetspriser och dels baserade på bullers effekt på människors hälsa. Buller kan bland annat öka risken för hjärt- och kärlsjukdomar genom omedvetna sömnstörningar. De medvetna sömnstörningarna beräknas ingå i de hedoniska värderingsstudierna (Trafikverket, 2016c).



Figur 24. Karta över bullernivåerna i Söderkulla från mätningar gjorda 2012

För att beräkna värdet av minskat buller baserat från ASEKs värden (Tabell 61 i Bilaga B), utgår man från den bullernivån innan och efter en åtgärd och avläser den motsvarande kostanden per person och år. Genom att sedan uppskatta hur många personer som påverkas av åtgärden kan ett totalt värde på ekosystemtjänsten "bullerreglering" beräknas.

Söderkulla - Bullerreglering

Beräkningar av ekosystemtjänsten "bullerreglering" i Söderkulla.

Om man antar att de boende längs de större vägarna där svackdiken med bullerreglerande skydd implementeras får en minskad bullereffekt på 3-6 dB(A) (HOSANNA, 2013) kan värdet av detta uppskattas med hjälp av Trafikverkets ASEK-värden där kostnad för buller tagits fram, se Tabell 61 i Bilaga B. Kostnaden för buller utomhus och inomhus slås ihop. Antalet som drar nytta av bullerminskningen har uppskattats till 255 stycken. I beräkningarna används en triangelfördelning från 100 till 400 med 255 som mest troliga värde. Antalet är baserat på antalet lägenheter som ligger längs med vägarna där åtgärder ska implementeras, vidare baserat på att det enligt statistiken bor i snitt 1-2 personer per lägenhet. Barnen i skolan tas inte med i beräkningarna då den bullerdämpande effekten från vägen anses vara försumbar i jämförelse med bullernivån på skolan.

Tabell 26. Visar parametrar använda i beräkningen av bullerreglering.

Ursprunglig bullernivå	Minskad nivå	Kostnad	Värde av bullerminskning
60 dB		11 440 kr/person * år	
	57 dB	6092 kr/person * år	5348 kr/person * år
	54 dB	2508 kr/person * år	8932 kr/person * år
55 dB		3530 kr/person * år	
	52 dB	386 kr/person * år	2544 kr/person * år
	49 dB	0 kr/person * år	3530 kr/person * år
Bullerreglering för 255 personer, skattat			1 006 230 kr/år

Beräkningarna har utförts i @risk där hänsyn kan tas till intervallen i de fyra olika fallen. Den totala skattade bullerregleringen är det mest troliga utfallet inom detta intervall.

$$2544 + (\text{RiskUniform}(55;60) - 55) * (5348 - 2544) / (60 - 55) = \mathbf{3\ 946\ kr\ per\ person\ och\ år}$$

Totalt för 255 personer som får nytta:

$$3946\ kr/\text{person och år} * 255\ personer = \mathbf{1\ 006\ 230\ kr/år}$$

6.6 Klimatanpassning

Ekosystemtjänsten “klimatanpassning” handlar till exempel om träd och buskars lokala klimatreglering i form av reglering av luftfuktighet och luftströmmar, isolerande effekt från gröna tak, samt vegetations upptag av koldioxid vilket minskar växthuseffekten. En studie vid Lunds tekniska högskola har visat att den urbana vegetationen i Lunds tätort lagrar 2,3 ton koldioxid per invånare, och kan förutom detta ge upphov till 66 400 m³ park- och trädgårdsavfall per år vilket utgör råvaror för både biobränsle och kompost (Bengtsson, 2012).

En annan studie utförd i Storbritannien visade på grönytors positiva effekt på temperatur utjämningen. Då relativ ökning av grönytorna med 10 % i en stad kunde leda till en temperatursänkning på 2,5 grader C. En sådan effekt kan ha stor nytta vid värmeböljor, där risken för både sjukdom och dödsfall annars är hög (Naturvårdsverket, 2012).

Söderkulla - Klimatanpassning

För att få en indikation på värdet av klimatanpassning i Söderkulla valdes den isolerande effekten som gröna tak ger upphov till (GRHC, 2014). Detta för att den ansågs möjlig att kvantifiera i tillräcklig grad inom ramen för examensarbetet. Beräkningar baseras på hur mycket energi som sparas med hjälp av de gröna takens isolerande effekt.

För att beräkna den isolerande effekten används ett verktyg framtaget av Portland State University tillsammans med University of Toronto (Green Building Research Laboratory, 2013). Genom att lägga in information om ett antal parametrar som klimatzon, takens area, typ av byggnad och tjocklek på det gröna taket fås ett mått på hur stor den årliga energibesparingen. Verktøyet går att finna på följande länk:

http://greenbuilding.pdx.edu/GR_CALC_v2/grcalc_v2.php#retain

Energibesparingen har beräknats för de två typerna av gröna tak som planeras i Söderkulla, dels de extensiva gröna taken på husen längs Norra Gulsparvsgatan och Lövsångaregatan samt naturtaken på Söderkullaskolan.

Tabell 27. Resultat av beräkningarna av klimatanpassning genom energibesparing, gröna tak

	Energibesparing kWh/år	Fjärrvärmepris kr/ kWh	kr/år
Bostäder	40 000	0,86	34 400
Skolan	15 000	0,82	12 368
Totalt			46 767

Intervall på energibesparingen har satts till en jämn fördelning mellan 3000 och 50 000 kWh/år för bostäderna och 10 000 till 20 000 kWh per år för skolan. Fjärrvärmepriserna baseras på statistik från Svensk Fjärrvärme för 2014-15 (Fjärrvärme, 2015) där priser för småhus i Malmö har använts för bostäderna och de för större flerfamiljshus för skolan.

Kommentar:

Eftersom nyttan av koldioxidlagring och de lokala klimatreglerande inte har värderats kan man anta att värdet som fås fram är en underskattning av det verkliga värdet. Samtidigt kan det vara svårt att skilja den lokal klimatreglerande effekten från rekreativvärde i den hedoniska prissättningsstudie som legat till grund för att beräkna värdet av rekreation, vilket gör att man genom att inte värdera denna del av klimatanpassning undviker risken för dubbelräkning.

6.7 Rekreation samt mental och fysisk hälsa

Många studier har visat hur närhet till grönytor ger ett förhöjt värde på en fastighet jämfört med samma boendetyper som inte har denna tillgång (Zhou, Panduro, Thorsen, & Arnbjerg-Nielsen, 2012). Till exempel har en stor studie utförd i Danmark, framtagen av Naturstyrelsen, visat att värdet av ett hus höjs med 10% för varje 10 hektar extra grönyta som finns inom 500 meter från huset, och upp till 2% för varje 10 hektar inom en kilometers avstånd (Gevinster ved investeringer i byliv och bykvalitet, 2014).

Eftersom hållbara dagvattenhanteringssystem helt eller delvis är baserade på gröna och blå lösningar, kan man anta att även dessa kan ha en positiv effekt i linje med andra grönytor i stads bild. Hur stor en påverkan ett hållbart dagvattensystem har på fastigheters värde är mindre studerat. Till exempel saknas det studier på vilken effekt det stora pilotprojektet i Augustenborg faktiskt har haft för de boende och bostadspriserna i området. Dessa prisförändringar skulle i så fall behövas sättas i förhållande till förändringen som har skett i övriga Malmö för att identifiera ökningen som kan kopplas till just öppen dagvattenhantering. Hade en sådan studie funnits hade det underlättat i beräkningarna av Söderkulla då områdena, förutom att ligga i samma stad och land, har flera likheter i form av flyttfrekvens och sociala faktorer vilket skulle minska osäkerheterna i värdeöverföringen.

En sammanställning av studier gjorda på husprisers förändringar till följd av närhet till grönyta, samt en studie på höjt rekreativvärde till följd av gröna tak och fasader presenteras i Tabell 28 och här beskrivs var och en av studierna närmare. I en litteraturstudien presenterad i rapporten *Landscaping and Housing Values: An Empirical Investigation* (Rosiers, Thériault, Kestens, & Villeneuve, 2002), kommer man fram till att huspriser kan stiga upp till 3-9% beroende på om det finns träd planterade i husets närhet eller inte. Ytterligare studier (Madison, 2013) har visat att just grön infrastruktur så som raingardens, grönytor och multifunktionella lösningar kan höja fastighetsvärdet med 5,8 %. I studier presenterade av Portlands miljöavdelning, som kommit långt i arbetet med hållbar dagvattenhantering, nämns intervall på mellan 3,5-5% för ökade fastighetspriser (BES, 2010).

I ytterligare en litteraturstudie har gjorts i samband med EU projektet Hosanna (tidigare nämnts i arbetet i samband med bullerreducerande åtgärder) där det estetiska värdet av grönytor i staden undersökts. Studier från runt om i världen har undersökts, sammanställts och legat till grund för beräkningar. I boken *Environmental Methods for Transport Noise Reduction* (Nilsson, Bengtsson, & Klæboe, 2014) presenteras ett antal procentsatser som stämmer väl överens med resultat från de övriga studierna presenterat ovan. Beräkningarna gjorda i boken ledde slutligen

fram till ett värde på 24 kr per kvadratmeter för gröna tak eller vägg per person och år. För mer utförlig beskrivning om tillvägagångssättet hänvisas läsaren till boken (Nilsson, Bengtsson & Klæboe, 2014).

Tabell 28. Visar sammanställning av studier gjorda på husprisers ändring till följd av närhet till grönyta samt en studie baserad på höjt rekreativsvärde till följd av gröna tak och fasader.

Skattning på rekreativsvärde	Värde	Källa
Ökade fastighetspriser	3-9 %	(Rosiers, Thériault, Kestens, & Villeneuve, 2002),
Ökade fastighetspriser	5,8 %	(Madison, 2013)
Ökade fastighetspriser	3,5 -5 %	(BES 2010)
Gröna tak och väggar (baserat på hedoniska prisstudier)	24 kr/m ² *person*år	(Nilsson, Bengtsson % Klæboe, 2014)

Söderkulla - Rekreativsvärde

Beräkningar av ekosystemtjänsten "Rekreativsvärde" till följd av införande av hållbara dagvattenlösningar i Söderkulla.

Malmö kallar sig parkernas stad, ett uttalande som har visat sig att inte helt stämma överens med statistiken. I Statistiska centralbyråns rapport om grönytor i svenska städer, kan man se att Malmö låg näst längst ner på listan vad avser andel grön mark (SCB, 2010). Malmöborna är även flest att dela på varje park och är tillsammans med Jönköping den enda tätort med invånare som har mer än 500 meter till närmaste grönyta (SDS, 2015). Enligt teorin om marknadens påverkan av utbud och efterfrågan borde detta innebära att gröna ytor och inslag i staden värderas förhållandevis högt. Eftersom hållbara lösningar innefattar så kallade gröna och blå lösningar antas att åtgärderna kan ge upphov till en ökning med samma värde som konventionella grönytor och beräkningarna baseras på det årliga värdet av rekreation per person framtaget av Nilsson, Bengtsson, Klæboe (2014).

För att beräkna det totala värdet av rekreation i Söderkulla används ett intervall på antalet personer som uppskattas dra nytta av åtgärderna. De boende på gatorna där gröna tak införs, tillsammans med de som har lägenheter som vetter mot den estetiska gröna bullervallen samt barnen i skolan där intensiva gröna tak planeras, utgör omkring 1200 personer. Ett intervall mellan detta och hälften av invånarna i Söderkulla (cirka 2500 stycken) användes i beräkningarna. Den area grönyta som antas krävas för att uppnå värdet av 24 kr/person och år och m², sätts till mellan fem och tjugofem kvadratmeter. Detta för att ta hänsyn till att storleken på grönytan som krävs för att en person ska uppleva ett rekreativsvärde varierar.

Tabell 29. Visar intervallen och parametrarna som använts vid beräkningen av rekreativsvärdet.

Värde	24 kr/person* m ² * år
Area gröna tak och bullervallar som antas krävas för rekreation	5-25 m ²
Antal personer som berörs	1200-2500
Totalt	300 000 – 1 000 000 kr/år

Kommentar: Studierna som används för att skatta rekreation är baserade på ökande lägenhetspriser varför man skulle kunna tänka sig att inte räkna med skolan. Men eftersom dessa metoder endast är ett sätt att skatta det monetära värdet av ekosystemtjänsten och även barnen i skolan drar nytta av rekreationsvärdet räknas även deras nytta med.

6.8 Naturpedagogik

Att barn har tillgång till en utomhusmiljö med varierande grönska och plats för lek har visat sig både förbättra deras fysiska och mentala hälsa. Det handlar även om att barnen ska få möjlighet att utforska miljön runt omkring dem och låta fantasin och upptäckarglädjen fri i leken (Mårtensson, 2004). Att belysa värdet av att barn vistas i, och lär sig om naturens samband, lägger grunden för kommande generationer och hur de kommer värdera ekosystemen omkring dem (Moore, 2014).

Tyvärr har det inte varit möjligt att finna några studier gjorda på det ekonomiska värdet av naturpedagogik även om kontakt har tagits med specialist inom naturpedagogik. Ekosystemtjänsten behandlas ofta tillsammans med rekreation (Johansson, 2014) således kan de anses vara kopplade till varandra och en inkludering av värdena från båda skulle kunna innebära en dubbelräkning.

VI. Gör en återblick

Ekosystemtjänsternas värden sätts i förhållande till kostnaderna av projektet under Steg 7 när nettonuvärdet av projektet beräknas. Osäkerheterna i värderingen av ekosystemtjänster presenteras under Steg 9 i kostnads- nyttoanalysen ”Osäker- och känslighetsanalys” och vidare diskuteras resultatet under Diskussion.

Steg 7 Kostnads- nyttoanalys där lönsamheten för samhället fastställs

I kostnad-nyttoanalysen ska samtliga kostnader och nyttor inkluderas, samt vid vilken tidpunkt de inträffar. Tidsaspekten är särskilt viktig då samhällsprojekt ofta har lång tidshorisont, vilket gör att penningvärde och diskonteringsräntan kan påverka projektets lönsamhet på längre sikt.

7.1 Nuvärdesberäkning

Eftersom ett projekts kostnader och nyttor har olika värde baserat på tidpunkten de inträffar, använder man en särskilt räntesats kallat diskonteringsräntan till att omvandla framtida kostnader och nyttor om till ett dagsaktuellt nuvärde (Trafikverket, 2016d).

Valet av denna ränta kommer påverka hur stora de ekonomiska konsekvenserna blir genom nuvärdesberäkningarna (Trafikverket, 2016d). Huruvida diskontering ger en rättvis projektion av nyttor och kostnader är mycket diskuterat (Rosén, 2011; WSP, 2015), Stern-rapporten (2006) argumenterar för att diskonteringsräntan som används i beräkningar av samhällsekonomiska effekter av klimatförändringar borde vara lägre än den som "vanligen" används i samhällsekonomiska analyser då kostnaderna för miljöåtgärder ofta inträffar före nyttorna, vilket gör att kostnaderna då kommer väga tyngre än nyttorna i projekt med lång tidshorisont. Detta gör att dagens generations intressen gynnas på bekostnad av framtida generationers (Mattson, 2004).

I denna uppsats kommer båda räntesatsen som rekommenderas i Stern-rapporten (2010) och Trafikverket (2016) att användas som två scenarier på 1,4 % (Stern, 2006) och på 3,5 % (Trafikverket, 2016).

$$NV(B) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+s)^t} \quad NV(C) = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+s)^t}$$

$$NNV = NV(B) - NV(C)$$

NV (B) är nuvärdet av nyttorna

NV (C) är nuvärdet av kostnaderna

B_t är Nyttorna (Benefits) vid varje år t

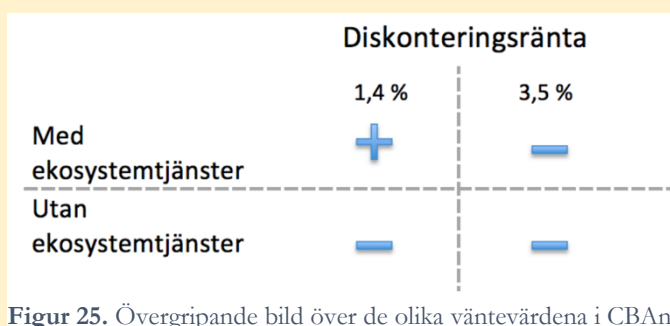
C_t är Kostnaderna (Cost) vid varje år t

S är diskonteringsräntan

Söderkulla: Resultat av nuvärdesberäkning

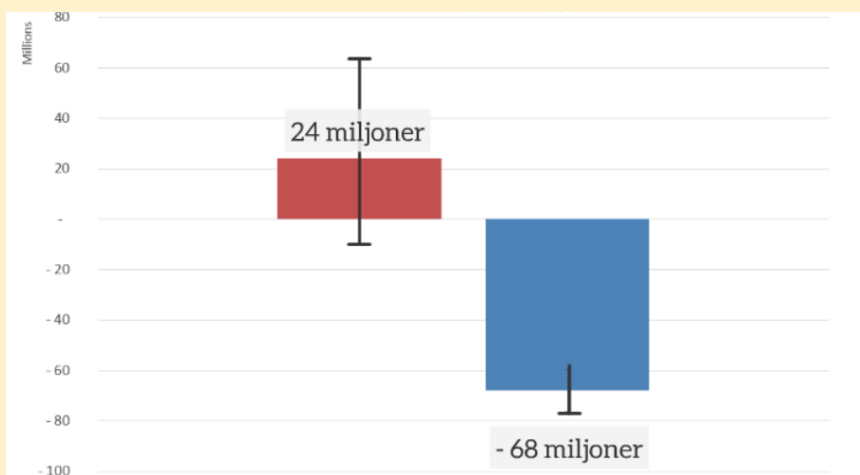
När resultatet av kostnads- nyttoanalysen av införande av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla beräknades studerades fyra olika alternativ. Som nämnt användes både diskonteringsräntan rekommenderad för klimatanpassningsåtgärder på 1,4% och den mer traditionella på 3,5%. Beräkningarna utfördes även med och utan de ekosystemtjänster som ytterligare värderats utöver översvämningsskyddet. Översvämningsskyddet är inkluderat även i alternativet ”utan ekosystemtjänster” eftersom det, trots att det är en ekosystemtjänst, är själva huvudsyftet med projektet och det värde som hade inkluderats även om ett annat lösningsalternativ studerats.

Som presenteras i Figur 25 kan man se att det enda alternativ som gav ett positivt väntevärde på införandet var då ekosystemtjänsterna inkluderades tillsammans med diskonteringsräntan på 1,4%.



Figur 25. Övergripande bild över de olika väntevärdena i CBA:n.

Figur 25 visar som sagt väntevärdet och på grund av de intervall som används på i princip alla ingående parametrar i beräkningarna, för att hantera osäkerheter och variationer, kan respektive alternativ leda till i flera olika resultat. Detta åskådliggörs i Figur 26, där den röda stapeln går upp till det så kallade väntevärdet, eller mest troliga utfallet på 24 miljoner kronor som fås då ekosystemtjänsterna inkluderas. Den blå ger väntevärdet - 68 miljoner kronor vilket är resultatet utan en monetär värdering av ekosystemtjänster. De svarta stolparna visar på spridningen som intervallen i beräkningarna ger upphov till, och teoretiskt sett skulle alltså slutvärdet kunna hamna på allt mellan plus 63 miljoner kronor eller minus 10 miljoner kronor då ekosystemtjänsterna inkluderas.



Figur 26. Nettonuvärde med och utan ekosystemtjänster, för en diskonteringsränta på 1,4%. Den röda är med och blå utan.

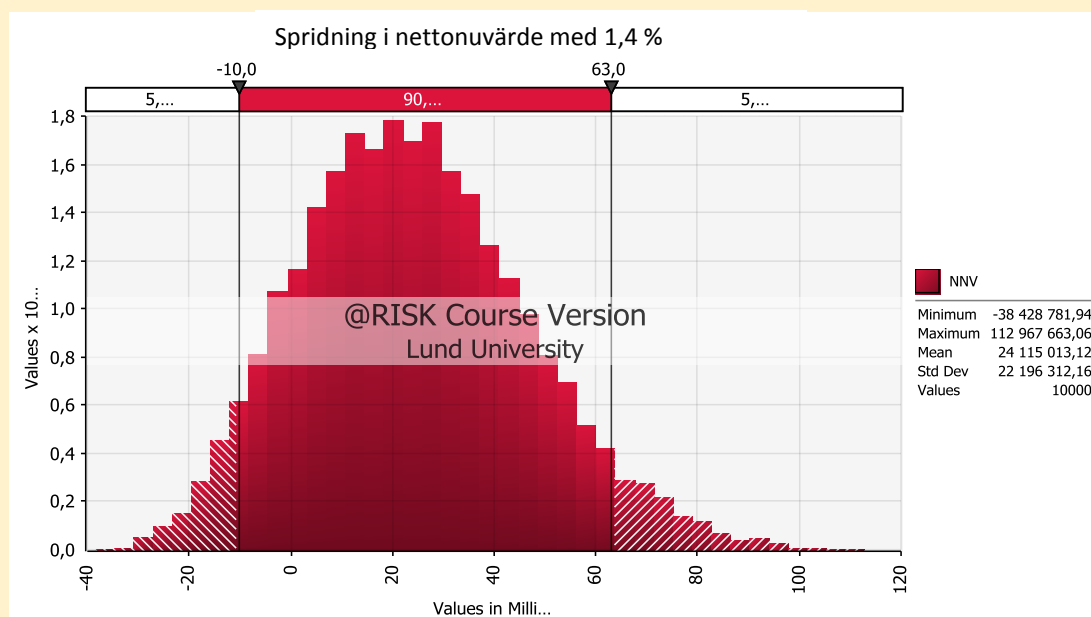
I tabellerna nedan visas resultatet mer detaljerat med siffror tillsammans med de olika delresultaten så som nettonyvärde för nyttan (ekosystemtjänsterna), kostnaden och osäkerhetsintervallen. Nettonuvärdet, NNV 5% betyder att 5% av de olika utfallen förväntas hamna under det värdet, och NNV 95% att 95% förväntas hamna under det värdet. Detta tydliggörs i Figur 28 på nästa sida där spridningen längs x-axeln visar på variationen inom nettonuvärdet (på grund av osäkerhetsintervallen) när 10 000 slumpmässiga ”dragningar” simuleras från varje intervall. Ju högre röd stapel, desto fler gånger har resultatet hamnat på det aktuella värdet. Vad spridningen beror på beskrivs mer i Osäkerhets- och känslighetsanalysen i Steg 9.

Tabell 30. Nettonuvärdet med 1,4 %

STERN 1,4 %		
NV NYTTA	101 400 000	kr
NV KOSTNAD	77 300 000	kr
NNV 5 %	- 9 795 000	kr
NNV	24 130 000	kr
NNV 95 %	63 140 000	kr
KVOT	1,312	

Tabell 31 Nettonuvärdet med 3,5 %

ASEK 3,5 %		
NV NYTTA	53 195 000	kr
NV KOSTNAD	61 677 000	kr
NNV 5 %	- 26 900 000	kr
NNV	- 8 482 000	kr
NNV 95 %	12 420 000	kr
KVOT	0,862	



Figur 27. Visar resultatet av simuleringen av nettonuvärdet av införandet av hållbar dagvattenhantering med diskonteringsränta 1,4 %. På övre y-axel ses intervallet där nettonuvärdet med 90 % sannolikhet kommer hamna inom.

De sammanställda kostnaderna och nyttorna som ligger till grund för beräkningarna har sammanställts och presenteras i Tabell 32 respektive 33 nedan. Kostnader innebär projektets investerings- och underhållskostnader, där den förstnämnda infaller år 0, medan underhållskostnaderna infaller varje år under livstiden av projektet (100 år). Nyttorna, som alla är ekosystemtjänster, har tagits fram för varje år. Ekosystemtjänsten naturpedagogik, har inte kunnat skattas då risk för dubbelräkning ansågs vara hög.

Tabell 32. Visar sammanställda investerings- och underhållskostnader av införande av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla

Kostnader, hållbar dagvattenhantering		
Investering	45 663 997	kr
Underhåll	579 000	kr/år

Tabell 33. Visar sammanställda nyttor till följd av införande av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla.

Ekosystemtjänster, hållbar dagvattenhantering		
Översvämningsskydd	170 539	kr/år
Vattenrening	22 235	kr/år
Luftkvalitet	9 235	kr/år
Bullerreglering	1 006 230	kr/år
Klimatanpassning	46 768	kr/år
Rekreation	601 361	kr/år
Naturpedagogik	-	

Steg 8 Fördelningsanalys

Ett av målen med utförandet av kostnads- nyttoanalysen var att kunna tydliggöra ansvarsfördelningen i samband med hållbar dagvattenhantering. Initialt i arbetet lades stort engagemang på att förstå den nuvarande ansvarsfördelningen bland intressenter i samhället och den rådande lagstiftningen. Lagstiftningen går i dagsläget isär och är otydligt kring denna fråga, men ett nytt lagförslag är på väg. Då informationsunderlaget kring flera punkter i kostnads- nyttoanalysen var mer begränsat och krävde avsevärt mycket mer arbete än vi trodde vid start, har tid för en djupare utredning av ansvarsfördelningen inte kunnat göras inom ramen för examensarbetet, men intervjuerna med olika intressenter har gett inblick i den grad att en enklare fördelningsanalys kunnat genomföras.

Identifierade intressenter vid införandet av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla inkluderar: de boende, fastighetsbolag, VA-huvudmannen VA SYD, försäkringsbolag, kommersiella verksamheter, Söderkullaskolan, besökande, markägare och kommunen Malmö stad.

8.1 Fördelning av nyttorna

Som framgår av konsekvenserna i Steg 2 – Beräkning av skadekostnader, kommer en rad aktörer i samhället påverkas positivt genom det översvämningsskydd som hållbar dagvattenhantering ger upphov till. I första hand påverkas privatpersoner, företag, verksamheter och kommunen direkt av översvämningsskyddet, men eftersom de flesta av dessa aktörer är försäkrade, kommer även försäkringsbolagen gynnas av införandet. Då försäkringsbolagen i sin tur kan kräva ersättning av VA huvudmannen i de fall regressrätt föreligger, kommer även VA huvudmannen dra nytta av översvämningsskyddet. De flesta försäkringsbolag är försäkrade i internationella bolag, och genom detta kan nyttorna spridas utanför landets gränser.

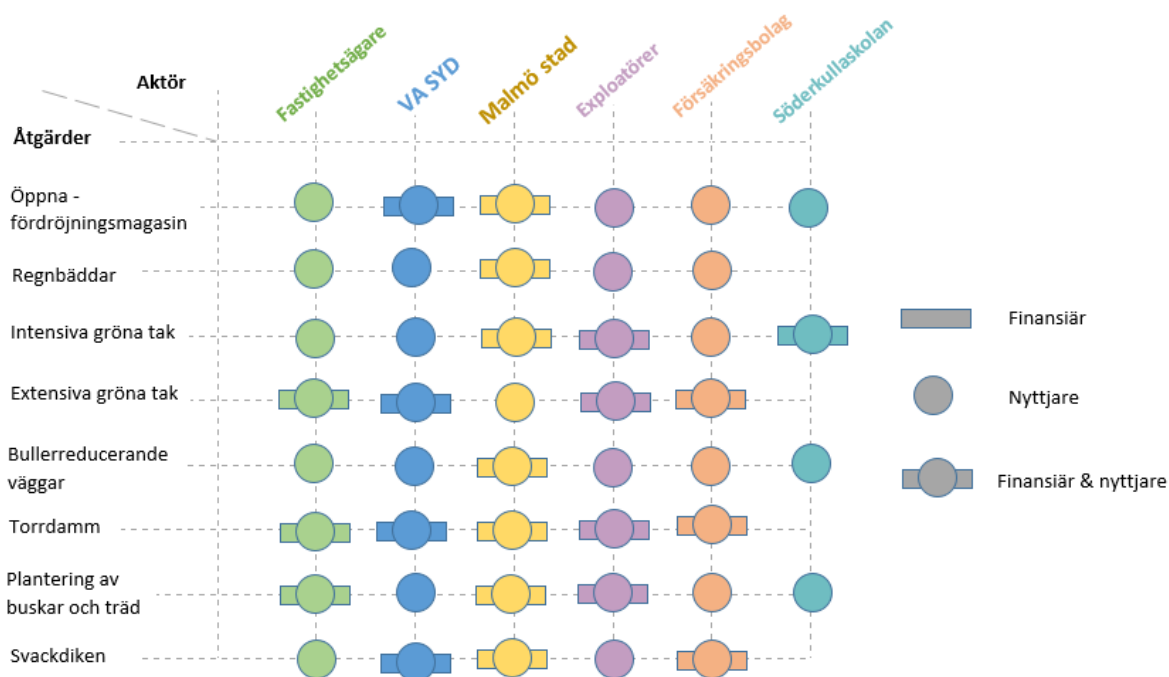
Avseende ekosystemtjänster som bullerreducering, luftkvalitet och rekreation gynnar dessa nyttor de boende och besökande i området direkt, men indirekt kan de påverka samhället i stort genom att de hälsofrämjande effekterna reducerar sjukvårdkostnaden. Hållbar dagvattenhantering ger även mervärde till mark- och fastighetsägare eftersom ekosystemtjänsten rekreation antas vara kopplad till en ökning av fastighetsvärdet. Vad gäller åtgärdernas vattenreningsförmåga gynnas främst VA huvudmannen genom de reducerade kostnaderna denna ekosystemtjänst ger upphov, men detta bidrar även positivt till samhället i stort eftersom reningsverken oftast är statligt ägda. Ekosystemtjänsten klimatanpassning nyttjas av de boende och fastighetsägarna dels genom den energibesparing de gröna taken ger upphov till, men de boende får även nytta av att vindar och luftfuktigheten regleras, och sett till nyttorna ur ett större perspektiv kan samhället i stort anses gynnas av dessa åtgärder.

8.2 Spridning av kostnaderna

Som nämnts i avsnitt 6.1.1 Ansvarsfördelning, i Del I av examensarbetet, saknas i nuläget en tydlig lagstiftning både gällande ansvar för klimatanpassningsåtgärder och fördelning av investerings- och underhållskostnaderna för hållbar dagvattenhantering i befintliga områden. Ett normativt förslag på fördelning av kostnader är att ansvarsfördelningen borde återspegla

fördelningen av nyttor som beskrevs ovan. Kommunen, vilket i fallet Söderkulla är Malmö stad, får en stor del nyttorna, men eftersom endast 30 % av marken i Malmö är allmän mark som kommunen råder över, är det inte tillräckligt stora områden för att hantera allt dagvatten på. Det finns således behov av att privata markägare ges incitament för att hantera dagvattnet lokalt på sin mark. Eftersom även försäkringsbolagen gynnas av ett system för hållbar dagvattenhantering och minskade översvämningsrisker borde dessa förslagsvis ge reducerade försäkringspremier till fastighetsägare som inför åtgärder på egen mark. I intervjun med Länsförsäkringar Skåne²², verkade representanten från bolaget positiv till förslaget. Även VA-huvudmannen drar stor nytta av införandet av hållbar dagvattenhantering, och ett förslag till finansiering är att VA huvudmannen ger reducerad taxa till fastighetsägare som inför öppna dagvattenlösningar på egen mark. Problemet är att man genom denna åtgärd inte kan ställa krav på en viss markägare att införa åtgärder, så som en industri eller företag med stor mängd impermeabla ytor där mycket dagvatten genereras. Andra kommuner har dock implementerat åtgärderna som styrmedel för att påverka ansvarstagandet.

Vad gäller de årliga skötselkostnaderna kommer dessa förmodligen hamna delvis på kommunen, fastighetsbolag och fastighetsägare, vilket ju verkar rimligt med tanke på fördelningen av nyttor. Söderkullaskolan nyttjar ekosystemtjänster i form av rekreativ värde och naturpedagogik. Trots att den sistnämnda inte har värderats monetärt i analysen, är det sannolikt en mycket samhällsnyttig ekosystemtjänst och har således valts att tas med i identifieringen. Figur 33 nedan presenteras en schematisk överblick över olika aktörer i Söderkulla och hur dessa påverkas genom att vara finansör eller nyttjare av de ekosystemtjänster åtgärderna ger upphov till. Figuren är menad att illustrera identifieringen av ansvarsfördelningen ovan.



Figur 28. Visar fördelning av nyttor och kostnader från olika åtgärder på aktörer som påverkas av införandet av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla i Malmö, figur av inspirerad av (WHITE och NCC, 2013).

²² Intervju med Ulrika Granander Granat, skadechef, Länsförsäkringar Skåne, 6 april 2016

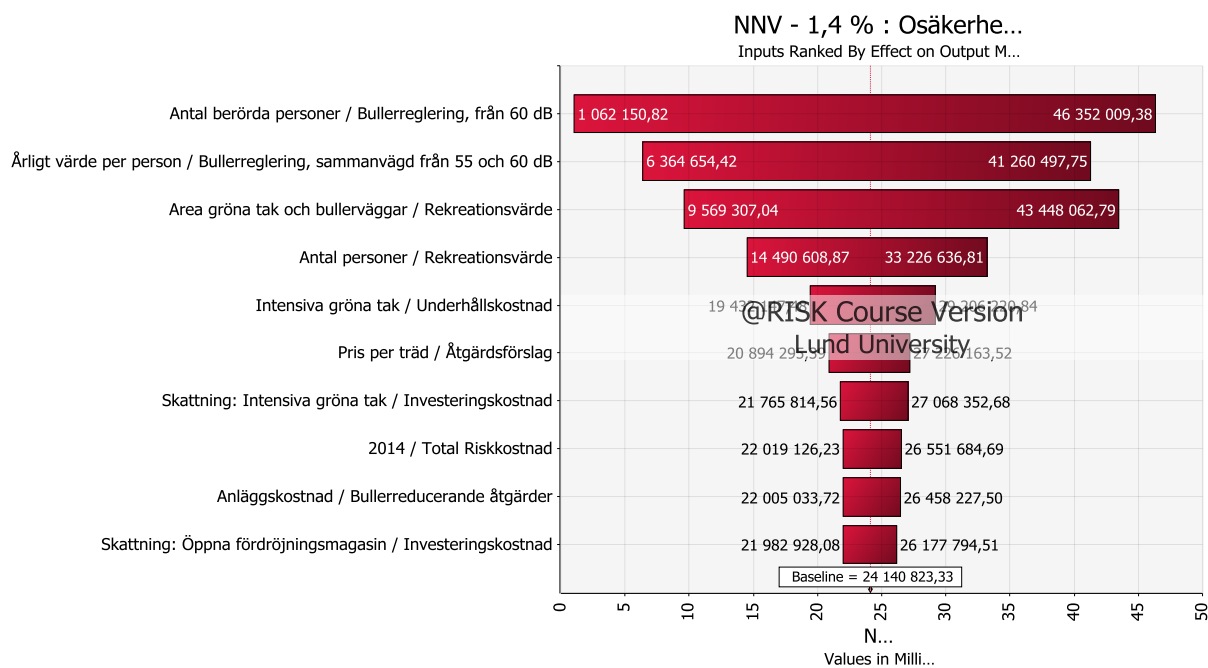
Steg 9 Osäkerhets- och känslighetsanalys

Figur 29 illustrerar påverkan som intervallen inom ett antal parametrar har på det slutliga resultatet.

De parametrar som påverkar resultatet mest är:

- Antalet personer som drar nytta av bullerregleringen, om den ursprungliga bullernivån antas vara 60 dB.
- Den sammanväga nyttan av bullerregleringen, baserat på båda ursprungsscenariorna 55 och 60 dB
- Aren av gröna tak och bullerväggar som antas uppskattas av varje person som drar nytta av rekreativsvärdet.
- Antalet personer som drar nytta av rekreativsvärdet.

Parametrarna med störst osäkerheter är således kopplade till värderingen av ekosystemtjänsterna Bullerreglering och Rekreation.



Figur 29. Visar vilka parametrar i nettonuvärdesberäkningarna som ger upphov till störst osäkerhet vid användning av diskonteringsränta 1,4 %

Hur stor minskning man kan förvänta sig av de bullerreducerande åtgärderna var svårt att uppskatta, samt viken ursprungsnivån var i Söderkulla. En uppskattning gjordes med hjälp av bullerkartan i Figur 24 i avsnitt 0

Bullerreglering. Värdet av bullerminskningen är inte linjär och påverkas i stor grad av det ursprungliga värdet, en minskning av 3 dB är mycket mer värd från 60 till 57dB, än från 55 till 52 dB. Hur många personer som antas dra nytta av bullerskyddet är också svårt att uppskatta. Värderingen bygger på siffror presenterade i (HOSANNA, 2013) där skyddet verkar kunna ge goda effekter även på flera meters avstånd och höjd från skyddet, därmed antogs lägenheter på upp till fjärde våningen ha nytta av åtgärden. Placeringen av bullervallen som krävs för att uppnå detta är dock inte undersökt närmare men det verkar som att det gröna bullerskyddet inte måste vara placerat mellan fastigheten och vägen för att en minskning ska ske, att ljudet hindras från att studsas på den motstående fasaden har också positiv effekt.

Även om flera parametrar inom bullerregleringen är osäkra, baseras de på några av de mer pålitliga källorna när det kommer till det ekonomiska värdet av minskning av varje decibel, nämligen ASEK från Trafikverket (2016c). Dessa siffror ligger till grund för många beslut inom samhällsplaneringen och har traditionellt använts för värdering av buller. Att osäkerhetsintervallen påverkar så mycket, har även att göra med att buller är så högt värderat. Hade siffror de andra ekosystemtjänsternas värde varit lika höga, hade förmodligen osäkerhetsintervallen inom de också påverkat mycket.

Även parametrar kopplade till rekreation har stor påverkan på resultatet. Det hade krävts mer specifika studier där man faktiskt undersökt hur mycket boende i ett område uppskattar lösningar som hållbar dagvattenhantering för att minska dessa. Även antalet personer som berörs hade stor inverkan och är således viktigt att notera. Vilken ekosystemtjänst det är som fångas upp i den hedoniska prisstudien kan ifrågasättas. Värdet av rekreation skulle kunna påverkas och vara beroende av bullerregleringen och luftkvalitet.

Beräkningarna har gjorts med 10 000 dragningar inom de olika intervallen och när beräkningen upprepades kunde det ses att samma fyra parametrar kom överst varje gång i grafer som den i Figur 29. Dessa har således de intervall och osäkerheter som påverkar resultatet mest. Vilka sex andra parametrar som visades i grafen varierade lite från gång till gång vilket tyder på att det är flera än de som syns i denna graf som har ungefär samma inneboende osäkerheter.

9 Diskussion

Hur kan en monetär värdering av ekosystemtjänster inkluderas i en kostnads-nyttanalys?

Grundstenarna i kostnads- nyttanalysen är att nytta och kostnaden av ett projekt eller en åtgärd fastställs, i dessa steg har ekosystemtjänsters ekonomiska värde en naturlig plats. Att integrera värderingen är således relativt enkelt, svårigheten ligger snarare i att utföra den ekonomiska värderingen då detta traditionellt inte gjorts. Att uppskatta hur ekosystemtjänsterna påverkas av projektet kväver stor expertkunskap och för att kunna göra detaljerade analyser behövs förändringen av ekosystemtjänster kvantifieras innan de värderas ekonomiskt. Tillsammans med en mer djupgående analys av ekosystemtjänsternas relation till varandra, kunde kunskapen ge en noggrannare kontroll av vilka värden som borde integreras i analysen och vilka som skulle innebära dubbelräkning.

Med tanke på att samma värderingsmetoder används för ekosystemtjänster som för värdering av andra icke-marknadsförda värden i samhället, utgör inte heller den ekonomiska metodiken ett hinder i sig. Å andra sidan kan det ekonomiska användningen av nyttobegreppet ifrågasättas, likaså om dessa värderingsmetoder verkligen är ett bra sätt att mäta nytta i samhället på. För att kunna värdera värdet av ekosystemtjänster behöver man ha en förståelse av dess betydelse för ens välbefinnande. Att människors uppfattning om vikten av naturvärden uppenbarligen inte korrelerar med dess verkliga värde ställer till problem till exempel vid användning av scenariovärderingmetoden som går ut på att undersöka människors betalningsvilja. Även värderingar baserad på priset av marknadsförda varor kan ifrågasättas som mått, om priset på varan inte reflekterar vad det egentligen kostar att producera varan. Men så länge nyttobegreppet används på det sätt det görs i dag behöver även ekosystemtjänster värderas i linje med detta, vilket även bekräftas i resultatet av kostnads-nyttanalysen i examensarbetet.

Vilka osäkerheter följer av en monetär värdering av ekosystemtjänster och hur påverkar de resultatet?

Ett argument för att inte värdera ekosystemtjänster monetärt i samband med projekt är just att det finns många osäkerheter kopplade till de ekonomiska värderingarna. Naturvårdsverket (2015) betonar att den ekonomiska värderingen ska ske med hänsyn för den kvalitet som krävs för att utgöra ett gott beslutsunderlag. Att sätta ett monetärt värde innebär å ena sidan att det är just det man får, ett tydligare och mer lättillgängligt beslutsunderlag, men å andra sidan innebär det i nuläget också osäkerheter som kan påverka kvaliteten av beslutsunderlaget.

Som åskådliggörs i steg 9 i kostnads-nyttanalysen innefattar beräkningarna stora osäkerheter, där kvaliteten av underlaget synliggörs. Orsaken till dessa osäkerheter är kopplade både till värderingen av ekosystemtjänster och uppskattningen av kostnaden av införandet. Det som inte är lika lätt att synliggöra är validiteten av värderingarna som gjorts i arbetet. Mäter vi egentligen det vi tror vi mäter? Är det till exempel möjligt att höjningen av fastighetsvärde inte alls har något med rekreativvärde eller hälsoeffekt men snarare en trend eller statussymbol? För att kunna reducera osäkerheter av denna typ behövs ytterligare kunskapsunderlag kring samhällets beroende av ekosystemtjänsterna.

En annan osäkerhet som kopplar till värderingen av ekosystemtjänster och som gör sig direkt gällande när värdeöverföring används som grund i den ekonomiska beräkningen, är att en och samma ekosystemtjänst kan värderas olika beroende på vilken plats den är på. Tillgången på ekosystemtjänsten i det aktuella området påverkar behovet av den, vilket i sin tur kan påverka hur den värderas. Detta kan leda både till under- och överskattning av tjänstens värde och det optimala är att utföra värderingsstudierna på plats i det aktuella området. Då sådana studier kräver både tid och resurser är det inte rimligt att göra i anslutning till varje projekt. Men i takt med att användning av ekonomisk värdering av ekosystemtjänster blir vanligare kommer informationsunderlaget växa och därmed utbudet på studier gjorda i likdanande miljö, vilket leder till att denna osäkerhetsfaktor minskas.

Även om ekosystemens komplexitet gör att det inte är möjligt att belysa alla sammanhang i naturen, är en presentation och värdering av ett urval av ekosystemtjänsterna vara bättre än att inte göra något alls (Naturvårdsverket, 2015). Att åskådliggöra osäkerheter i stor utsträckning som möjligt har varit en av utgångspunkterna i analysen. Genom att ta hänsyn till och visualisera osäkerhetsintervall i samband med ekonomiska beräkningar, anser vi att den ekonomiska värderingen ger ett mervärde i beslutsunderlaget och kan komplettera den kvantitativa och kvalitativa värderingen.

Vad är den samhällsekonomiska nyttan av införande av hållbar dagvattenhantering som riskreducerande åtgärd mot översvämning då en monetär värdering av ekosystemtjänster inkluderas?

Resultatet av nuvärdesberäkningarna i kostnads- nyttoanalysen gav ett positivt väntevärde då ekosystemtjänsterna inkluderades och den rekommenderade diskonteringsräntan enligt Stern, 1,4% användes. Med ASEK rekommenderade diskonteringsränta (3,5 %) användes, blev projektets väntevärde på resultatet negativt, vilket även gäller i fallen då ekosystemtjänsterna inte var inkluderade. Spridningen i resultatet var som väntat stor i alla fyra fallen.

Resultatet av nettonuvärdet utan andra ekosystemtjänster än översvämningsskydd gav stora negativa resultat vilket visar på angelägenheten av att inkludera en ekonomisk värdering av ekosystemtjänster i samhällsekonomiska analyser. Att argumentera för samma hållbara dagvattenhanteringsystem utan en monetär värdering av ekosystemtjänster är betydligt svårare, vilket kan vara en anledning till varför hållbara dagvattensystem inte är anlagda i större uträkning i nuläget. Resultatet visar även att användning av Sterns rekommenderade diskonteringsränta på 1,4% för klimatanpassningsåtgärder, inte är tillräcklig för att visa till den långsiktiga samhällsekonomiska lönsamheten av införandet av hållbar dagvattenhantering när ekosystemtjänsterna exkluderas.

En annan viktig poäng är att ekosystemtjänsten översvämningsskydd innefattar förhållandevis lite osäkerhet om man jämför med tjänsterna bullerskydd och rekreation. Med tanke på att dessa nyttoposter även är de största, med översvämningsskydd som tredje störst, är den sistnämnda en viktig och mer säker del av den totala nyttan. Det finns även en risk att översvämningsskyddet, som tas fram genom riskkostnaden för översvämning, är underskattat. Inte bara på grund av begränsat informationsunderlag inom de enskilda kostnadsparametrarna, men även då återkomsttiden för stora skyfall kan vara undervärderad. Informationen som ligger till grund för

beräkningarna av återkomsttiderna baseras på data fram till 2013 och inkluderar således inte skyfallet 2014. Inkluderingen av ett så stort skyfall skulle förmodligen höja sannolikheten för större regn, vilket skulle ge en högre riskkostnad och därmed ännu högre värdering av översvämningsskyddet.

Ytterligare en osäkerhet är att alternativkostnaden inte tagits med i beräkningarna. Beräkning av alternativkostnader innefattar att väga in värdet av de alternativ man går miste om, genom att anlägga hållbar dagvattenhantering. Dagvattenhanteringen nyttjar en större del av markytan än traditionellt ledningsnät och marken kunde annars ha använts till byggande av bostäder, och på så vis generera nytta. Men då Söderkullas översvämningssituation i nuläget ohållbar, har detta gjort att skyddsåtgärder har prioriteras i kommunens handlingsplan.

Behov av kunskapsutveckling

Att den ekonomiska värderingen av ekosystemtjänster hittills gjorts i liten utsträckning och skulle kräva djupgående analyser var en av utgångspunkterna i planeringen av examensarbetet. Områden som dock visade sig kräva djupare utredning än vad som antogs initialt var kostnader av och dimensionering av hållbar dagvattenhantering i befintligt bostadsområde, skadekostnaden vid översvämning samt vilka regnvolymmer som är kopplade till olika återkomsttider.

Införande av hållbart dagvattenhanteringssystem i befintligt bostadsområde har endast gjorts i begränsad utsträckning fram tills idag, där Augustenborg är ett av de största projekten. Detta gör att informationsunderlaget både för anläggningskostnader och effektiviteten av sådana system är begränsat. Då den ekonomiska värderingen av ekosystemtjänster i sig är osäker och en relativt ny metod, är ett förslag för att minska de samlade osäkerheterna i resultatet, att utföra värderingen i samband med ett projekt där mer informationsunderlag finns tillgängligt. Till exempel i samband med ett exploateringsområde där information kring anläggningskostnaderna förmodligen är mer tillgängligt.

Även att utföra en kostnads- nyttoanalys på pilotprojektet Augustenborg vore ett steg som kunde göra värdering av nyttan av likande projekt mer noggrann, och på så vis underlätta för införandet av liknande system i andra områden. Att synliggöra och kvantifiera den fantastiska information som projektet bidragit till, anser vi borde satsas på i det fortsatta arbetet med värdering av ekosystemtjänster kopplade till hållbar dagvattenhantering. Idag används området för inspiration och spridning av den kvalitativa nyttan det ger, men att mer detaljerad information kring kostnader skulle vara värdefullt framkom bland annat på ett seminarium om dagvatten med aktuella intressenter. Kan en värdeökning på lägenheterna i området ses jämfört med lägenheter i ett motsvarande område utan samma gröna och blå inslag? Har flyttfrekvensen ändrats och kan detta kopplas till ökad trivsel till följd av systemet? Hur mycket energi uppskattas sparas i reningsverket tack vare näringsupptag? Vilka åtgärder har visat sig vara mest kostnadseffektiva?

10 Slutsats

Hållbar dagvattenhantering har stark koppling till ekosystemtjänster och den monetära värderingen i samband med införandet i Söderkulla visar på samhällsnyttan av ett sådant system. Att använda sig av en monetär värdering i samband med beslut kring samhällsprojekt kan ge mervärde och bidra till att kommunicera värdet på ett språk som alla kan relatera till. Samtidigt leder kunskapsbrist kring beroenden mellan ekosystemen, dess tjänster och oss människor till stora osäkerheter som påverkar kvaliteten av resultatet. Den monetära värderingen kan trots osäkerheterna motivera lösningar som främjar ekosystemtjänster i miljöer där ekosystemen är hotade, men det är viktigt att ta ännu större hänsyn till osäkerheterna i mer komplexa och sårbara miljöer. Den informationsbrist som föreligger behöver bemötas med ödmjukhet och respekt för att våra kommande generationer ska få ta del av de fantastiska värden som naturen ger oss.

11 Referenser

- Akselsson, R. (2014). *Människa, teknik och organisation och hantering av risker*. Lund: Ergonomi och aerosolteknologi.
- Älvstranden Utveckling AB. (2013). *Lindholmshamnen PM Utvärdering*. Göteborg: Älvstranden Utveckling AB.
- Aven, T. (2004). *Grunnleggende om risiko, kost-nytte, risikostyring og beslutningstaking*. Norges forskningsråd.
- Bengtsson, A. (2012). *Ekosystemtjänster från urbana grönytor – en systemstudie med fokus på kollagring och biobränsleproduktion i Lunds kommun*. Lund: Lunds universitet: Miljö- och Energisystem.
- BES. (2010). *Portland's Green Infrastructure: Quantifying the Health, Energy, and Community Livability Benefits*. Portland: Bureau of Environmental Services City of Portland (BES), ENTRIX.
- Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29, 293–301.
- Brännlund, R., & Kröner, B. (2012). *Miljöekonomi*. Lund: Studentlitteratur.
- C/O City. (2013). *Ekosystemförtjänster - från samråd till samfinansiering*. Stockholm: VINNOVA.
- C/O City. (2014a). *Urbana ekosystemtjänster: Låt naturen göra jobbet*. Stockholm: Maria Block och Varis Bokalders.
- C/O City. (2014b). *Ekosystemtjänster i stadsplanering - en vägledning*. Stockholm: VINNOVA.
- CICES. (den 24 02 2016). *CICES*. Hämtat från Towards a common classification of ecosystem services: <http://cices.eu/>
- Clark, C., Adriaens, P., & och Talbot, F. (2008). Green Roof Valuation: A Probabilistic Economic Analysis of Environmental Benefits. *Environ. Sci. Technol* 42 (6), 2155–2161.
- Costanza, R. (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation* 141, 350–352.
- COWI. (2015a). *Risikohänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Stadsbyggnadskontoret Göteborg.
- COWI. (2015b). *GUIDE för analys av översvämningsrisker*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs kommun.
- Dagens Nyheter. (den 18 08 2010). *Dagens nyheter*. Hämtat från dn.se: <http://www.dn.se/nyheter/sverige/dyr-nota-for-skyfall-i-skane/>
- Dahlström, B. (2010). *Regnintensitet - en molnfysisk betraktelse*. SVU-rapport 05.
- Delshammar, T., & Fors, H. (u.d.). *Gröna och blå strukturer för en hållbar stadsutveckling*. Statens Lantbruks Universitet (SLU) Rapport 2010:16.
- Delshammar, T., Huisman, M., & Kristoffersen, A. (2004). *Uppfattningar om öppen dagvatten - hantering i Augustenborg, Malmö - utvärdering efter några års drift*. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Eco-roofs. (den 24 05 2016). *Green Roof Benefits*. Hämtat från Green Roofs for Healty Cities: <http://www.greenroofs.org/index.php/about/greenroofbenefits>
- Ekologgruppen. (2016). *Fördrojning av dagvatten inom befintlig bebyggelse i östra Lund*. Landskrona: Dagvattengruppen, Höje å vattenråd.
- Energimyndighet, S. (2013). *Konsekvenser av elavbrottet i Sydsvrige den 23 september 2003*. Regeringen.
- Eskilstuna kommunkoncern. (2015). *Riktlinjer för dagvattenhantering*. Eskilstuna kommunkoncern. (Dir. 2015:115). *Ett stärkt arbete för anpassning till ett förändrat klimat*. Stockholm: Miljö- och energidepartementet, Regeringen. (2010/11:79). *Finanspolitiska ramverket*. Finansdepartementet, Regeringskansliet.

- Fjärrvärme, S. (2015). *Fjärrvärmepriser*. Hämtat från Svensk Fjärrvärme: <http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarmepriser/>
- FN. (1987). *Our Common Future - Brundtland Report*. . Oxford: Oxford University Press.
- Försäkring, S. (2015). *Försäkringar i Sverige, statistik 2014*. Stockholm: Svensk Försäkring.
- Gevinster ved investeringer i byliv og bykvalitet*. (den 14 11 2014). Hämtat från www.erhvervsstyrelsen.dk: https://erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/pjece_gevinster_ved_byliv_bolig-og_erhverv_141114_web.pdf
- Grahn, T., Nyberg, L., & Blumenthal, B. (2014). *Analys av översvämningsskador - En kunskapsöversikt. Rapport 2014:1*. Centrum för klimat och säkerhet, Karlstad Universitet.
- Green Building Research Laboratory. (2013). *Green Roof Energy Calculator*. Hämtat från Portland State University: http://greenbuilding.pdx.edu/GR_CALC_v2/grcalc_v2.php#retain
- GRHC. (2014). *Green Roof Benefits*. Hämtat från Green Roofs for Healthy Cities: <http://www.greenroofs.org/index.php/about/greenroofbenefits>
- Groot, R. d., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., & Braat, L. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 50-61.
- Gustavsson, K., Hermansson, K., & Lingborg, A. (1993). Fördröjningsmagasin för dagvatten. *VA-Forsk*, 27-28.
- Haeggblom, J., & Hallerth, J. (2016). *Kompakta öppna dagvattenlösningar i urban miljö - Skyfallsshantering i området Husensjö i Helsingborgs stad*. Lund: Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik, Institutionen för kemiteknik, Lunds Tekniska Högskola.
- Hernebring, C. M. (2015). Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31: Fokuserat mot konsekvenser och relation till regnstatistik i Malmö. *VATTEN – J. Water Manag*, 85-99.
- Hernebring, C., Milotti, S., Steen Kronborg, S., Wolf, T., & Mårtensson, E. (2015). Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31. *VATTEN – Journal of Water Management and Research*, 85-99.
- HOSANNA. (2013). *Novel Solutions for Quieter and Greener Cities*. Hämtat från http://www.ljudlandskap.acoustics.nu/downloads/nyheter/default/HOSANNA_SUMMARY_BROCHURE_JANUARY_2013HQ.pdf
- HSB. (den 26 03 2016). *Söderkullas historia*. Hämtat från [HSB.se: https://www.hsb.se/malmo/brf/soderkulla/om-foreningen/soderkullas-historia/](http://www.hsb.se/malmo/brf/soderkulla/om-foreningen/soderkullas-historia/)
- Hultkrantz, L., & Nilsson, J.-E. (2008). *Sambällsekonomisk analys, en introduktion till mikroekonomi*. Falkenberg: SNS Förlag.
- IPCC. (2007). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Summary for policymakers*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Johansson, E. (2014). *Utvärdering för ramverk av tätortsnära ekosystemtjänster*. Miljö- och Energisystem, Institutionen för Teknik och Samhälle. LTH.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar Straus Giroux.

- Karlsson, S., & Larsson, M. (2015). *Cost-benefit analysis - A tool for decision-making in pluvial flood risk management*. Göteborg, Chalmers university of technology: Master of Science Thesis in the Master Degree Programme Infrastructure and Environmental Engineering.
- Karlstad kommun. (2011). *Detaljplan för KV kanoten i Karlstad*. Stadsbyggnadskontoret.
- Kinell, G., Söderqvist, T., & Hasselström, L. (2009). *Monetära schablonvärden för miljöförändringar*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Klimatanpassningsportalen. (u.d.). *Träd i stadsmiljö*. Hämtat från klimatanpassning.se: <http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/trad-i-stadsmiljo-1.93617>
- Kriström, B., & Bonta Bergman, M. (2014). *Sambällsekonomska analyser av miljöprojekt – en vägledning*. SLU, Umeå: Naturvårdsverket, RAPPORT 6628.
- Länsförsäkringar Skåne. (2015). *Det här hände när regnet lamslog sydvästra Skåne*. Länsförsäkringar Skåne.
- Leidstedt, T. (2006). *Ytligt dagvatten i bostadsområden*. Malmö: Mark & Miljö Projekt AB.
- Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., & Larm, T. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Vinnova.
- Lindhjem, H., & Dinéh Sørheim, M. (2012). *Urbane økosystemtjenester i Norge: Status, utvikling, verdi og kunnskapshull*. Vista Analyse AS, Rapport 37/2012.
- Lindmark, U. (2013). *Restvärdesräddning vid brand och vattenskada/Sanering av väg och järnväg/ Evakuering/ Skyddsjordning - Enligt avtal mellan Räddningstjänsten Syd och Försäkringsbranschens restvärdesräddning*. Malmö: Räddningstjänsten.
- Ludzia, A., Larsson, R., & Aguayo, S. (2014). Utvärdering av dagvattensystemets hållbarhet. *Tidskriften Vatten*, 107-114.
- MA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment (MA). Washington, DC: Island Press.
- MA. (2007). *A Toolkit for Understanding and Action - Protecting Nature's Services. Protecting Ourselves*. Millennium Ecosystem Assessment (MA). Washington D.C.: Island Press.
- Madison, C. (2013). *Impact of Green Infrastructure on Property Values within the Milwaukee Metropolitan Sewerage District Planning Area: Four Case Studies*. Milwaukee : Center for Economic Development, UWM.
- Magnussen, K., Wingstedt, A., Rasmussen, I., & Reinvang, R. (2015). *Kostnader og nytte ved overvannstiltak*. Oslo: Vista Analyse AS.
- Malmö stad. (2000). *Dagvattenpolicy för Malmö*. Malmö stad.
- Malmö stad. (2008). *Dagvattenstrategi för Malmö*. Malmö stad.
- Malmö stad. (2016). *Plan för Malmös vatten*. Malmö stad.
- Mårtensson, F. (2004). *Landskapet i leken - En studie av utombuslek på förskolegården*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).
- Mattson, B. (2004). *Kostnads- nyttoanalys*. Räddningsverket.
- Mattson, B. (2000). *Risikohantering vid skydd mot olyckor*. Karlstad: Räddningsverket.
- MEAS, M. a. (2013). *An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020*. European Union.
- Medelberg, P. (2015). *Hållbar dagvattenhantering i Malmö - Fastighetsägare och VA SYDs syn på dagvattenhantering i ett förändrat klimat*. Malmö Högskola.
- Messner, F., Penning-Rowsell, E., Green, C., Meyer, V., Tunstall, S., & van der Veen, A. (2007). *Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods. FLOODsite, Report T09-06-01*. Hämtat från FLOODsite.

- Miljö- och energidepartementet, R. (2015:115). *Ett stärkt arbete för anpassning till ett förändrat klimat*. Stockholm: Regeringskansliet.
- Miljöförvaltningen. (2015). *Luften i Malmö*.
http://miljobarometern.malmo.se/content/docs/Luften_i_Malmö_2014.pdf: Malmö stad, hämtad 2016-04-26.
- Miljösamverkan Västra Götaland. (2014). *Handläggartöd om dagvatten*. Hämtad: 2016-04-28:
https://www.rent-dagvatten.se/images/Dokument/Handl%C3%A4ggart%C3%B6d_om_dagvatten_fr%C3%A5n_Milj%C3%B6samverkan_V%C3%A4stra_G%C3%B6taland_juni_2014.pdf.
- Moore, R. C. (2014). *Nature Play & Learning Places Creating and managing places where children engage with nature*. Version 1.2. : Raleigh, NC: Natural Learning Initiative and Reston, VA: National Wildlife Federation .
- MSB. (2010). *Ekonomiska konsekvenser av kraftiga skyfall: tre fallstudier*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB); Rapport MSB 245.
- MSB. (2012). *Översvämningar i Sverige 1901-2010*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- MSB. (2013a). *Pluviala översvämningar – konsekvenser vid skyfall över tätorter. En kunskapsöversikt*. . Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) 567-3.
- MSB. (2013b). *Handlingsplan för skydd av samhällsviktig verksamhet. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). 567-3.
- MSB. (2014). *Vägledning för skydd av samhällsviktig verksamhet*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- MSB. (2015). *Kostnader för störningar i infrastrukturen - Metodik och fallstudier på väg och järnväg*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (2015). *Vägledning för utredning av översvämningar*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- Naturskyddsföreningen. (2011). *Räkna med ekosystemtjänster - Underlag för att integrera miljövärden i den kommunala beslutsprocessen*.
- Naturvårdsverket. (2008). *Kostnads-nyttoanalys som verktyg för prioritering av efterbehandlingsinsatser*. Rapport 5836.
- Naturvårdsverket. (2010). *Innovativt dagvattensystem i Malmö*. stockholm: Information Fakta, goda exempel vatten och avlopp.
- Naturvårdsverket. (2012). *Sammanställd information om ekosystemtjänster*.
- Naturvårdsverket. (2015). *Guide för värdering av ekosystemtjänster*. Stockholm: Rapport 6690.
- NEA, The UK national ecosystem assessment: (2011). *Synthesis of the Key Findings*. Cambridge: The UK national ecosystem assessment (NEA): UNEP-WCMC.
- Nilsson, M., Bengtsson, J., & Klæboe, R. (2014). *Environmental Methods for Transport Noise Reduction*. CRC Press .
- Nilsson, R., & Johansson, J. (2015). *Helhetsperspektiv Höje å – Värdering av och åtgärdsförslag för ekosystemtjänster*. Lund: Höje å vattenråd.
- Nowak, D., Crane, D., & Stevens, J. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* 4, 115-123.
- Nowak, D., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 193, ss. 119-129.
- Pihl, H. (2014). *Miljöekonomi för hållbar utveckling*. Lund: Studentlitteratur, 5 uppl.

- Ramböll. (2015). *Hydraulisk modellering runt Söderkullaparken*. Malmö.
- Resilient Regions. (2016). *Vad kostar det att staden är ur funktion?* Malmö: Resilient Regions, ÅF, Plats pilot.
- Rockström, J., & Klum, M. (2015). *Big world, small planet : välfärd inom planetens gränser*. Stockholm: Max Ström.
- Rosén, L. N. (2011). *Guidance on how to perform a Cost-Benefit Analysis of alternative flooding protection measures*. Sweco Environment AB.
- Rosiers, F. D., Thériault, M., Kestens, Y., & Villeneuve, P. (2002). *Landscaping and Housing Values: An Empirical Investigation*. Laval, Canada: 2001 American Real Estate Society Annual Meeting.
- Scandinavian Green Roof Institute . (den 28 04 2016). *Om gröna tak*. Hämtat från greenroof.se: <http://greenroof.se/om-grona-tak/>
- SCB. (den 19 11 2010). *Förändring av vegetationsgrad och grönytor inom tätorter 2000-2005*. Hämtat från Statistiska centralbyrån (SCB): http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0805/2005A01X/MI0805_2005A01X_SM_MI12S_M1003.pdf
- SDS. (den 12 09 2014). *Hemlös efter regnkaoset*. Hämtat från Sydsvenskan: <http://www.sydsvenskan.se/2014-09-11/hemlos-efter-regnkaoset>
- SDS. (den 31 08 2014). *Översvämning i Malmö: Strömbrott i översvämningarnas spår*. Hämtat från sydsvenskan.se: <http://www.sydsvenskan.se/2014-08-31/oversvamning-i-malmo-strombrott-i-oversvamningarnas-spar> den 20 03 2016
- SDS. (den 04 10 2015). *Malmöbornas skyfallsnota: 160 miljoner*. Hämtat från Sydsvenskan.se: <http://www.sydsvenskan.se/2015-10-04/malmo-bornas-skyfallsnota-160-miljoner>
- SDS. (den 29 05 2015). *Parkernas stad är inte skånsk*. *Sydsvenskan*, ss. <http://www.sydsvenskan.se/2015-05-29/parkernas-stad-ar-inte-skansk>.
- SFS, 2003:778. *Lagen om skydd mot olyckor*. Stockholm: Justitiedepartementet.
- Skånska dagbladet. (den 26 09 2015). *Nu återvänder de hem*. Hämtat från skd.se: <http://www.skd.se/2015/09/26/nu-atervander-de-hem/> den 20 03 2016
- SMHI. (den 25 03 2016). *Haftigare skyfall i framtida klimat*. Hämtat från SMHI: <http://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/haftigare-skyfall-i-framtida-klimat-1.32213>
- Sörensen, J. (in press). *Open LID stormwater system tested during severe flood event*. In: 2016 International Low Impact Development Conference. Beijing.
- SOU. (2007). *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter, 2007:60*. Miljö- och energidepartementet.
- SOU. (2013:68). *Statens offentliga utredningar (2013:68) Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster*. Stockholm: Statens offentliga utredningar, Miljö- och energidepartementet.
- Stahre, P. (2008). *Blue-Green Fingerprints in The City of Malmö*. Malmö: Malmö Stad och VA SYD.
- Stenberg, S., & Johansson, E. (2014). *Implementering av öppna dagvattenanläggningar i innerstaden*. Malmö högskola.
- Stern, N. (2006). *The Economics of Climate Change – the Stern Review*. Cambridge: Cabinet Office HM Treasury: Cambridge University press.
- Stolton, S., Dudley, N., & Randall, J. (2008). *Natural Security Protected areas and hazard mitigation - A research report by WWF and Equilibrium*. WWF – World Wide Fund for Nature .

- Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande*. Svenskt Vatten AB.
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag- drän och spillvatten*. Svenskt Vatten AB.
- Sveriges Radio. (den 01 09 2014). *Fortfarande 1 700 strömlösa*. Hämtat från sverigesradio.se: <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=96&artikel=5952081>
- SVT. (den 20 03 2016). *Regnoväder orsakade kaos i Skåne*. Hämtat från SVT Nyheter Skåne: <http://www.svt.se/nyheter/lokalt/skane/hundratals-larm-efter-ovader-i-skane>
- Sweco. (2014). *Kostnads-nyttanalytisk analys av översvämningsåtgärder i Göteborg – en pilotstudie*. Göteborgs stad. Täby kommun. (u.d.). *VA-taxa 2016*. Hämtat från Täby kommun: [http://www.taby.se/Global/Bygga,%20bo%20och%20milj%c3%b6/Vatten%20och%20Avlopp%20\(VA\)/VA-taxa/VA-taxa%202016.pdf](http://www.taby.se/Global/Bygga,%20bo%20och%20milj%c3%b6/Vatten%20och%20Avlopp%20(VA)/VA-taxa/VA-taxa%202016.pdf) den 28 04 2016
- TEEB. (2008). *An interim report*. Cambridge: European Communities, The economics of ecosystems and biodiversity.
- TEEB. (2010a). *TEEB for Local and Regional Policy Makers*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.
- TEEB. (2010b). *Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. The economics of ecosystems and biodiversity.
- Theland, J. (2015). *Funktionen av hållbara dagvattenlösningar och gröna ytor vid extrema regn*. Malmö: Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära.
- Trafikverket. (2016). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader*. Trafikverket.
- Trafikverket. (2016a). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader*. Trafikverket.
- Trafikverket. (2016b). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 11 Kostnad för luftföroreningar*.
- Trafikverket. (2016c). *Riktvärden för buller och vibrationer*. Stockholm: <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/miljo-och-halsa/halsa/buller-och-vibrationer/mal-och-inriktning/riktvarden-for-buller/> , Hämtad 2016-04-25.
- Trafikverket. (2016d). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0 Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader*. http://www.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/09_trafiksakerhet_a60.pdf: Trafikverket.
- Tyréns. (2009). *Samhällskostnader vid störningar i dricksvattenförsörjningen*. Stockholm: VAS-rådet.
- van Noord, M., & Winkler, T. (2013). *Ekosystemtjänster, från samråd till samfinansiering*. C/O City.
- Wallace, K. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation* 139, 235–246.
- WHITE och NCC. (2013). *NCC och ekosystemtjänsterna*.
- WSP. (2015). *Förstudie restaurering av mensättra våtmark - en ekosystemtjänstanalys*. Hämtat från Nacka kommun: http://infobank.nacka.se/handlingar/Tekniska_namnden/2015_NTN/20150519/06_B_F%C3%B6rstudie_Mens%C3%A4ttra_150325_Slutversion2.pdf den 17 03 2016
- WSP. (2015). *Socioekonomiska indata för prognosår 2040 och 2060 - teknisk dokumentation för indata till Samgods och Sampers*. WSP - Analys & Strategi.

Zhou, Q., Panduro, T., Thorsen, B., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2012). Adaption to Extreme Rainfall with Open Urban Drainage System: An Integrated Hydrological Cost-Benefit Analysis). *Environmental Management*, ss. 586-601.

Bilaga A: Konsekvensutredning

För att ta hänsyn osäkerheterna i samband med beräkningarna används intervall på stort sett alla parametrar som sedan vägs samman i analysprogrammet @Risk.

Konsekvenser på människors hälsa

Översvämningar påverkar på människors liv och hälsa både fysiskt och psykiskt (MSB, 2015). Till denna punkt räknas även negativa konsekvenser på samhällsviktig verksamhet eftersom skador på dessa anses ha indirekt påverkan på människors hälsa (MSB, 2015).

Dödsfall och fysisk skada

I samband med översvämningar kan skador på människors hälsa förekomma och i värsta fall dödsfall till följd av drunkningsolyckor, elchock eller bilolyckor vid t.ex. vattenplaning (SOU, 2007:60, B32). Risk för skador eller dödsfall finns redan vid mindre översvämningar, då vattenytan kan dölja djupa manhål där brunnslöck har lyfts och flyttats av vattentrycket²³. För barn kan en vattenpöl vara frestande att vada i, men även mindre vattenmängder kan utgöra en fara. Vid översvämningar finns även risk för spridning av infektionssjukdomar, då översvämningsvatten ofta består ofta av en blandning av spill-, drän-, avlopp- och dagvatten (MSB, 2012). Senast 2011 dog en person vid översvämning i Köpenhamn till följd av leptospirosmitta (smitta från döda råttor) (MSB, 2013a).

I syfte att skatta den förväntade samhällskostnaden av avlidna eller skadade vid översvämning kan data kring historiska översvämningshändelser i Sverige användas. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har sammanställt data från 190 översvämningar (varav 62 pluviala) i Sverige mellan 1901 och 2010, där dödsfall redovisades i 7 av 100 tillfällen, medan allvarliga skador redovisats i 9 av 100 fall. Antalet avlidna varierade mellan en till tre personer och antalet allvarligt skadade vid varje tillfälle varierade mellan en och tio (MSB, 2012). I

Tabell 34 nedan presenteras sannolikheten för dödsfall och allvarlig skada vid översvämning baserad på ovanstående information.

Tabell 34. Beräknad sannolikhet för dödsfall och allvarlig skada, givet översvämning, MSB, 2012.

Påverkan	Sannolikhet
Dödsfall	0,07
Allvarlig skada	0,09

Eftersom dataunderlaget som presenteras ovan är baserad på statistisk från endast 100 översvämningar och inte heller presenterar vilken sorts översvämning som försakat olyckan, gör detta att siffrorna innefattar stor osäkerheter. Bland annat är sannolikheterna för allvarligt skadade och dödsfall så pass lika vilket ifrågasätts. Detta kan tyda på att ett större informationsunderlag skulle behövas.

²³ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

Att skatta värdet av ett förlorat liv eller en allvarlig skada i pengar innebär många svåra etiska dilemman, men inom välfärdsekonomin har det sedan länge används särskilda skattade mått på värdet av liv och hälsa, då val mellan olika riskreducerande åtgärder ska vidtas (Grahn, Nyberg, & Blumenthal, 2014). I detta examensarbete kommer inte den etiska dimensionen att diskuteras vidare, men i beräkningarna kommer Trafikverkets skattning "värdet av statistiskt liv" (VSL) att användas. Detta mått har som syfte att spegla den samhällsekonomiska förlusten av förlorat liv eller hälsa (Trafikverket, Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader, 2016).

Vad gäller den direkta ekonomiska konsekvensen av en skada, kan det direkta värdet beräknas genom den sjukvårdskostnaden som uppstår, medan det indirekta kan skattas genom produktionsförlust till följd av sjukskrivning eller reducerad arbetskapacitet till följd av skadan. Värdena från Trafikverkets (2016) schablonvärden från ASEK 6.0 (Tabell 35) innefattar materiella kostnader i form av vård, administrativa kostnader och produktionsbortfall till följd av dödsfall eller sjukskrivning (Trafikverket, 2016).

Tabell 35. ASEK 6.0 kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader, sidan 5.

Konsekvens	Kostnad	Andel av VSL
Värdet av statistiskt liv (VSL)	25 416 000 kr/liv	
Svårt skadade	4 706 000 kr	18,5 %
Lindrigt skadade	230 000 kr	0,9 %

Psykisk ohälsa och obehag

Att människors hälsa kan påverkas negativt i tiden efter en allvarlig händelse är allmänt känd och symptom som oro, nedstämdhet och stress i samband med översvämningar har blivit observerade (Grahn, Nyberg, & Blumenthal, 2014). Att värdera värdet av skador i form av psykiska eller sociala konsekvenser är dock svårt att skatta eftersom de i större grad än de direkta skadorna behandlar subjektiva värderingar (Grahn, Nyberg, & Blumenthal, 2014). I en engelsk studie av 983 översvämningsdrabbade personer uppgav hela 72 procent att de hade psykiska besvär som följd av upplevelsen i form av oro vid regnfall, ökad stressnivå och sömnsvårigheter (Grahn, Nyberg & Blumenthal, 2014).

Evakuering är en situation som människor upplever mycket olika, men har potential att påverka hälsan negativt. Ett mått på antal människor som drabbas av psykisk påfrestning till följd av översvämning skulle således kunna vara antal evakuerade personer. I studien av konsekvenser av översvämningar i Sverige rapporterades evakuering i 37 av 100 översvämningar (MSB, 2012). Antalet drabbade personer varierade mellan 1 till 50 personer vid varje översvämning i de fallen som redovisades (MSB, 2012). I Tabell 35 nedan presenteras sannolikheten av evakuering vid översvämning. Observera att informationen i tabellen inte redovisar vid vilken grad av översvämning som evakuering har skett, ej heller vid vilken typ av översvämning samt antalet drabbade vid varje tillfälle.

Tabell 36. Visar den beräknade sannolikheten av evakuering givet översvämning

Konsekvens	Sannolikhet
Evakuering	0,37

Ett sätt att skatta den ekonomiska förlusten till följd av psykisk ohälsa eller obehag är genom att använda vårdkostnaden eller förlorad inkomst till följd av sjukskrivning. Då detta beräknings sätt i arbetet används under posten produktionsförlust/inkomstförlust vid konsekvens på ekonomiskverksamhet vill detta leda till dubbelräkning. Värdet av möjliga negativa konsekvenser på psykisk hälsa har således inte tagits fram i detta arbete.

Söderkulla - Ekonomisk värdering av människors hälsa

Under rubrik presenteras beräkningar för skadekostnader kopplade till liv och hälsa specifikt för området Söderkulla vid översvämning. Värt att poängtera är att det här inte har tagits hänsyn till graden av översvämning vid händelserna 2014, 2010 eller 2007.

Dödsfall och personskador

Inga dödsfall eller personskador rapporterades i Söderkulla vid händelserna 2014, 2010 eller 2007. För att skatta förväntad värdeförlust till följd av denna konsekvens i framtida händelser används statistiken från översvämningar i övriga Sverige. Sannolikheten för dödsfall vid översvämning beräknades uppgå till 7 % (se Tabell 34), där man i beräkningarna för Söderkulla skattade ett intervall mellan 3 och 10 %. För att få den skattade samhällsekonomiska skadekostnaden av förlorade liv, multipliceras Trafikverkets ”Värdet av statistiskt liv” (VSL) med denna sannolikhet, vilket ger oss en skadekostnad med mest troliga värdet 3 388 800 kr. Sannolikheten för att det sker en allvarlig skada vid översvämning skattades med ett intervall mellan 5 % och 13 % med mest troliga värdet 9 %. Genom att multiplicera den skattade sannolikheten med Trafikverkets ASEK värde för allvarlig skada, se Tabell 35 beräknades det mest troliga värdet på skadekostnaden att uppgå till 2 329 470 kr.

Psykisk ohälsa och obehag

Vad gäller psykisk skada och obehag till följd av översvämningarna i Söderkulla kunde antalet evakuerade vara ett sätt att skatta ett värde till följd av denna konsekvens. Tyvärr har inga exakta siffror kring antalet drabbades gått att hitta, men det har redovisats från bland annat VA SYD och olika media att ett förhållandevis stort antal människor i området behövde evakueras från sina hem i samband med översvämningen i 2014 (SVT, 2016) (Skånska dagbladet, 2015). För flertal av hushållen som drabbades i Söderkulla 2014 dröjde det över ett år innan de kunde flytta tillbaka. Även om det inte har kunnat tas med i beräkningarna är det stor sannolikhet att flera av de drabbade har lidit av psykiskt ohälsa till följd av översvämningarna.

Tabell 37. Visar resultatet av värderingen av skada på människors liv och hälsa.

Skada	Skadekostnad
Dödsfall	3 388 800 kr
Allvarlig skada	2 329 470 kr
Psykisk ohälsa och obehag	-

Konsekvenser på samhällsviktiga verksamheter

Enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2011) innefattar ”samhällsviktiga verksamheter” verksamheter vars funktion har stor påverkan på konsekvenserna av extrema händelser, så som översvämningar. Det vill säga att verksamheterna syftar att skydda människors liv och hälsa, samt upprätthålla samhällets funktionalitet, vilket gör dessa verksamheter särskilt betydelsefulla (MSB, 2011). En verksamhet anses vara samhällsviktig om den uppfyller minst ett av följande villkor (MSB, 2011):

- “Ett bortfall av, eller en svår störning i verksamheten som ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid kan leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället.”
- “Verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt.”

Tabell 38. Översikt över samhällsviktiga sektorer samt exempel på dess samhällsfunktion (MSB, 2014)

Samhällssektor	Exempel på viktiga samhällsfunktioner
Energiförsörjning	Produktion och distribution av el, fjärrvärme samt bränsle och drivmedel
Finansiella tjänster	Betalningar, tillgång till kontakter, centrala betalningssystemet, värdepappershandel
Handel och industri	Bygg- och entreprenadverksamhet, detaljhandel, tillverkningsindustri
Hälso- och sjukvård samt omsorg	Akutsjukvård, läkemedels- materieförsörjning, omsorg om barn, funktionshindrade och äldre, primärvården, psykiatri, socialtjänst, smittskydd för djur och människor
Information och kommunikation	Telefoni, internet, radiokommunikation, distribution av post, produktion och distribution av dagstidningar, webbaserad information, sociala media
Kommunal teknisk försörjning	Dricksvattenförsörjning, avloppshantering, renhållning, väghållning
Livsmedel	Distribution av livsmedel, primärproduktion av livsmedel, kontroll av livsmedel, tillverkning av livsmedel
Offentlig förvaltning ledningsfunktioner stödfunktioner	Lokal-, regional-och national ledning, begravningsverksamhet, diplomatisk och konsulär verksamhet
Skydd och säkerhet	Domstolsväsen, åklagarverksamhet, militär försvar, kriminalvård, kustbevakning, räddningstjänst, alarmeringstjänst, tullkontroll gränsskydd och immigrationskontroll, bevaknings- och säkerhetsverksamhet
Socialförsäkring	Allmänna pensionssystem, sjuk- och arbetslöshetsförsäkring
Transporter	Flygtransport, järnvägstransport, sjötransport, vägtransport, kollektivtrafik

Söderkulla - Identifiering av samhällsviktig verksamhet

Från listan ovan har ett antal punkter sållats ut som man i denna rapport anser vara samhällsviktiga verksamheter med anknytning till området Söderkulla, vilkas funktion hotas vid en översvämning eller påverkar omfånget av konsekvenserna.

- Energiförsörjning
- Hälso- och sjukvård samt omsorg
- Kommunalteknisk försörjning
- Transporter
- Skydd och säkerhet

I kommande avsnitt beskrivs funktionen av de samhällsviktiga verksamheterna i mer detalj kopplat till översvämning samt hur värdet av dessa funktioner kan skattas ekonomiskt.

Energiförsörjning

Dagens samhälle är i stor grad beroende av en säker energiförsörjning för att förse viktiga styrsystem med el, som pumpstationer för dricksvatten, dagvattenhanteringen, upprätthållande av produktion samt transport för att nämna några (COWI, 2015a). En studie från Göteborg Stad visade att elnätet är särskilt känsligt för översvämning och mindre nätstationer drabbas redan vid låga djup (0,2 - 0,5m) (COWI, 2015a).

Elavbrott vid översvämning kan även leda till kaskadeffekter eftersom ledningsnätet delvis är beroende av eldrivna pumpar för att leda bort spill-, drän- och dagvatten till reningsverket (COWI, 2015a). Detta innebär att översvämningen kan bli förvärrad då vattnet inte pumpas bort kontinuerligt²⁴.

Andra konsekvenser till följd av elavbrott kan vara förlust av kommunikationsmöjligheter och att tekniska lösningar i samhället slutar fungera vilket kan leda till riskfyllda situationer (Resilient Regions, 2016). Listan kan göras lång och följderna i samhället kan bli mycket kostsamma, men att kvantifiera omfånget och att beräkna skadekostnaderna av elavbrott är invecklad och medför hög risk för dubbelräkning (Resilient Regions, 2016). För mer ingående utredningar hänvisas läsaren till andra studier särskilt framtagna för konsekvenser av elavbrott, till exempel "Konsekvenser av elavbrottet i Sydsverige den 23 september 2003" (Energimyndigheten, 2013).

²⁴ Intervju med Kristina Hall, strategisk projektledare, och Susanne Steen Kronborg, utredningsingenjör, VA SYD, 14 april 2016.

Söderkulla - Energiförsörjning

Information kring antalet hushåll i Söderkulla som drabbats av elavbrott har varken varit tillgängligt för 2014, 2010 eller 2007, men för översvämningen 31 augusti 2014 finns data från hela Malmö som gör det möjligt att skatta antalet drabbade i Söderkulla.

En av de direkta följderna av översvämningen hösten 2014 var att drift- och transformatorstationer blev förstörda, vilket ledde till elavbrott i stora delar av Malmö (SDS, Översvämning i Malmö: Strömavbrott i översvämningarnas spår, 2014). Fyra av elbolaget E.ONs nätstationer slogs ut av vattenmassorna, medan ytterligare nio hade problem till följd av vattenskada (SDS, Översvämning i Malmö: Strömavbrott i översvämningarnas spår, 2014). E.ON uppgav att mellan 3000 och 7000 hushåll i Malmö blev strömlösa under översvämningen och av dessa var cirka 1700 hushåll utan ström i mer än 12 timmar (Sveriges Radio, 2014). För att skatta antalet drabbade hushåll i Söderkulla används ovanstående information genom antagandet att de drabbade hushållen var jämnt fördelade över Malmös invånare för att sedan väga detta med invånartalet i Söderkulla.

Kostnaden kopplad till förlust av energiförsörjning kan skattas genom att använda ersättningskostnader för hushåll som drabbats av elavbrott i mer än 12 timmar (Sweco, 2014). I Sverige är el-bolagen enligt SFS 1997:857 skyldig att kompensera konsumenten vid elavbrottet som varar mer än 12 timmar (Sweco, 2014). El-användaren ska då kompenseras med en ersättning på 12,5 % av den årliga nätkostnad eller minst 2 % ett prisbasbelopp (44 400 kronor år 2014) (Sweco, 2014).

Antalet drabbade i Söderkulla fås genom att multiplicera antalet drabbade i Malmö med andelen hushåll i Söderkulla jämfört med hela Malmö. Andelen hushåll i Söderkulla består i snitt av 1 till 2 personer (HSB, 2016), och baserat från detta fås antalet hushåll i Söderkulla. Om man använder ersättningsnivå på 2 % av basbeloppet (44 400 kronor år 2014) för varje hushåll, ger detta totalt 30 695. I tabell 39 nedan presenteras en avskattning av drabbade hushåll samt respektive skadekostnad till följd av elavbrottet.

Tabell 39 Visar skattning av skadekostnader till följd av energiförlust för 2014. För 2010 och 2007 fanns det inte tillräckligt med data för beräkningar.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade objekt	35 st.	-	-
Kostnad	30 695 kr	-	-

Kommentar: Den beräknade skadekostnaden för påverkan på den samhällsviktiga verksamheten energiförsörjning i Söderkulla för översvämningen 2014 verkar vara låg i sammanhanget. Det finns även troligtvis andra verksamheter än hushåll som har drabbats och förutom ersättningskostnad för elavbrott, samt indirekta kostnader till följd av elavbrott. Dessa beräknas bland annat genom att skatta värdet av trafikförseningar samt intäkt- och produktionsförluster.

Hälso- och sjukvård samt omsorg

Sjukhus och hälsovård är samhällsviktiga verksamheter som är särskilt beroende av en välfungerande el-försörjning och logisk verksamhet (Resilient Regions, 2016). Vid akutsjukhusen har därför el-försörjningen delvis säkrats genom reservgeneratorer, vilket förser de mest sårbara delarna av sjukhuset samt ett urval av samhällsviktiga verksamheter i staden med el (COWI, 2015a).

En studie utförd av Tyréns på uppdrag från Vatten- och avloppssamverkan i Stockholms län, undersökte samhällskostnaderna vid olika scenarion som skapade störningar i dricksvattenförsörjningen. Studien innefattade scenariot "vattenburet sjukdomsutbrott i hälso- och sjukvårdssektorn till följd av översvämning" och kan användas för att beräkna generella avbrottskostnader i hälso- och sjukvårdssektorn. I Tabell 40 presenteras kostnaden för stängning av akutsjukhus baserat på årsomsättningen av ett stort akutsjukhus i Stockholm samt för en vårdcentral, kopplad till 14 000 invånare, till följd av översvämning (Tyréns, 2009).

Tabell 40 visar kostnaden för avbrott i ett akutsjukhus respektive vårdcentral

	Kostnad per dygn	Källa
Akutsjukhus	9 000 000 kr	Tyréns 2009
Vårdcentral (14 000 inv.)	90 000 kr	Tyréns 2009

Söderkulla - Hälsa- och sjukvård samt omsorg

I Söderkulla finns vårdcentral, sjuk- och vårdhem (HSB, 2016). Då dessa verkar ha klarat sig bra under regnet 2014 antas detta gälla även för de två föregående skyfallen, då skyfallet 2014 var det mest extrema. Den kvantitativa sannolikheten för att en översvämning leder till störning i hälso- och vårdsektorn har heller inte i historisk data varit tillgänglig, vilket innebär att den potentiella skadekostnaden inte har beräknats.

Tabell 41. Inga beräkningar har gjorts för denna punkt.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade objekt	-	-	-
Kostnad	-	-	-

Kommunalteknisk försörjning

Till kommunaltekniskt försörjningssystem räknas bland annat reningsverk, dricksvattenförsörjning och sopsortering (COWI, 2015b). Då avbrott i flera av dessa försörjningssystem täcks under andra rubriker, har man valt att inte gå vidare i beräkningar av denna för att undvika dubbelräkning.

Söderkulla - Kommunalteknisk försörjning

Tabell 42. Inga beräkningar har gjorts för denna punkt.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade hushåll	-	-	-
Kostnad	-	-	-

Transporter

Transportsektorn avser bland annat vägtransport, tågtransport och flyg, där konsekvenserna och allvarlighetsgraden av störning i denna sektor påverkas i särskild stor grad av var översvämningen inträffar (MSB, 2014). Drabbas transporten i en mindre ort begränsas konsekvenserna ofta lokalt, medan störning i en större knutpunkt kan leda till konsekvenser på regional-, nationell eller i värsta fall internationell nivå (MSB, 2014).

Störning i transportsektorn kan uppstå antingen som en direkt eller indirekt konsekvens av översvämning, bland annat genom elavbrott eller översvämmade vägar. Eftersom vägar ofta är lågt belägna är de särskilt utsatta då vattnet samlas där²⁵. Förutom direkta kostnader genom återställningsarbete kan en översvämmad väg kopplas till en rad indirekta konsekvenser, så som trafikolyckor och störningar i trafiken. Samhällskostnaden av trafikolyckor innefattas under avsnittet ”konsekvenser på människors hälsa”. Trafikstörningar kan också skapa stora kostnader för samhället, inte bara genom olägenheter för privatpersoner, utan även för ambulans och räddningstjänst samt transport av varor vilket kan leda till produktionsförlust.

Trafikverket har tagit fram schablonvärden för värdering av trafikförseningar, vilka baseras på både preferensstudier och produktionsbortfall (Trafikverket, 2016). För mer detaljerad beskrivning av de ekonomiska konsekvenserna av störningar i infrastrukturen, hänvisas till MSB-rapporten *Kostnader för störningar i infrastrukturen - Metodik och fallstudier på väg och järnväg* (2015).

²⁵ Intervju med Caroline Larsson och Fabian Christensson, projektledare Gatukontoret, Malmö stad, 29 mars 2016.

Söderkulla - Transporter

Med avseende på Söderkullaområdet gäller transportsektorn främst vägar, där en översvämning påverkar kollektivtrafik och privat persontransport på lokalt nivå. Översvämning av Trelleborgsvägen och/eller Inre Ringvägen belägna i områdets yttra delar kan ge följder regionalt då särskilt den senare är en viktig anknytning till andra områden²⁶. Nedan beskrivs några av de störningar som förekommit i eller nära Söderkullaområdet i samband med översvämningarna som studeras. Eftersom flera av konsekvenserna i transportsektorn innefattas i posterna "intäkt- och produktionsförlust", utförs inte vidare beräkning under denna punkt då risk för dubbelräkning är stor.

31 augusti 2014

Skyfallet 31 augusti ledde till mycket stora störningar i både bil, buss och tågtrafik i hela Skåne och i Malmö dröjde det ett par dagar innan kollektivtrafiken fungerade normalt (MSB, 2015). Både Trelleborgsvägen och Inre Ringvägen vid trafikplats Söderkulla drabbades hårt av översvämningen.

14 augusti 2010

Under översvämningen 14 augusti 2010 stängdes Inre Ringvägen vid Söderkulla trafikplats av under flera timmar då det stod vatten ungefär en halvmeter ovan mark.

5 juli 2007

Stora översvämningar på Inre ringvägen vid trafikplats Söderkulla, även vid regnet 05 juli 2007 vilket ledde till att trafikplatsen stängdes i flera timmar. Vilka följder som kom av detta, är däremot ovisst.

Tabell 43. Inga beräkningar har gjorts för denna punkt.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade transporter	-	-	-
Kostnad	-	-	-

11.1.1 Skydd och säkerhet

Enligt lagen om skydd mot olyckor (2003:778) har räddningstjänsten ansvar att minimera skada på människor, egendom och miljö vid olycka, samt att vidta förebyggande åtgärder vid risk för olycka (2 §). I samband med översvämningar kan räddningsinsatsen innebära pumpning av vatten från översvämmade fastigheter, byggande av barriärer för att skydd av samhällsviktiga verksamheter eller evakuering av människor från översvämmade bostäder och fordon. Kostnaden av de akuta åtgärderna, samt saneringsarbetet på offentlig platsmark hamnar slutligen på kommunen.

²⁶ Intervju med Caroline Larsson och Fabian Christensson, projektledare Gatukontoret, Malmö stad, 29 mars 2016.

Utöver de akuta åtgärderna kan räddningstjänsten vidta saneringsåtgärder enligt avtal mellan Räddningstjänsten och Försäkringsbranschens så kallade ”restvärdesräddning” (Lindmark, 2013). Kostnaden för den akuta insatsen tillkommer kommunen, men endast fram tills dess att vattnet inte längre stiger (Lindmark, 2013). När vattenhöjningen avstannat kan pumpningen fortsättas, men fastighetsägaren kommer då att bekostas (Karlsson & Larsson, 2015). Så länge fastighetsägaren är försäkrad, kommer utgiften i viss mån att ersättas av försäkringsbolaget men oftast tillkommer en självrisk på ungefär 1 500 för lösöre och 10 000 kronor för skada på fastighet (Karlsson & Larsson, 2015). Denna kostnad kommer ingå i beräkningarna av ”skada på fastighet”.

Söderkulla - Skydd och säkerhet

Eftersom kostnaden för akuta åtgärder tillfaller kommunen, har denna kostnad inte varit möjligt att särskilja specifika kostnader för skydd och säkerhet från kommunens övriga skadekostnader som beräknas i punkterna ”Fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur”. Vad gäller skadekostnaderna i form av restvärdesräddning, beräknas denna kostnad under punkten ”Konsekvenser på ekonomisk verksamhet: Fysisk skada på privat fastighet och lösöre”.

Tabell 44. Inga beräkningar har gjorts för denna punkt då det riskerar att leda till dubbelräkning

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade fastigheter	-	-	-
Kostnad	-	-	-

Konsekvenser på ekonomisk verksamhet

Enligt MSB (2015) innefattar ”Ekonomisk verksamhet”, privat och offentlig egendom, infrastruktur, markanvändning utanför tätort, arbetskraft och övriga ekonomiska verksamheter. Av dessa beräknas i detta arbete beräknas skador på privat och offentlig fastigheter och lösöre, fordon, handel och industri verksamhet, samt intäktsförlust och produktionsförlust.

Fysisk skada på privata fastigheter och lösöre

Skador på fastigheter till följd av pluvial översvämning kan förekomma antingen till följd av marköversvämning eller genom källaröversvämning (Svenskt Vatten, 2016). Skadornas omfattning beror av vattennivån, hur länge vattnet står kvar samt vilka ägodelar som förstörs. Skadekostnaderna täcks till viss del av försäkringsbolag, men ägodelar med högt affektionsvärde kan gå förlorade utan en känslomässig rättvis ersättning och det tillkommer alltid en självrisk. Om regressrätt föreligger kan fastighetsägaren och försäkringsbolaget i sin tur kräva tillbaka ersättning från VA-huvudmannen enligt lagen om allmänna vattentjänster (LAV 2006:412).

Kvantifiering av drabbade objekt och tillsvarende skadekostnader på privat fastighet och egendom vid översvämning kan beräknas på flera sätt. Kvantifiering kan utföras i samband med en hydrologisk kartering, som använder modellingsverktyg för att undersöka hur en översvämning utbreder sig i ett område, och på så sätt skatta andelen drabbade fastigheter. Ett annat sätt är att utgå från historisk data från försäkringsbolag och då använda faktiska översvämningshändelser för att koppla antalet drabbade hushåll och olika typen regn i ett specifikt område.

Att räkna utifrån generella, istället för platsspecifika värden ger upphov till osäkerheter, men att få tillgång till platsspecifika siffror kräver bidrag från många olika aktörer så som fastighetsägare och förvaltare, samt olika försäkringsbolag som på grund av sekretess inte alltid har möjlighet att ge ut information.

Söderkulla - Fysisk skada på privata fastigheter och lösöre

Försäkringsbolagen Länsförsäkringar Skåne, If Skadeförsäkring, Folksam och Trygg Hansa har bidragit med platsspecifik data kring utbetalade skadekostnader för drabbade fastigheter i Söderkulla vid de tre översvämningarna, 31 augusti 2014, 14 augusti 2010 och 5 juli 2007. För att kunna beräkna skadekostnader för hushåll med andra försäkringsbolag antas att de ovannämnda bolagen utgör 75 % till 90 % av marknadsandelarna i Söderkulla, baserad på 2014 års statistik för övriga Sverige (Svensk Försäkring, 2015).

Informationen från försäkringsbolagen var skaderapporteringar som identifierades genom gatunamn och postnummer i området, men informationen redovisade inte åldersavräkning ej heller självrisk. För att komplettera informationen antogs därför att de drabbade hushållen att ha betalat självrisk för skada på fastighet (10 000 kr/hushåll) och/eller lösöre (1 500 kr/hushåll). Informationen i fråga behandlas med ett intervall och adderas till de redovisade ersättningskostnaderna vilket ger ett totalt värde på skada på fastigheter och lösöre.

31 augusti 2014

Skyfallet 31 augusti 2014 ledde till stora mark och källaröversvämningar i Söderkulla vilket reflekteras bland annat genom många skadeanmälningar för fastigheter och lösöre. I Tabell 45 nedan presenteras antalet drabbade hushåll inrapporterade från försäkringsbolagen med de respektive skadekostnaderna som utbetalats. Tabell 45 visar även en skattning av antal hushåll med försäkring i andra försäkringsbolag och en skattning av dess utbetalade skadekostnad baserad på medel utbetalningar från de övriga försäkringsbolagen.

Tabell 45. Visar skattade antal drabbade hushåll och skadekostnader baserade på erhållen information från fyra försäkringsbolag. Andelen övriga är skattade baserad på marknadsandelar för försäkringsbolag i Sverige.

Försäkringsbolag	Antal drabbade hushåll	Kostnad per bolag	Självrisk	Totalt
Länsförsäkringar Skåne	49	1 678 034	281 750	
Trygg Hansa	19	1 100 000	109 250	
If	41	3 464 802	235 750	
Folksam	243	6 384 741	1 397 250	
Övriga (10 % - 25 %)	39 - 117	1 403 064 – 4 209 192	224 889-674 667	
Totalt	430 st.	15 433 705 kr	2 473 778 kr	17 907 483 kr

14 augusti 2010

För översvämningen 2010 uppgav försäkringsbolaget endast ett fåtal utbetalningar till följd av översvänningsdrabbade fastigheter och lösöre i Söderkulla. I tabell 46 under redovisas skadekostnadsutbetalningar och antalet drabbade hushåll från de fyra största försäkringsbolagen inom hemförsäkring. Tabell 46 redovisar även en skattning av de drabbade hushållens självrisk samt respektive skadekostnad från övriga försäkringsbolag.

Tabell 46 Visar skattade antal drabbade hushåll och skadekostnader baserade på erhållen information från fyra försäkringsbolag. Andelen övriga är skattade baserad på marknadsandelar för försäkringsbolag i Sverige

Försäkringsbolag	Antal drabbade hushåll	Kostnad (kr/bolag)	Självrisk (kr/drabbade hushåll och bolag)	Totalt
Länsförsäkringar Skåne	0	0	0	0
Trygg Hansa	1	160 000	5 750	165 750
If	2	10 000	11 500	31 500
Folksam	7	68 312	40 250	108 562
Övriga (10 % - 25 %)	1-3	27 590 – 82 771	6389 – 19167	33979 - 101937
Totalt	12 st.	303 492 kr	70 278 kr	373 770 kr

Kommentar:

Baserad på information från VA SYD blev Söderkulla hårt drabbat även vid denna översvämning vilket indikerar att informationen från försäkringsbolagen inte speglar den verkliga skadeomfattningen.

5 juli 2007

Skadeområdet på fastigheter och lösöre från översvämningen den 5 juli 2007 i Söderkulla var inte lika omfattande som de två övriga händelserna. Dock saknades information från ett av försäkringsbolagen från detta datum. I tabell 47 nedan redovisas samlad information från tre av de fyra försäkringsbolagen, samt en skattning av antalet drabbade hushåll med andra försäkringsbolag och dess respektive självrisk.

Tabell 47. Visar skattade antal drabbade hushåll och skadekostnader baserade på erhållen information från fyra försäkringsbolag. Andelen övriga är skattade baserad på marknadsandelar för försäkringsbolag i Sverige.

Försäkringsbolag	Antal drabbade hushåll	Kostnad kr/bolag	Självrisk kr/drabbade hushåll	Totalt
Länsförsäkringar Skåne	2	0	11 500	0
Trygg Hansa	-	-	-	-
If	0	0	0	0
Folksam	10	135 639	57 500	193 139
Övriga (10 % - 20 %)	1 - 4	15 071 – 45 213	7667 – 23 000	22 738 – 68 213
Totalt	15	165 781	84 333	250 114 kr

Tabell 48 Visar antalet drabbade fastigheter och respektive skadekostnader för drabbade fastigheter och lösöre.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade fastigheter	430	12	15
Kostnad	17 907 483 kr	373 770 kr	250 114 kr

Fysisk skada på fordon

Ytterligare en stor ekonomisk konsekvens av översvämning är skador på fordon (Messner, o.a., 2007).

Söderkulla – Fysisk skada på fordon

I detta examensarbete inte har varit möjligt att tillhandahålla specifik information kring skadeutbetalningar och rapporterade skador på fordon i Söderkulla. Istället har man valt att utgå siffror presenterade för övriga Malmö vid översvämningen 31 augusti 2014 och väga dessa för att ta fram underlag specifikt för Söderkulla. Information för de övriga två händelserna har inte varit tillgängliga.

31 augusti 2014

I tabell 49 nedan presenteras antalet skadade bilar i Malmö som redovisad i dagstidningen Sydsvenskan kort tid efter översvämningen (SDS, 2014). Tabellen visar även en skattning av drabbade fordon med andra försäkringsbolag. Skattningen baseras på antagandet att andelen skadade fordon var likt fördelad över hela staden och att medelvärdet på bilar i Sverige är 50 000 kr per bil (Karlsson & Larsson, 2014). Intervall på samtliga siffror har använts vilket ger upphov till att $10 * 50\,000$ ej blir 500 000 kr, men 508 333 kr osv.

Tabell 49. Visar alla inrapporterade drabbade fordon i Malmö från respektive försäkringsbolag (SDS, 2014)

Försäkringsbolag	Antalet skadade bilar Malmö (SDS)	Antalet skadade bilar (st.)	Skadekostnad Söderkulla (kr)
Länsförsäkringar Skåne	500	10	508 333
Trygg Hansa	770	3	172 833
If	320	7	325 333
Folksam	100	2	101 667
Övriga (10 % - 25 %)	121-363	2-7	123 130
Totalt	1332	27	1 354 426 kr

Kommentar: Skadekostnaderna som presenteras i tabell 49 antas vara en underskattning av det verkliga värdet från Söderkulla då siffrorna baseras på generella iakttagelser i hela Malmö. Söderkulla var ett av de värst drabbade området och det är således troligt att andelen skadade fordon i området var fler än i andra delar av staden.

14 augusti 2010

Från översvämningen 14 augusti 2010, har information kring översvämmade fordon inte hittats.

5 juli 2007

Från översvämningen 5 juli 2007, har information kring översvämmade fordon inte hittats.

Tabell 50. Visar en skattning av antalet fordon som skadad i Söderkulla och den respektive skadekostnaden för händelsen 31 augusti 2014.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade fastigheter	27	-	-
Kostnad	1 354 426 kr	-	-

Fysisk skada på handel och industri

Vid översvämning av fastigheter anknutna till handel och industri förekommer skador på byggnader och inventarier vilket ger upphov till stora skadekostnader. Näringslivsbyggnader innehåller ofta maskiner och varor med högt ekonomisk värde som ofta har ett direkt marknadsvärde, vilket kan användas för beräkningarna (Karlsson & Larsson, 2014). Omfattningen av skadekostnaderna beror av verksamhetens aktivitet och graden av översvämning. Schablonmässiga kostnader för fysisk skada på handel och industri presenteras i tabell 51 och är baserad på data från försäkringsbolag. Dessa värden kan användas vid beräkning av skadekostnaderna vid översvämning, men siffrorna inte innefatta hänsyn till graden av översvämning (Karlsson & Larsson, 2014). Kommersiella byggnader är till exempel mataffärer, torg eller restauranger och innefattar skada på byggnader och verksamhet. Skada på industri och kontorsbyggnader innefattar skada på både fastighet och inventarier.

Tabell 51. Visar skattade skadekostnader för kontorsbyggnader, kommersiella byggnader och industri byggnader

Objekt	Kostnad/översvämmad fastighet	Källa
Kontorsbyggnader	122 857 kr	Karlsson & Larsson, 2014
Kommersiella byggnader	224 310 kr	Karlsson & Larsson, 2014
Industribyggnader	278 287 kr	Karlsson & Larsson, 2014

Söderkulla - Fysisk skada på industri och kommersiell verksamhet

Nedan skattas antalet drabbade objekt i Söderkulla vid de aktuella översvämningarna samt den respektive kostnaden baserad på skattningarna i tabell 51.

31 augusti 2014

Från översvämningen i Malmö 2014 redovisade If Skadeförsäkring 150 drabbade företag och verksamheter, Trygg Hansa 250 stycken, och Moderna 50 stycken (SDS, 2014). Antalet drabbade företag och verksamheter för Folksam, Länsförsäkringar Skåne och övriga skattades genom att anta att marknadsandelarna i Sverige för försäkringsbolag är den samma i Malmö och Söderkulla. Marknadsandelarna för försäkringsbolagen i Sverige är baserad på Finansinspektionens blankett för Skadeförsäkringsbolag från 2014. Totalt antal skadade industri och kommersiell verksamhet i Malmö skattades till mellan 1250 och 2125 stycken.

Vidare antas affärsverksamheterna och skadorna vara jämnt fördelade i staden baserat på invånartal. Genom att väga den framtagna skattningen på totala antalet drabbade

verksamheter i Malmö, med invånarantal från Söderkulla kan skadekostnaderna för fysisk skada på industri och kommersiell verksamhet i Söderkulla tas fram. Resultatet blir då 27 drabbade verksamheter.

Kombineras föregående beräkningar med informationen kring skadekostnader för olika verksamheter i Tabell 51 fås ett intervall för Söderkulla på mellan 2 969 000 – 6 666 000 kr. Då det inte är beläget några industribyggnader i området baserat på intervallet av skadekostnader för kontorsbyggnader och kommersiella byggnader presenterad i tabell 52 ovan (122 857 - 224 310 kr).

Kommentar: Antalet 27 drabbade verksamheter kan tyckas högt i ett område med bara ett fåtal större affärer, men en närmare analys av kartor, med information om antalet företag per tomt i området, visar att det finns en rad mindre företag och enskilda verksamheter i området (Hitta.se). Det kan tänkas att flera av dem förvarar inventarier i källarförråd och dylikt vilka således kan ha skadats vid översvämningen.

Både intervallet för byggnadstyp (122 857 - 224 310 kr) och intervallet för antalet skadade fastigheter i Söderkulla (19 – 34) har stor påverkan på resultatet. Skattningarna för Söderkulla baseras på totalt antal skadade industrier och kommersiella verksamheter i Malmö, som i sin tur baseras på intervall från de tre redovisade försäkringsbolagen i kombination med marknadsandelarna. Beroende på vilken given information man utgår ifrån (Trygg Hansa 250 st. = 11,5 % eller If 150 st. = 12,5 %) varierar resultatet. Till exempel kan 37 % från Länsförsäkringar Skåne motsvara 804, 444 och 578 stycken drabbade verksamheter.

14 augusti 2010

Från översvämningen 14 augusti 2010, har information kring översvämmade industri och kommersiell verksamhet inte hittats.

5 juli 2007

Från översvämningen 5 juli 2007, har information kring översvämmade industri och kommersiell verksamhet inte hittats.

Tabell 52. Visar drabbade verksamheter i Söderkulla och den respektive skadekostnaden för händelsen 31 augusti 2014.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Antalet drabbade verksamheter	27 st. (19 – 35)	-	-
Kostnad	2 969 000 – 6 666 000 kr	-	-

Fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur

I samband med översvämning, kan fysisk skada på offentliga fastigheter förekomma. I likhet med andra fastighet och egendom är de ofta försäkrad och en källa till denna information är således

den aktuella verksamhetens försäkringsbolag, då verksamheterna själva sällan har sammanställd information²⁷.

Vad gäller infrastruktur kan en översvämnings direkta påverkan syfta på den eroderande effekt vattnet har på vägar och räls. Ansvar för att omhänderta sådana skador är gatukontoret, serviceförvaltningen eller trafikverket vilka således kan vara aktuella informationskällor kring skadekostnader. Kostnaderna för återställning av skadade vägar, antas i SOU 2006:94 till ett värde mellan 800 och 1000 kronor per m² för en 50 meter lång och 10 meter bred väg.

Söderkulla - Fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur

Under denna punkt skattas kostnader för skada på offentliga fastigheter och infrastruktur i Söderkulla.

31 augusti 2014

I sydsvenskan redovisades 163 skadade offentliga fastigheter i skyfallet för hela Malmö (SDS, 2015). Kostnaden beräknades att uppgå till 160 miljoner kronor, ett belopp som tillfaller skattebetalarna i staden. Antas att de skadade offentliga byggnaderna är jämt fördelade i staden baserad på invånarantal, kan antalet skadade offentliga byggnader i Söderkulla skattas.

Tabell 53. Visar antalet översvämningsdrabbade offentliga fastigheter vid händelsen 2014 baserad på data från Sydsvenskan, och det skattade värdet för Söderkulla baserad på invånare antalet.

Objekt	Malmö	Söderkulla
Antalet drabbade offentliga verksamheter	163 st.	3 st.
Kostnad	160 000 000 kr	2 547 627 kr

Då information kring ersättningskostnader för infrastruktur inte har varit tillgänglig, har beräkningar för denna post inte gjorts.

14 augusti 2010

Från översvämnings 14 augusti 2010, har information kring fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur till följd av översvämnings inte hittats.

5 juli 2007

Från översvämnings 5 juli 2007, har information kring fysisk skada på offentliga fastigheter och infrastruktur till följd av översvämnings inte hittats.

Tabell 54. Visar sammanställd information kring skador på offentliga fastigheter och respektive skadekostnader vid de olika händelserna.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Antalet drabbade verksamheter	3 st.	-	-
Kostnad	2 547 627 kr	-	-

²⁷ Intervju med Caroline Larsson och Fabian Christensson, projektledare Gatukontoret, Malmö stad, 29 mars 2016.

Inkomstförlust för privatpersoner

En indirekt följd av översvämning kan vara inkomstförluster för privatpersoner och företag. För privatpersoner kan inkomstförlust vara en indirekt följd av översvämning på väg eller järnväg, som förhindrar de drabbade att ta sig till arbetet. Även att dagis och skolor översvämmas kan leda till inkomstförlust då personer tvingas stanna hemma med barnen (Tyréns, 2009). Nedan presenteras skattade värden på kostnaden för förlorad inkomst från ett antal källor.

Tabell 55. Visar skattad inkomst per dag för privatpersoner från olika källor.

Kostnad	Källa
1 073 kr/dag	European Commission (n.d.)
1 500 kr/dag	Tyréns, 2009
1 581 kr/dag	European Commission (n.d.)
2 000 kr/dag	Tyréns 2009

Söderkulla - Inkomstförlust för privatpersoner

31 augusti 2014

Antalet människor i Söderkulla som blev förhindrade att arbeta på grund av skyfallet den 31 augusti 2014 är svårt att ta reda på. Då skyfallet skedde en söndag begränsade detta förmodligen inkomstförlusterna vid detta tillfälle. Informationsbristen gör att det inte är möjligt att basera beräkningarna av inkomstförlust för privatpersoner på verkliga observationer, men genom att anta alla drabbade hushåll även drabbades av inkomstförlust kan ett hypotetisk värde skattas.

Enligt information från beräkningarna utförd under punkten ”Fysisk skada på privat fastighet” drabbades ungefär 430 hushåll (295 – 465 hushåll). Enligt HSB bor det i genomsnitt mellan 1-2 personer i varje hushåll. Med hjälp av ett 90 % intervall på även denna siffra fås ett intervall på intäktförluster på mellan 707 100 kr och 1 887 200 kr. För att ta hänsyn till att översvämningen kan ske även på en helgdag, multipliceras hela intervallet med sannolikheten för att det sker en arbetsdag (~71%), fås ett slutgiltigt intervall 502 250 kr till 1 352 500 kr total för Söderkulla (90 % intervall).

14 augusti 2010

Från översvämningen 14 augusti 2010, har information varken kring inkomstförlust eller antal drabbade hushåll, som hade kunnat ligga till grund för en skattning, till följd av översvämning hittats.

5 juli 2007

Från översvämningen 5 juli 2007, har information varken kring inkomstförlust eller antal drabbade hushåll, som hade kunnat ligga till grund för en skattning, till följd av översvämning hittats.

Tabell 56 visar antalet drabbade hushåll och skattade skadekostnader från detta.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Antalet drabbade hushåll	430 st	-	-
Kostnad	502 250 kr till 1 352 500 kr	-	-

11.1.2 Produktionsförlust för industri och kommersiell verksamhet

För företag och industrier kan produktionsförlust vara en direkt följd av att den kommersiella byggnaden översvämmas eller att verksamheten förhindras av sanitära olägenheter. Andra orsaker till produktionsförluster i samband med översvämning kan vara indirekta följder av trafikförsening, drycksvattenförorening eller elavbrott. Följderna kan till exempel vara stopp i produktion och försäljning eller genom kedjereaktioner från andra berörda företag i försäljningskedjan (Sweco, 2014). Nedan presenteras tabell 57 med kostnader för produktionsförlust från olika typer av industri och kommersiell verksamhet baserat på studier från Tyréns och Sweco.

Tabell 57. Visar kostnader för produktionsförlust i industri och kommersiell verksamhet.

Objekt	Kostnad	Källa
Genomsnittlig industri	193 933 kr/dag	Sweco, 2014
Småskalig industri	15 000 kr/dag	Tyréns 2009
Processindustri	600 000 kr/dag	Tyréns 2009
Supermarknad	500 000 kr/dag	Tyréns 2009
Mataffär	500 00 kr/dag	Tyréns 2009
Restaurang	20 000 kr/dag	Tyréns 2009

Söderkulla - Produktionsförlust industri och kommersiell verksamhet

Här presenteras skattningar på antalet drabbade industrier och kommersiella verksamheters produktionsförlust i Söderkulla.

31 augusti 2014

Antalet drabbade kommersiella verksamheter i Söderkulla har tagits fram på samma sätt som i posten ”Fysisk skada på industri och kommersiell verksamhet”. Beräkningarna från denna post ledde fram till att antalet drabbade industri och kommersiell verksamhet blev **27 stycken**. Kombineras denna information med kostnader för produktionsförlust fås det totala värdet för Söderkulla: **421 000 kr till 1 420 000 kr**, med ett 90 % intervall. Detta är baserat på intervallet av skadekostnader för kontorsbyggnader och kommersiella byggnader presenterad i Tabell 57 ovan (15 000 kr till 50 000 kr) då det inte är beläget industri verksamheter eller större super marknader i området.

Kommentar: Den faktor som har stört inverkan på den beräknade skadekostnaden är typen av verksamhet. Söderkullatorget blev drabbat av översvämningen 2014 och här finns ett antal företag och en mataffär. I Söderkulla finns många kommersiella verksamheter vilka man hade kunnat basera dessa beräkningar på, det som försvårar är att identifiera hur många av dessa som drabbades av produktionsbortfall till följd av översvämningen, varför siffrorna för hela Malmö används.

14 augusti 2010

Från översvämningen 14 augusti 2010, har information kring översvämmade industri och kommersiell verksamhet inte hittats.

5 juli 2007

Från översvämningen 5 juli 2007, har information kring översvämmade industri och kommersiell verksamhet inte hittats.

Tabell 58. Visar skattat antal industri och kommersiell verksamheter drabbade vid de tre händelserna, samt den skattade skadekostnader till följs av produktionsförlust.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade verksamheter	27 st.	-	-
Kostnad	421 000 kr till 1 420 000 kr	-	-

Konsekvenser på miljö

Vid större regn och skyfall kan reningsverken bli överbelastade och behöva brädda vilket innebär att orenat vatten släpps ut. Detta leder till negativa konsekvenser för miljön, genom tillförsel av näringsämnen, vattenföroreningar och miljöfarliga ämnen från dag-, spill- och avloppsvatten till recipienten (SOU 2007:60 B32). Med konsekvenser på miljö, avses konsekvenser på yt- och grundvattenförekomster, Natura 2000 områden, samt negativ påverkan på ekosystemen och ohälsosamma omständigheter för djur och människor (SOU 2007:60 B32). Utsläppskällor som ger upphov till negativa miljökonsekvenser är till exempel deponier eller djurhållning, industri, förorenande markområden och service anläggningar så som bensinstationer (MSB, 2015b, SOU 2007:60 B32). Även dagvattnet som runnit genom städer innehåller en rad ämnen som kan vara skadliga för människor och miljön (SOU 2007:60 B32). Dagvatten kan innehålla tungmetaller som bly, kadmium, krom och koppar, men olja och organiska föreningar vilket kan vara skadliga (Trafikverket, 2014).

Söderkulla - Konsekvenser på miljö

31 augusti 2014

Reningsverken tvingades att släppa ut orenat vatten vilket fick till följd att Malmö stad avrådde från bad vid samtliga Malmös havsbad – Ribersborgsstranden, Sibbarp, Sundspromenaden i Västra hamnen, Scaniabadet, Barnviken och Klagshamn. Även vattnet i Malmös kanaler förorenades (Länsförsäkringar Skåne, 2015). Eftersom det inte varit möjligt att knyta en specifik volym på utsläppet kopplat till Söderkulla har det inte varit möjligt inom tidsramen för arbetet att ta fram skadekostnader till följd av konsekvenser på miljö vid denna händelse.

14 augusti 2010

Från översvämningen 14 augusti 2010, har information kring konsekvenser på miljö till följd av översvämningen inte hittats.

5 juli 2007

Från översvämningen 7 juli 2007, har information kring konsekvenser på miljö till följd av översvämningen inte hittats.

Tabell 59. Visar avsaknad av kvantifiering och beräkning av skadekostnader av konsekvenser på miljö från de tre händelserna.

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade objekt	-	-	-
Kostnad	-	-	-

Konsekvenser på kulturarvet

Med kulturarv avses egendom som skyddas enligt kulturmiljölagen och förordning om statliga byggnadsminnen (MSB, 2015b). Vidare avser Miljöbalken kulturresevat samt riksintressen för kulturmiljö som anses vara skyddsvärdt (MSB, 2015b). Även världsarv utsedda enligt Världsarvskonventionen och kulturhistoriska samlingar i av arkiv, museer, bibliotek anses vara kulturarv.

Kulturarvets ekonomiska värde har värderats i liten grad i Sverige (Grahm, 2007). Detta kan bero på att kulturföremål inte har drabbats vid extrema händelser som utreds noggrant eller att restaureringsåtgärder inte har dokumenterats i lika stor utsträckning som andra skadekostnader förknippade med händelsen (Grahm, Nyberg, & Blumenthal, 2014). I Norge har ett fåtal studier kring människors betalningsvilja kopplade till kulturarv genomförts, bland annat av "Bryggen" i Bergen som gav ett resultat som tyder på att människorna hade hög betalningsvilja för restaurering och underhåll av kulturarv (Grahm, Nyberg, & Blumenthal, 2014). Exemplet visade att bevarande är samhällsekonomiskt lönsamt då samhället fick 1,20 kr tillbaka i nytta för varje investerad krona (Grahm, Nyberg, & Blumenthal, 2014).

Söderkulla - Konsekvenser på kulturarv

Det har i denna rapport inte undersökts vilka kulturarvsföremål som har drabbats.

Tabell 60. Visar avsaknad av kvantifiering och beräkning av skadekostnader som följd av skada på kulturarv från de tre händelserna

Objekt	31 augusti 2014	14 augusti 2010	5 juli 2007
Drabbade objekt	-	-	-
Kostnad	-	-	-

Bilaga B: *Kostnad för buller*

Tabell som hänvisas till under kapitel 6.5 Bullerreglering.

Tabell 61. Tagen ur tionde kapitlet i Trafikverkets ASEK: Kostnad för buller. Tabellen visar kostnader för buller utom hus (50 % av kostnaden) och inomhus (50 % av kostnaden) i kronor per person och år, i 2014 års penningvärde (ASEK 6.0 kap 10)

Buller-nivå utomhus	Kostnad för buller utomhus 2014	Bullernivå inomhus, m.h.t. genomsnittlig fasadreduktion på 27 dB	Kostnad för buller inomhus 2014
50	78	23	78
51	242	24	242
52	493	25	493
53	830	26	830
54	1 254	27	1 254
55	1 765	28	1 765
56	2 362	29	2 362
57	3 046	30	3 046
58	3 850	31	3 850
59	4 735	32	4 735
60	5 720	33	5 720
61	6 798	34	6 798
62	7 976	35	7 976
63	9 255	36	9 255
64	10 627	37	10 627
65	12 090	38	12 090
66	13 659	39	13 659
67	15 325	40	15 325
68	17 091	41	17 091
69	18 953	42	18 953
70	20 923	43	20 923
71	22 986	44	22 986
72	25 150	45	25 150
73	27 414	46	27 414
74	29 779	47	29 779
75	32 250	48	32 250