

KOSTNADS- NYTTOANALYS AV INFÖRANDET AV HÅLLBAR DAGVATTENHANTERING SOM RISKREDUCERANDE ÅTGÄRD MOT ÖVERSVÄMNING – MED FOKUS PÅ MONETÄR VÄRDERING AV EKOSYSTEMTJÄNSTER

Cost-benefit analysis of sustainable drainage system as flood risk reduction measure in urban areas – Focusing on monetary valuation of ecosystem services

av KARI ELLA READ¹, MARIKA KARRAS², JOHANNA SÖRENSEN³, ALEXANDER CEDERGREN⁴

1 Sweco Environment AB, Skånegatan 3, Box 5397, 402 28 Göteborg

2 Sweco Environment AB, Drottningtorget 14, Box 286, 201 22 Malmö

3 Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära, Lunds Universitet, Box 118, 221 00 Lund.

4 Avdelningen för Riskhantering och Samhällssäkerhet, Lunds Universitet, Box 118, 221 00 Lund.

e-post: marika.karras@sweco.se, kariella.read@sweco.se, johanna.sorensen@tvrl.lth.se, alexander.cedergren@risk.lth.se



Abstract

In this study a cost-benefit analysis (CBA) of a sustainable drainage system (SuDS) as a risk reduction measure is performed. The case is applied on the flood prone area Söderkulla in Malmö, where the focus of the study is quantification and valuation of the expected increase in ecosystem services as a result of the SuDS. Based on an estimated amount of storm water needed to be handled in the area, 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 throughout the technical life of the system. The benefit aspect constitutes of the ecosystem services which the system is expected to provide every year, 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 partially based on site-specific data and partially on national historical observations from floods. The other ecosystem services are valued through classical economical valuation methods, traditionally used for valuation of aspects without a natural market.

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

Sammanfattning

I studien utförs en kostnads-nyttoanalys (KNA) av införandet av hållbar dagvattenhantering i det översvämningsdrabbade bostadsområdet Söderkulla i Malmö. Fokus i arbetet är att kvantifiera och ekonomiskt värdera ekosystemtjänsterna som det hållbara dagvattensystemet ger upphov till, i syfte att kunna väga in dessa i analysen. I arbetet har ett antal åtgärdsförslag tagits fram baserade på en skattad mängd dagvatten som behövs omhändertags i området Söderkulla i Malmö. Investerings och underhållskostnaderna för dessa lösningar har legat till grund för kostnadsaspekten av analysen. Nyttodelen utgörs av de ekosystemtjänster som lösningarna förväntas att generera i form av översvämningskydd, vattenreningsförmåga, luftreningsförmåga, klimatreglering, bullerdämpning och höjning av rekreativvärde. Den monetära värderingen av översvämningskydd är delvis baserad på platsspecifik data från försäkringsbolag och delvis på historisk data från övriga Sverige. De resterande ekosystemtjänsterna är värderat genom att använda traditionella ekonomiska värderingsmetoder för varor utan en naturlig marknad.

Bakgrund

Förändringar i klimatet tillsammans med den pågående urbaniseringen leder till ändrade förutsättningar för våra städer. För Sverige innebär ett ändrat klimat bland annat fler extrema väderhändelser, där frekvensen av intensiva regn och skyfall förväntas öka och perioder med torka och värmebölja blir allt vanligare (IPCC, 2014). Parallellt med den pågående förtätningen, skapar de ökade nederbördsmängderna problem med översvämning då kapaciteten av ledningsnätet överskrids. Invånarnas säkerhet påverkas av detta och vi riskerar att stora ekonomiska och kulturella värden går förlorade vid översvämning. Därför måste vi identifiera orsaker, sammanhang och möjliga lösningar för att skydda samhället mot de hot som klimatförändringarna utgör genom klimatanpassning av svenska städer.

Det pågår just 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*. Ett steg i klimatanpassning av städer är införande av hållbar dagvattenhantering. Genom att anlägga till exempel gröna tak, meandrade bäckar, fördröjningsdammar och ytor för kontrollerad översvämning fördröjs

dagvattnet vilket minskar trycket på ledningsnätet. Dessa åtgärder är inte bara kostnadseffektiva lösningar mot översvämning, de genererar även nytta genom att bidra med positiva naturvärden. Dessa naturvärden kallas ekosystemtjänster och är definierade som de direkta och indirekta nyttor som naturen bidrar med till människors välbefinnande (Naturvårdsverket, 2012; TEEB, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, 2010). Figur 1 åskådliggör de ekosystemtjänster som kan åstadkommas i en stadsmiljö. Med inslag av blå-gröna ytor i stadsmiljön bidrar hållbar dagvattenhantering till ökad biodiversitet och en rad ekosystemtjänster såsom översvämningsskydd, rekreation samt rening av luft- och vatten (C/O City, *Care of City*, 2014). I syfte att säkerställa ekosystemtjänster för framtida generationer har behovet av att kommunicera värdet av dessa nyttor blivit uppmärksammat från regeringen bland annat i rapporten från Statens offentliga utredningar, *Synliggöra värdet av ekosystemtjänster från 2013*.

I examensarbete som denna artikel bygger på har en monetär värdering av ekosystemtjänster applicerats i en kostnads-nyttoanalys (KNA), där införande av hållbar dagvattenhantering har utvärderats utifrån analysen. Såväl investerings- som underhållskostnader för olika dagvattenlösningar har inkluderats och analysen tar även



Figur 1. Illustration av ekosystemtjänster relevanta i en urban miljö vilka listas Urbana ekosystemtjänster: Låt naturen göra jobbet C/O City (2014).

hänsyn till översvämningsrisk kopplad till lösningarna samt åskådliggör osäkerheter kopplade till den monetära värderingen. Examensarbetet blev utfört våren 2016 av Marika Karras och Kari Ella Read vid avdelning för Riskhantering och Samhällssäkerhet vid Lunds Tekniska Högskola. Genom studien framgår det att det är möjligt att inkludera monetära värden för ekosystemtjänster i en samhällsekonomisk analys av hållbar dagvattenhantering. På så sätt kan värdet av ekosystemtjänster i samhällsplaneringen belysas på ett tvärvetenskapligt språk, vilket kan förbättra beslut kring klimatanpassningsåtgärder. Examensarbetet kan i sin helhet läsas på: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/> (sök efter Karras & Read).

Vad är bäst för samhället?

För att lösa ett specifikt problem i samhället eller öka välfärden generellt finns det ett stort antal lösningar och alternativ att välja mellan. Men hur kan man veta vilka åtgärder som ger mest samhällsnytta? Eftersom resurserna oftast är begränsade måste man väga mellan olika alternativ, där kunskap om effekten på andra områden i samhället än huvudsyftet kanske saknas. Om man till exempel endast ser till en dagvattenlösnings förmåga att hantera mängden dagvatten per investerad krona, går man miste om andra fördelar eller nackdelar om inte dessa tas med i beräkningen.

Inom dagvattenhantering liksom vid samhällsplanering generellt är det viktigt att se till helheten av olika alternativ, hitta rätt beslutsunderlag baserat på dagens och framtidens förutsättningar för att tillgodose så många behov som möjligt, dvs. maximera nyttan (välfärden). För att göra detta finns flera samhällsekonomiska verktyg tillgängliga, där kostnads-nyttoanalysen är ett (Naturvårdsverket, 2008). Verktyget gör det möjligt att väga för- och nackdelar med ett projekt och på så sätt jämföra olika alternativ. Det kräver dock att alla effekter av ett projekt (positiva och negativa) har samma enhet och därför behövs alla värden omvandlas till kronor och ören (monetäriseras).

Vad är värdet av ekosystemtjänster?

I dagsläget har endast ett fåtal kostnads-nyttoanalyser utförts på hållbar dagvattenhantering, likaså är monetär värdering av ekosystemtjänster ett nytt område. I denna studie genomfördes en kostnads-nyttoanalys på införande av hållbar dagvattenhantering i det översvämningsdrabbade bostadsområdet Söderkulla i Malmö. Söderkulla har identifierats som ett prioriterat område i den skyfallsplan som Malmö stad tagit fram genom samarbete mellan flera förvaltningar inom kommunen, VA SYD och ett antal berörda aktörer (intervju med re-

presentanter från Gatukontoret vid Malmö stad, 29.03.2016).

Stegen som utfördes i kostnads-nyttoanalysen är en vidareutveckling av en modell för samhällsekonomiska kostnader av översvämnung framtagen av Sweco (Rosén et al, 2011). Värderingen av ekosystemtjänster baseras på Naturvårdsverkets *Guide för värdering av ekosystemtjänster* (2016). Stegen som har utförts i kostnads-nyttoanalysen presenteras nedan:

- Steg 0: Identifiering och beskrivning av projektet
- Steg 1: Hydrologisk modellering av översvämningsscenario
- Steg 2: Kvantifiering och ekonomisk värdering av översvämnungarnas 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: Nuvärdesberäkning där lönsamheten för samhället fastställs
- Steg 8: Fördelningsanalys
- Steg 9: Osäkerhets- och känslighetsanalys

För att kunna genomföra en noggrann och bred analys behövs ett stort informationsunderlag. I denna studie har information från Skånes fyra största försäkringsbolag (Länsförsäkringar Skåne, If Skadeförsäkringar, Trygg Hansa och Folksam) samt Räddningstjänsten Syd, Gatukontoret och Miljöförvaltningen på Malmö stad, VA Syd och experter från Avdelningen för teknisk vattenresurslära och Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet gjort arbetet möjligt. Studien har även varit en del av det Formas-finansierade forskningsprojektet Sustainable Urban Flood Management (SUrF), vilket gett värdefull kontakt med experter inom dagvattenhantering.

Förutom översvämningsskyddet har inga egna värderingsstudier gjorts, istället har beräkningarna baserats på redan utförda studier, så kallad värdeöverföring, och mått som används på andra områden i samhällsplaneringen. I den grad det har ansetts nödvändig har penningvärdet justerats och det har gjorts lokala omvandlingar för att värdena ska kunna användas på fallet Söderkulla. Kostnads-nyttoanalysen baserades på ett antagande att den tekniska livslängden för det hållbara dagvattenhanteringssystemet är 100 år och de aktuella kostnaderna och nyttorna infaller varje år. Vidare används en diskonteringsränta på 3,5 % (ASEK, 2016) och 1,4 % rekommenderad för klimatanpassningsåtgärder (Stern, 2006).

Tabell 1. Tre översvämningsar i Söderkulla som ligger till grund för analysen, regnvolym och varaktighet (VA SYD) samt uppskattad återkomsttid för regnen som orsakade översvämningsarna.

Scenario	Översvämningsdatum	Ungefärlig 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

Vad kostar översvämningsar samhället?

Tre historiska översvämningsscenarion i Söderkulla valdes som utgångspunkt i analysens skade- och riskkostnadsberäkningar, vilka kan ses i tabell 1. Till varje scenario har en återkomsttid skattats utifrån de uppmätta regnmängderna i Söderkulla (Sörensen, 2016) vid respektive händelse tillsammans med tillgängliga modeller för återkomsttider baserade på Hernebring (2015).

Att koppla översvämningsar i ett bestämt område till konsekvenser i samhället är komplicerat eftersom orsakssambanden ofta är otydliga och svårsmåta. För att få en så fullständig bild av konsekvenserna som möjligt baserades beräkningarna av skadekostnaderna på en identifiering av skadeposter där kvantifiering och ekonomisk beräkning utfördes så långt information gick att finna. I första hand användes platspecifika kostnader till följd av översvämningsarna baserade på försäkringsinformation, men även statistik från övriga Sverige har använts och applicerats på området. I tabell 2 presenteras de skadekostnader som togs fram för de olika scenarierna.

I nästa steg togs riskkostnaden fram genom att väga samman skadekostnaderna för respektive översvämningshändelse med de uppskattade sannolikheterna för att händelserna sker under ett år. Riskkostnaden kan ses

Tabell 2. De totala skadekostnaderna för scenario 1 till 3 i Söderkulla, där scenario 2 och 3 är skattade med en korrigeringsfaktor.

Scenario	Skadekostnad
1	29 851 600 – 38 160 900 kr
2	1 476 330 – 1 883 707 kr
3	2 458 758 – 3 138 541 kr

som den förväntade kostnad som uppkommer om inga åtgärder görs i området och är således kostnaden för nollalternativet.

Utifrån resultatet i tabell 3 förväntas översvämningsar i Söderkulla kosta mellan 3 526 616 kr och 12 110 775 kr, beroende på diskonteringsränta och osäkerheter i underlaget. Lägre diskonteringsränta gör alltså att framtida nyttor värderas högre.

Hur kan man skydda sig?

För att kunna dimensionera ett öppet dagvattenhanteringssystem utgår man ifrån den volym vatten som behöver tas om hand i ett område. Malmö stad håller på att fastställa vilken volym som behöver hanteras på Söderkullas 59 hektar stora område och i väntan på resultatet har Gatukontoret använt en uppskattad volym på 16 000 kubikmeter. Denna uppskattning har även legat till grund för dimensioneringen av det hållbara dagvattensystemet i denna studie.

Val av lösningar i det hållbara dagvattenhanterings-systemet baserades på kostnadseffektivitet i förhållande till investeringskostnad och hanterad volym, dess underhållskostnader samt i vilken grad de bidrar med andra ekosystemtjänster än översvämningskydd. I en studie om kompakta dagvattenlösningars kapacitet visades att regnbäddar, permeabla markytor, svackdiken och gröna tak (intensiva) är de mest effektiva av de öppna lösningarna (Haeggblom & Hallerth, 2016). Av dessa hämnade svackdiken i topp, vilket stämmer med rekommendationer från entreprenören som anlade det hållbara dagvattensystemet i Augustenborg, Malmö.

Gatukontoret vid Malmö stad har tillsammans med Ramböll (2015) tagit fram ett antal översvämningsåtgärder i Söderkulla, vilka främst behandlar öppna magasi-

Tabell 3. Riskkostnaden diskonterat över 100 år med två olika diskonteringsräntor, samt 5 % och 95 %-percentilerna.

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

neringsytor. Utöver dessa åtgärder, föreslås i denna studie ytterligare lösningar för att hantera hela volymen på 16 000 m³. De samlade åtgärderna består av svackdiken för att långsamt leda bort dagvatten, öppna fördröjningsmagasin och torrdammar som kan samla stora volymer vatten vid översvämning, regnbäddar som bidrar med infiltration samt gröna tak och bullerlösningar. Dessutom föreslås det att fler buskar och träd planteras i området.

Hur beroende är vi av naturens tjänster och hur värderas de?

Som underlag för beräkning av nyttorna i kostnads-nyttoanalysen användes Naturvårdsverkets nyligen framtagna *Guide för värdering av ekosystemtjänster* (2016). Ökningen av ekosystemtjänster till följd av dagvattenlösningarna har kvantifierats och värderats monetärt dels genom att applicera klassiska ekonomiska värderingsmetoder och dels med stöd i utförda studier av respektive ekosystemtjänst. De ekonomiska värderingsmetoderna 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.

Översvämningsskydd

Det föreslagna 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. På så vis minskas flödet till rörledningarna och därmed minskas även risken för översvämning. Eftersom åtgärderna antas förhindra att en översvämning sker, kan ekosystemtjänsten *översvämningsskydd* beräknas med hjälp av metoden **utebliven skadekostnad**. Värdet av denna tjänst motsvarar riskkostnaden som presenterades ovan (se avsnittet Vad kostar översvämningar samhället?).

Vattenrening

Vatten i naturliga miljöer, så som i vattendrag och bäckar, reglerar 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). För att skatta den ekonomiska nyttan av ekosystemtjänsten *vattenrening*, beräknades mängden vatten som renas i

området varje år och kopplades till ett monetärt schablonvärde för kostnaden av vattenrening i reningsverk. Den ekonomiska värderingsmetoden som används är således **ersättningskostnad**. Detta är ett sätt att finna ut hur mycket vi värdesätter rent vatten.

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 med bland annat giftiga kväveföreningar (NO_x) och slitage på vägar och däck som ger upphov till små partiklar, så kallade PM10, vilka är skadliga att andas in (Miljöförvaltningen, 2015).

Luften i staden kan renas med hjälp av grönytor (Nowak, Crane, & Stevens, 2006). Partiklarna samlas upp på bladens ytor och föroreningar tas upp genom klyvöppningarna. Vegetation kan även fungera utspädande av föroreningarna i luften genom att koncentrationen av dem sänks när turbulens skapas runt bladen. Baserat på andelen införda växter och grönområde för det föreslagna hållbara dagvattensystemet, beräknades mängden föroreningar som tas upp av bladen och utifrån detta vilka kostnader som uteblir för samhället till följd av reducerade hälsokostnader (**utebliven skadekostnad**). Värdet av denna hälsoeffekt är baserad på bland annat Trafikverkets ASEK-värden för föroreningar i städer, samt ytterligare två studier gjorda av Nowak (2006) respektive Leksell (1999). Resultatet används för att uppskatta det monetära värdet av ekosystemtjänsten *luftkvalitet*.

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).

ASEK (6.0, kap 10) har tagit fram kostnader för buller. De är dels baserade på studier om **hedonisk prissättning**, där bullernivåer påverkar fastighetspriser, och dels på bullers effekt på människors hälsa. Buller kan bland annat öka risken för hjärt- och kärlsjukdomar genom omedvetna sömnstörningar. För att beräkna värdet av minskat buller, baserat på ASEKs värden, utgår man från skillnaden mellan bullernivån innan och efter en åtgärd

och avläser motsvarande kostnad per person och år. Genom att sedan uppskatta hur många personer som påverkas av åtgärden kan ett totalt värde på ekosystemtjänsten *bullerreglering* beräknas.

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 vegetationens upptag av koldioxid. Det senare påverkar positivt atmosfären i förhållande till den pågående globala uppvärmningen.

För att få en indikation på värdet av klimatanpassning i Söderkulla valdes den isolerande effekten som gröna tak ger upphov till där beräkningarna baserades på hur mycket energi som sparas (GRHC, 2014). Metoden som används är således **ersättningskostnad**. I verktyget som beräkningarna baseras på är det möjligt att välja dels både klimatzon och typ av byggnad. Om det är den exakta energibesparingen man är ute efter, snarare än ett värde som indikerar vad en ekosystemtjänst är värd, rekommenderas att söka sig till platsspecifika studier då byggnadernas isoleringsstandard påverkar resultatet.

Översvämningskyddet som beskrevs ovan är en stor del av klimatanpassningsåtgärderna som genomförs i Sverige (SOU 2007:60) men då det definierades som en egen ekosystemtjänst värderades det inte under denna punkt.

Rekreation samt mental och fysisk hälsa

Kopplingen mellan hälsa och grönytor har länge varit känd, då 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, 2014). Genom att studera bostadspriser i närheten av grönområden kan man studera hur mycket mer människor är villiga att betala för att bo nära en park eller naturområde. Varför det är så råder det osäkerheter om, men en förklaring är just att vi mår bra av att vistas i en grön omgivning. Oavsett om denna effekt är medveten eller omedveten, kan den genom bostadspriserna bli ett mått på värdet av rekreation kopplad till grönområden.

Det ekonomiska värdet av ekosystemtjänsten *rekreation* har i detta fall skattats via värdeöverföring från studier av **hedonisk prissättning** och kopplades till de bostäder i området som förväntas påverkas av åtgärdsförslagen.

Naturpedagogik

Att vistas i naturen bygger upp en förståelse för djur och växter samt samspelet mellan dem och oss människor. Detta är särskilt viktigt för barn och därför ska barnen få möjlighet att utforska miljön runt omkring dem och låta fantasin och upptäckarglädjen släppas fri i leken (Mår-

Tabell 4. Sammanställning av metoder för att värdera ekosystemtjänster (EST). Baserad på information från TEEB (2010a) och Naturvårdsverket (2012).

Metod	Kommentar	Svårighetsgrad	Grupp av EST: med exempel
Marknadsvärden	Utgår från befintliga marknadspriser	Enkel	Mat, vatten, trä, koldioxidupptag
Ersättningskostnad	Pris för en teknisk lösning som ersätter ekosystemtjänsten	Enkel	Luft- och vattenrening, pollinering
Utebliven skadekostnad	Hur stora kostnader som kan undvikas med hjälp av ekosystemtjänsten	Enkel	Översvämningskydd, kolupptag
Produktionsfunktionsinriktad	Hur mycket av värdet på en produkt som beror av »input» från en ekosystemtjänst	Avancerad	Mat, trä, vatten Reglerande: vatten- och luftrening
Hedonisk prissättning	Värdeökning på fastighetsmarknaden som kan kopplas till miljöaspekter	Väldigt avancerad	Luftkvalitet, kulturella värden, rekreation
Resekostnad	Vad man är villig att betala för att resa till och besöka ett naturområde	Avancerad	Enbart rekreation
CV-metoden	Hur mycket de intervjuade eller svarande på en enkät är villiga att betala för en ökning av en ekosystemtjänst	Avancerad	Samtliga ekosystemtjänster
Värdeöverföring	Överför värden från redan gjorda studier att ha som grund	Enkel till avancerad	Samtliga ekosystemtjänster

Tabell 5. Resultatet av den monetära värderingen av ekosystemtjänster.

Ekosystemtjänster	Värderingsmetod	Resultat
Översvämningsskydd	Utebliven skadekostnad	170 539 kr/år
Vattenrening	Ersättningskostnad	22 235 kr/år
Luftkvalitet	Utebliven skadekostnad	9 235 kr/år
Bullerreglering	Hedonisk prissättning/CV-studier	1 006 230 kr/år
Klimatanpassning	Ersättningskostnad	46 768 kr/år
Rekreation	Hedonisk prissättning	601 361 kr/år
Naturpedagogik	–	–
TOTALT		1 856 368 kr/år

tensson, 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*, trots att en specialist inom naturpedagogik kontaktats. Ekosystemtjänsten behandlas ofta tillsammans med rekreation (Johansson, 2014) och de kan således anses vara kopplade till varandra. En inkludering av värdena från båda skulle kunna innebära en dubbelräkning.

Monetära värden av ekosystemtjänsterna i analysen

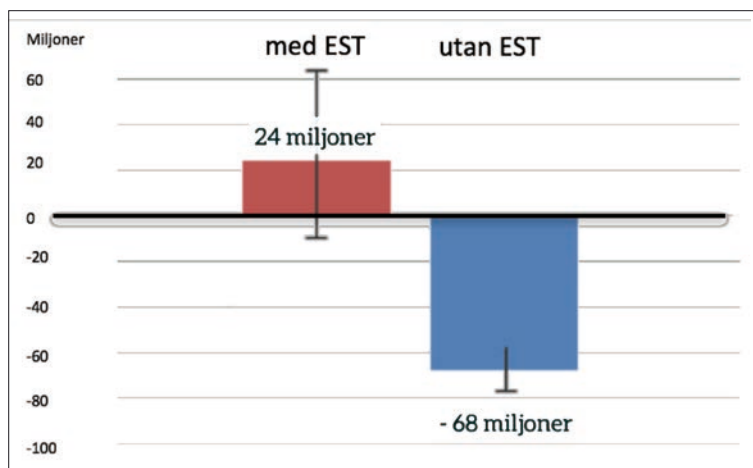
I tabell 5 presenteras en sammanställning av de olika ekosystemtjänsternas nytta i ekonomiska mått, samt den värderingsmetod som har legat till grund för värderingen. Det ses att bullerreglering står för över hälften av den totala nyttan från ekosystemtjänsterna. Detta har delvis sin förklaring i att de bygger på ASEKs väletablerade och höga schablonvärden för bullerreducering, se vidare diskussion under »Osäkert ser du?»

Är hållbar dagvattenhantering lönsamt? Och för vem?

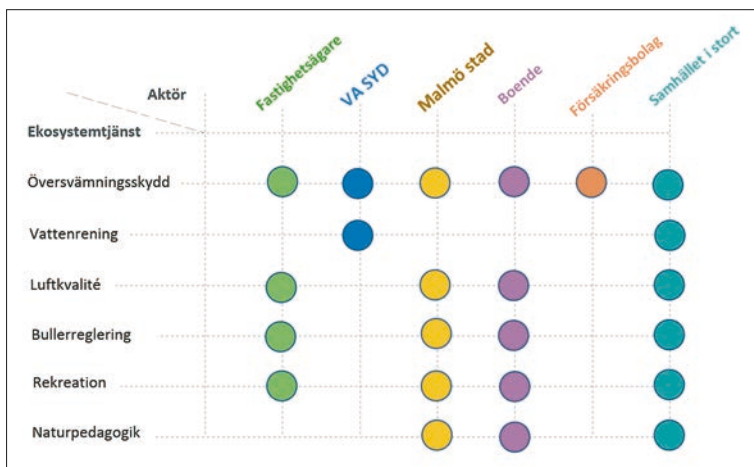
För att ta fram resultatet av kostnads-nyttoanalysen görs en diskontering av alla nyttor och kostnader som infaller varje år, dvs. att framtida kostnader och nyttor summeras med hjälp av en särskild räntesats (diskonteringsränta) som tar höjd för att pengar idag är mera värda än pengar i framtiden. Detta kallas även nuvärdesberäkning.

Resultatet av nuvärdesberäkningarna i kostnads-nyttoanalysen visade att resultatet blev positivt endast i fallet då det ekonomiska värdet av ekosystemtjänster var inräknad och en diskonteringsränta på 1,4% användes (rekommenderad av Stern-rapporten för klimatanpassningsåtgärder, 2006). Med ASEKs rekommenderade diskonteringsränta (3,5%) 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.

Figur 2 visar väntevärdet och spridningen av resultatet för beräkningarna med och utan ekosystemtjänster och då diskonteringsränta antagits vara 1,4%. Den röda



Figur 2. Nettonuvärde med och utan ekosystemtjänster (EST) för en diskonteringsränta på 1,4%. Den röda är med och blå utan ekosystemtjänster.



Figur 3. Tabellen visar vilka aktörer i samhället som drar nytta av de olika ekosystemtjänsterna.

stapeln visar det mest troliga utfallet för beräkningen, väntevärdet, som fås då ekosystemtjänsterna inkluderas, nämligen 24 miljoner kronor. Då den monetära värderingen av ekosystemtjänster exkluderas (blå stapel), beräknas ett väntevärde på minus 68 miljoner kronor. De svarta stolparna visar spridningen som intervallen i beräkningarna ger upphov till och teoretiskt sett skulle alltså slutvärdet kunna hamna på allt mellan plus 63 miljoner kronor och minus 10 miljoner kronor då ekosystemtjänsterna inkluderas och mellan 0 kronor och minus 68 miljoner kronor då ekosystemtjänsterna exkluderas. Orsaken till den stora spridningen är att i princip alla ingående parametrar i beräkningarna i sig är osäkra och varierar. Alltså kan respektive alternativ leda till flera olika resultat.

Fördelningsanalys – vem får och ska dela kakan?

En viktig del av kostnads-nyttoanalysen är att se hur kostnaderna och nyttorna fördelas i samhället. I figur 3 åskådliggörs vilka aktörer i Malmö som kan tänkas dra nytta av de ekosystemtjänster som införs i samband med det föreslagna, hållbara dagvattensystemet i Söderkulla. Det kan ses att flera aktörer drar nytta av de föreslagna förändringarna, däremot är det endast några av aktörerna som förväntas betala för dem baserad på dagens ansvarsfördelning. Förmodligen skulle VA SYD tillsammans med Malmö stad och i viss mån fastighetsägarna stå för merparten av kostnaderna.

I nuläget saknas en tydlig lagstiftning både gällande ansvar för klimatanpassningsåtgärder och fördelning av investerings- och underhållskostnaderna för hållbar dagvattenhantering i befintliga områden. Idealt sett ska finansieringen speglas av nyttofördelningen i samhället, men detta framgår inte av analysen. En aktör som till

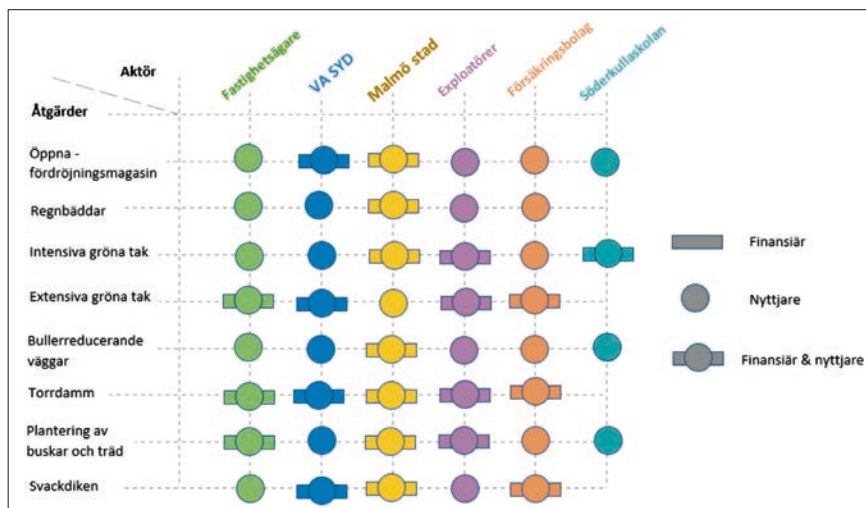
exempel har stor fördel av ett hållbart dagvattensystem, men som i dagsläget har få möjligheter att påverka dagvattenhanteringen är försäkringsbolagen. Ett normativt förslag på fördelning av kostnader för olika åtgärder är att låta betalningsansvaret återspegla fördelningen av nyttorna såsom visas i figur 4.

Osäkert säger du?

Genom att kontinuerligt använda intervallskattningar på alla parametrar i analysen kan man åskådliggöra vart de största osäkerheterna befinner sig. Allt eftersom man samlar in ny information kan modellen uppdateras och spridningen reduceras. Simuleringsprogrammet @Risk gör det möjligt att väga samman alla dessa intervall och genom till exempel en Monte Carlo-simulering får man en indikation om vilken påverkan de olika parametrarna har på resultatet av analysen.

Känslighetsanalysen visade att parametrarna vars variation påverkade resultatet mest var kopplade till värderingen av ekosystemtjänsterna *Bullerreglering* och *Rekreation*. Trots att dessa ekosystemtjänster inte direkt har en riskreducerande effekt mot översvämning, är parametrarna intressanta eftersom de baseras på liknande värderingsmetoder. Även om kvantifieringen av bullerregleringens effekt var osäker, baserades det ekonomiska värdet av minskningen per decibel på en av de mest väletablerade källorna, nämligen ASEK från Trafikverket (2016c). Dessa siffror ligger till grund för många beslut inom samhällsplaneringen i Sverige och har traditionellt använts för värdering av buller. Att effekten på bullerregleringen påverkar beräkningarna i stor grad beror på att buller är högt värderat inom ASEK, om övriga ekosystemtjänster hade lika stort underlag hade förmodligen även de värderats högre.

Figur 4. Nyttor och kostnader från olika åtgärder fördelade på aktörer som påverkas av införandet av hållbar dagvattenhantering i Söderkulla i Malmö. Figur av inspirerad av WHITE och NCC (2013).



Att hitta fler och bättre studier kan reducera en viss del av osäkerheterna, samtidigt återstår fortfarande osäkerheter kopplade till om vi faktiskt mäter det vi tror vi mäter (validitet). Är till exempel ökade priser på bostäder nära ett grönområde ett mått för rekreationsvärde av grönområdet eller beror värdeökningen på något annat? Andra metoder som bygger på att fråga efter betalningsvilja (preferens studier), är förknippade med osäkerheter kopplade till snedvridningar (biases) och det är således svårt att säga om fler studier skulle kunna påverka osäkerheterna totalt sett.

Det är även viktigt att poängtera att samhällsekonomiska analyser, så som denna KNA, bygger på en rad normativa teorier och principer som inte alltid speglar verkligheten. Exempel på detta är antaganden om att människor alltid är rationella i sina val. Eftersom individen sällan har tillräcklig kunskap om alla konsekvenser av ett beslut är detta svårt att uppnå. Det är till exempel väldigt få som är medvetna om sitt verkliga beroende av olika ekosystemtjänster och värderar dem därefter.

Samtidigt är många delar av våra samhällen styrda efter ekonomiska mått och eftersom ekosystemtjänster främst har värderas kvalitativt och kvantitativt kan det ha lett till en konsekvent underskattning av ekosystemtjänsternas värde (TEEB, 2010). Resultatet av kostnadsnyttoanalysen i examensarbetet stödjer denna tes genom att visa hur den ekonomiska värderingen av ekosystemtjänster påverkar resultatet. En undervärdering av dessa tjänster kan leda till att alternativ som ur ett långsiktigt perspektiv är mer samhällsnyttiga, riskerar att förbises till fördel för alternativ med kortsiktig, ekonomisk vinst. En ackumulerad effekt av en underskattning av ekosystemtjänster på lokal och regional nivå skulle även kunna

vara en underliggande orsak till de konsekvenser vi nu ser i form av förlust av biodiversitet och förändringar i klimatet. De pågående internationella och nationella satsningar kring synliggörandet av ekosystemtjänsternas värden visar på angelägenheten att utveckla detta område vidare (SOU 2013:68).

Slutsats

Resultatet av nettonuvärdet i fallen utan andra ekosystemtjänster än översvämningsskydd gav stora negativa resultat. Detta 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 och 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.

Monetär värdering av ekosystemtjänster kan trots osäkerheterna vara ett viktigt steg emot att åskådliggöra vilket värde dessa tjänster har för våra samhällen. Osäkerheterna borde snarare ses som ett mått på hur lite vi faktiskt vet om vårt beroende av dessa nyttor. I en värld där ekonomiska mått ofta styr kan risken i att inte värdera ekosystemtjänsterna enligt samma mått leda till en underskattning av dess värde vilket i sin tur kan bli kostsamt för våra kommande generationer.

Referenser

- C/O City (2014) Ekosystemtjänster i stadsplanering – en vägledning. Stockholm: VINNOVA.
- GRHC (2014) Green Roof Benefits. Hämtat från Green Roofs for Healthy Cities: <http://www.greenroofs.org/index.php/about/greenroofbenefits>
- Haeggblom, J., & Hallerth, J. (2016) Kompakta öppna dagvattenlösningar i urban miljö – Skyfallshantering i området Husensjö i Helsingborgs stad. Lund: Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik, Institutionen för kemiteknik, Lunds Tekniska Högskola.
- 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
- 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.
- Mårtensson, F. (2004) Landskapet i leken – En studie av utomhuslek på förskolegården. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).
- Miljöförvaltningen (2015) Luften i Malmö. http://miljobarometern.malmo.se/content/docs/Luften_i_Malmo_2014.pdf. Malmö stad, hämtad 2016-04-26.
- 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.
- Naturvårdsverket (2008) Kostnads-nyttoanalys som verktyg för prioritering av efterbehandlingsinsatser. Rapport 5836
- Naturvårdsverket (2012) Sammanställd information om ekosystemtjänster.
- 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.
- Sörensen J. (2016) Open LID stormwater system tested during severe flood event. International Low Impact Development China Conference, 26–29 juni 2016, Peking, Kina.
- 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.
- Stern, N. (2006) The Economics of Climate Change – the Stern Review. Cambridge: Cabinet Office HM Treasury: Cambridge University press.
- TEEB. (2010) TEEB for Local and Regional Policy Makers. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.
- Ramböll. (2015) Hydraulisk modellering runt Söderkullaparken. Malmö.
- Rosén, L. Nimmermark, J., Lindhe, A., Andréasson, M., Persson, J. (2011) Guidance on how to perform a Cost-Benefit Analysis of alternative flooding protection measures. Sweco Environment AB.
- WHITE och NCC. (2013) NCC och ekosystemtjänsterna.