



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC W 20032

Examensarbete 30 hp
Juni 2020

Multikriterieanalys för val av hållbar dagvattenhantering med fokus på skyfall och tillgänglighet

Lisa Selin

Abstract

When natural land is built up, rain and melt water cannot infiltrate into the soil and will instead run off along the surface. This water is called stormwater and can lead to problems in the society if it isn't managed in an appropriate way. Accumulations of stormwater can for example damage properties and infrastructure. Stormwater can also contain dangerous substances that have been rinsed off the surface. Furthermore, if the stormwater is handled in a good way it can be seen as a resource, for example by creating pleasant outdoor environments. In order for all people to be able to take part of the environment and its benefits, it is important that it is designed in an accessible way.

As cities grow, the proportion of hardened land is increasing, leading to challenges for stormwater management. In addition, a warmer climate leads to an increase in cloudbursts, where large amounts of stormwater can be generated in a short time. There is no actor in the society who is solely responsible for stormwater being handled in a proper way. Consequently, when a new area is to be established, conflicts of interest can occur when choosing stormwater management. Multicriteria analysis (MCA) is a tool that can be used to compare different alternatives based on the same criteria, and deal with conflicts of interest. The included alternatives are scored according to how they perform in the various criteria. If the criteria are prioritized differently they can be weighted, this is often done by different actors involved in the issue. A final grade can then be assigned to the alternatives.

The aim of this study was to develop an MCA for sustainable stormwater management that includes both accessibility and cloudburst aspects. The MCA was built up to be applicable to an area in Vellinge municipality where a new business area was to be established. Different combinations of technical solutions for stormwater management for the business area were compared in the MCA. The criteria were weighted during a workshop with representatives from various administrations from Vellinge municipality. According to the score and the weighting, a combination of technical solutions for stormwater management including both accessibility and cloudburst aspects received the highest final grade. This combination included a ditch, two dry ponds, a pond with permanent water level and a stormwater patch. For the accessibility aspects, the design of the technical solutions was important. The stormwater patch was included in the combination to be able to manage cloudburst in the business area. The most important thing about implementing the MCA was to create a discussion and consensus among the stakeholders on the choice of stormwater management. Including accessibility and cloudburst aspects in the MCA led to these issues being raised during the workshop and this gave a rewarding discussion.

Referat

När naturlig mark bebyggs kan regn- och smältvatten inte infiltrera ned i marken och kommer istället rinna av längs ytan. Detta vatten kallas dagvatten och kan leda till problem i samhället om det inte omhändertas. Dels kan större ansamlingar dagvatten skada bland annat fastigheter och infrastruktur, dels kan dagvattnet innehålla farliga ämnen som sköljts med från exempelvis trafik. Tas dagvatten omhand på ett bra sätt kan det dessutom ses som en resurs, exempelvis genom att skapa trevliga utemiljöer. För att alla personer ska kunna ta del av miljön är det viktigt att den utformas på ett tillgängligt sätt.

I takt med att städer växer ökar andelen hårdgjord mark, vilket leder till utmaningar för dagvattenhanteringen. Dessutom leder ett varmare klimat till en ökning av skyfall, där det på kort tid kan genereras stora mängder dagvatten. Det finns ingen aktör i samhället som är ensamt ansvarig för att dagvatten tas omhand på ett bra sätt. När ett nytt område ska etableras kan därför intressekonflikter ske vid val av dagvattenhantering. Multikriterieanalys (MKA) är ett verktyg som bland annat kan användas för att jämföra olika alternativ för dagvattenhantering utifrån samma kriterier, samt hantera eventuella intressekonflikter. De inkluderade alternativen poängsätts efter hur de presterar i kriterierna. Om kriterierna prioriteras olika kan de viktas, detta görs ofta av olika aktörer som är berörda av frågeställningen. Ett slutbetyg kan sedan tilldelas alternativen.

Syftet med den här studien var att utveckla ett MKA-verktyg för hållbar dagvattenhantering som inkluderar både tillgänglighets- och skyfallsaspekter. MKAn byggdes upp för att kunna appliceras på ett område i Vellinge kommun där ett nytt verksamhetsområde skulle etableras. Olika kombinationer av tekniklösningar för dagvattenhantering för verksamhetsområdet jämfördes i MKAn. Viktningen av kriterierna skedde under en workshop med representanter från olika förvaltningar på Vellinge kommun. Enligt poängsättningen och viktningen fick en kombination av tekniklösningar för dagvattenhantering som skulle gynna både tillgängligheten och skyfallshantering i området högst slutbetyg. Denna kombination inkluderade ett dike, två torra dammar, en damm med permanent vattenspegel och ett dagvattenstråk. För tillgänglighetsaspekterna var utformningen av tekniklösningarna viktig. Dagvattenstråket inkluderades i kombinationen för att kunna skyfallssäkra området. Det viktigaste med att genomföra MKAn var att skapa en diskussion och samsyn hos de berörda aktörerna kring val av dagvattenhantering. Att inkludera tillgänglighets- och skyfallsaspekter i MKAn ledde till att dessa frågor lyftes under workshopen, vilket gav en givande diskussion.

Förord

Detta examensarbete avslutar mina fem år på Civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet och Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och har utförts i samarbete med RISE.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Helene Sörelius på RISE för ditt otroliga engagemang och din kunskap inom ämnet. Du har lärt mig otroligt mycket och bidragit till att detta examensarbete varit både intressant och roligt att genomföra. Jag vill även tacka min ämnesgranskare Roger Herbert för allt stöd under arbetets gång.

Slutligen vill jag tacka min bror Andreas Selin för all hjälp jag fått av dig under alla mina skolår, från grundskolan till universitetet.

Lisa Selin

Uppsala, juni 2020

Populärvetenskaplig sammanfattning

I ett obebyggt landskap kan regnvatten tas omhand på ett naturligt sätt, bland annat genom att tränga ner i marken och bilda grundvatten. När naturlig mark istället bebyggs med till exempel asfalt eller byggnader kallas det för att marken hårdgörs. Då kan regn- och smältvatten inte längre tränga ner i marken och kommer istället rinna av på ytan. Detta vatten kallas för dagvatten. Idag byggs många nya bostadsområden och i takt med att naturlig mark försvinner ökar mängden dagvatten, vilket medför en utmaning för dagvattenhanteringen i samhället. Det är dock inte bara ny bebyggelse som ökar mängden dagvatten i samhället. Vi går mot ett allt mer extremt klimat som medför fler skyfall. När ett sådant inträffar kommer stora mängder vatten under en kort tid. Traditionellt sett leds dagvatten ner i brunnar och vidare i rör under marken, på liknande sätt som samhällets avloppsvatten från hushåll och andra verksamheter. Vid ett skyfall kommer så pass mycket vatten att det är omöjligt att allt kan omhändertas av rörledningar under jord.

Förutom rörledningar under marken finns det många andra tekniker för att omhänderta dagvatten. Det har länge varit känt att dagvatten måste hanteras för att undvika problem i samhället och tekniken har utvecklats med årens gång. Innan 1970-talet låg fokuset enbart på att kunna ta omhand mängden vatten för att undvika översvämningar och stående vatten. Senare blev det känt att dagvatten ofta innehåller farliga ämnen och fokuset skiftade till att även rena dagvatten. När dagvattnet rinner över olika ytor kan ämnen från dessa sköljas med, till exempel farliga ämnen från biltrafik eller olika verksamheter. I dagens samhälle har det även uppmärksamats att dagvatten kan ses som en resurs som medför olika nyttor. Till exempel kan trevliga utemiljöer skapas med hjälp av dagvatten, som en damm eller en rabatt som medför grönska i städer. För att alla personer ska kunna ta del av den trevliga miljön måste den utformas på rätt sätt. Att skapa ett tillgängligt samhälle är viktigt. Ibland byggs nya områden utan hänsyn till olika tillgänglighetsaspekter, vilket hindrar vissa personer från att ta del av platsen och dess nyttor.

Det finns ingen aktör i samhället som är ensamt ansvarig för att se till att dagvatten hanteras på ett bra sätt. Istället är ofta flera olika parter inblandade vid planering av dagvattenhantering. Exempel på dessa är kommuner, myndigheter och fastighetsägare. Vid etablering av nya områden kan det ske en intressekonflikt mellan olika parter om vad som bör prioriteras när dagvattensystem ska väljas. Till exempel om fokuset ska ligga på att dagvattnet renas, om det ska skapa en trevlig utemiljö eller om det kanske ska kunna återanvändas som en resurs till bevattning. Det finns alltså många olika kriterier som valet av system kan baseras på och dessa prioriteras ofta olika av olika aktörer. Denna studie syftar till att ta fram ett verktyg som kan användas vid val av dagvattenhantering som behandlar olika kriterier ur ett hållbarhetstänk.

Genom att ta fram ett flertal kriterier, samt olika tekniker för dagvattenhantering som ska jämföras utifrån dessa, skapas en så kallad multikriterieanalys (MKA). MKA är en välanvänd metod som använts inom många olika branscher, även dagvattenbranschen. MKA kan till exempel användas när flera olika aktörer ska ta ett gemensamt beslut om vilken teknik för dagvattenhantering ska användas för ett område. Kriterierna ska väljas så att det går att utvärdera samtliga tekniker och ge dem poäng. Om kriterierna kan anses prioriteras olika kan en så kallad viktning ske. Denna görs oftast av de aktörer och intressenter som tillsammans ska fatta ett beslut kring valet av dagvattenhantering. När sedan alla tekniker har fått en poäng och kriterierna fått en individuell vikt kan ett slutbetyg för teknikerna tas fram. Det främsta målet med att utföra en MKA är att skapa en diskussion och samsyn mellan de parter som är berörda av samma fråge-

ställning.

I denna studie togs en MKA fram för val av hållbar dagvattenhantering, med fokus på skyfallshantering och tillgänglighet. Sammanlagt valdes 16 kriterier som delades in i kategorierna Miljö, Ekonomi, Teknik och Social. MKAn konstruerades för att kunna analysera valet av dagvattenhantering för ett område i Vellinge kommun där ett nytt verksamhetsområde skulle etableras. Tekniklösningarna för dagvattenhantering som skulle jämföras i MKAn valdes utifrån förutsättningar för denna plats. Viktningen av de valda kriterierna gjordes utefter hur de ansågs prioriteras för området. Det är vanligt att enstaka tekniklösningar för dagvattenhantering jämförs i en MKA. I denna studie jämfördes istället tre scenarier med olika kombinationer av tekniklösningar. Dessa valdes med olika fokus och inriktning. Den första kombinationen av tekniklösningar valdes utifrån en rekommendation för området som tidigare genomförts och inkluderade ett dike och tre torra dammar. Den andra kombinationen av tekniklösningar valdes så att tillgängligheten i området skulle gynnas. Detta scenario inkluderade ett dike, två torra dammar, en damm med permanent vattenspiegel samt biofilter. Den sista kombinationen valdes för att gynna både tillgängligheten och skyfallshantering i området. Detta scenario inkluderade ett dike, två torra dammar, en damm med permanent vattenspiegel samt ett dagvattenstråk. Det förstnämnda scenariot med ett dike och tre torra dammar fungerade som ett referensscenario vid poängsättningen i MKAn. De andra två scenarierna fick därmed poäng utefter hur de presterade i de olika kriterierna i jämförelse med det första scenariot.

Viktningen av kriterierna skedde under en workshop med Vellinge kommun. Kriterierna viktades där av olika personer från kommunen som på något sätt är inblandade i valet av dagvattenhantering för det nya verksamhetsområdet. De fick diskutera och gemensamt ta ett beslut om hur de olika kriterierna skulle prioriteras på platsen. När viktningen var gjord kunde scenarierna få varsitt slutbetyg. Det visade sig att det scenario som inkluderar både tillgänglighetsaspekter och skyfallshantering fick högst slutbetyg och därmed ansågs som mest lämplig för området.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Frågeställningar	2
2	Teori	3
2.1	Dagvatten	3
2.2	Hantering av dagvatten	4
2.3	Tekniklösningar för dagvattenhantering	5
2.3.1	Diken	5
2.3.2	Biofilter	6
2.3.3	Dagvattendamm	6
2.4	Skyfall	6
2.5	Tillgänglighet	7
2.6	Multikriterieanalys	8
3	Metod	10
3.1	Litteraturstudie	11
3.2	Val av kriterier	11
3.3	Fallstudie	11
3.4	Val av tekniklösningar för dagvattenhantering	14
3.4.1	Scenario Torra dammar	15
3.4.2	Scenario Blå-gröna lösningar	15
3.4.3	Skyfallsscenariot	17
3.4.4	Beräkning av fördröjningskrav för fallstudieområde	19
3.4.5	Dimensionering av tekniklösningar	20
3.5	Poängsättning	22
3.6	Workshop och viktning	22
3.7	Utvärdering av MKA	23
4	Resultat	25
4.1	Kriterier i MKAn	25
4.1.1	Miljö	26
4.1.2	Ekonomi	27
4.1.3	Teknik	27
4.1.4	Social	28
4.2	Dimensionering av tekniklösningar	28
4.2.1	Scenario Torra dammar	29
4.2.2	Scenario Blå-gröna lösningar	29
4.2.3	Skyfallsscenariot	30
4.3	Poängsättning	32
4.3.1	Rening	32
4.3.2	Biologisk mångfald	34
4.3.3	Påverkan mikroklimat	35
4.3.4	Dagvatten som resurs	35
4.3.5	Utsläpp växthusgas	35
4.3.6	Anläggningskostnad	36

4.3.7	Drift och underhåll	37
4.3.8	Markanvändning	38
4.3.9	Ansvarsfördelning	39
4.3.10	Hantering av skyfall	39
4.3.11	Möjlighet till ombyggnation	39
4.3.12	Robusthet och risk för haveri	39
4.3.13	Rekreativsvärde	40
4.3.14	Framkomlighet	40
4.3.15	Orienterbarhet och tydlig miljö	41
4.3.16	Innovation och utveckling	41
4.4	Viktning och slutbetyg	42
5	Känslighetsanalys	45
6	Diskussion	46
6.1	Val av kriterier	46
6.2	Val av tekniklösningar för dagvattenhantering	46
6.3	Poängsättning	47
6.4	Workshop och viktning av kriterier	47
6.5	Slutbetyg och känslighetsanalys	48
6.6	Utvärdering av MKA	49
6.7	Framtida studier	49
7	Slutsats	50
	Referenser	51
A	Appendix	53

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I takt med att städer växer minskar andelen naturlig mark och ersätts med byggnader och asfalterade ytor. Detta kallas för att marken hårdgörs (Naturvårdsverket 2019a). I ett opåverkat landskap kan regn- och smältvatten infiltrera i marken. Dagvatten är vatten som istället rinner av längs hårdgjorda ytor. Ju mer hårdgjorda ytor som finns i ett område desto större blir mängden dagvatten (Svenskt Vatten 2011a). Förutom problematiken med en ökad mängd hårdgjorda ytor i samhället står hanteringen av dagvatten inför stora utmaningar då klimatet ändras. Ett varmare klimat leder till att atmosfären kan hålla en större mängd vattenånga, vilket kan skapa kraftigare regn (SMHI 2018). Ett kraftigt regn kallas för ett skyfall. Flera gånger har skyfall orsakat översvämningar i städer som kan leda till skador på fastigheter och infrastruktur. Om vägar och viadukter översvämmas kan det uppstå livsfarliga situationer (Svenskt Vatten and Föreningen Sveriges Stadsbyggare and Svensk Försäkring u.å.). En kommun i Sverige som drabbats hårt av skyfall är Vellinge kommun i sydvästra Skåne. 2014 föll ett av de mest intensiva regnen i Sveriges historia och mest drabbad blev ett område i Vellinge kommun där en regnvolym på 145 mm uppmättes efter 6 timmars regn (Hernebring *et al.* 2015). Vellinge kommun har efter detta tagit fram en skyfallsplan där det beskrivs hur de ska jobba för att skyfallssäkra områden i kommunen (Nelin 2017).

Det har sedan lång tid tillbaka varit känt att dagvatten från bebyggda områden på något sätt måste omhändertas för att undvika både miljömässiga och hälsomässiga problem (Barbosa, Fernandes & David 2012). Till en början låg fokuset enbart på att ta hand om mängden dagvatten för att undvika översvämningar och stående vatten. Det blev sedan känt att dagvatten kan innehålla farliga ämnen som sköljts med från till exempel trafik, och ett fokus på rening implementerades i dagvattenbranschen. Idag betraktas dagvatten även många gånger som en resurs i samhället, exempelvis för rekreationella syften (Svenskt Vatten 2016).

Ansvarsfördelningen för dagvattenhantering är ofta komplicerad och i en kommun är flera olika förvaltningar inblandade. Det är därför viktigt att skapa en samverkan mellan dessa för att få en effektiv och hållbar lösning (*ibid.*). Även andra aktörer kan vara inblandade, exempelvis myndigheter och fastighetsägare (Naturvårdsverket 2019a). Valet av dagvattenhantering för ett nytt område kan skapa en intressekonflikt mellan dessa aktörer om vad som bör prioriteras. För att underlätta diskussionen och på ett strukturerat sätt inkludera olika aspekter kan en så kallad multikriterieanalys (MKA) tillämpas i planeringsprocessen.

MKA är ett verktyg som kan användas som ett beslutsstöd vid olika frågeställningar där olika alternativ jämförs utifrån samma kriterier. Ett av målen med att utföra en MKA är att skapa en kommunikation och en samsyn mellan olika aktörer (Department for Communities and Local Government 2009). En MKA kan konstrueras på olika sätt. En vanlig metod är den så kallade linjära additiva metoden. Där poängsätts de alternativ som ska jämföras i MKAn utifrån de valda kriterierna. En viktning sker sedan av kriterierna efter hur de anses prioriteras i frågan. Viktningen utförs oftast av en grupp intressenter som är berörda av frågeställningen på något sätt. De ingående alternativen i MKAn kan sedan tilldelas ett slutbetyg efter poängsättning och viktning (Rosén *et al.* 2009). Exempel på kriterier som kan ingå i en MKA för dagvattenhantering är investering, ansvarsfördelning och utsläpp till recipient (Brisvåg 2017).

Vid planering av dagvattenhantering bör hänsyn även tas till tillgängligheten i området. Att sträva mot ett tillgängligt samhälle innebär att utformningen av miljön görs så att alla personer ska kunna ta del av den, i den mån det är möjligt. Det är viktigt att tillgänglighetsaspekter tas med redan i planeringsprocessen inför etableringen av ett nytt område (Myndigheten för delaktighet 2020). Ungefär en tiondel av befolkningen i Sverige har någon form av funktionsvariation. En ökad tillgänglighet i samhället kan öka självständigheten och delaktigheten för dessa personer (Klaesson *et al.* 2008). Tillgänglighet kan även handla om att ta tillvara på sociala värden och skapa trivsamma platser.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att utveckla ett MKA-verktyg för val av hållbara dagvattensystem som inkluderar skyfall och tillgänglighet. En fallstudie ska genomföras för ett område i Vellinge kommun där ett verksamhetsområde planeras att etableras. Den framtagna MKAn ska vara ett verktyg för att skapa en diskussion och samsyn på kommunen om vad som bör prioriteras vid val av dagvattenhantering för platsen. Valet av kriterier i MKAn ska även kunna tillämpas i framtida projekt, även för platser där annan sorts verksamhet ska etableras.

Examensarbetet är en del av ett projekt som kallas TINK. TINK står för tillgänglighet, inkludering och normkritisk analys och är ett projekt som leds av RISE. I projektet analyseras sociala värden med ett fokus på inkludering och tillgänglighet i samband med öppna dagvattenlösningar.

1.3 Frågeställningar

Följande frågeställningar ska besvaras i studien:

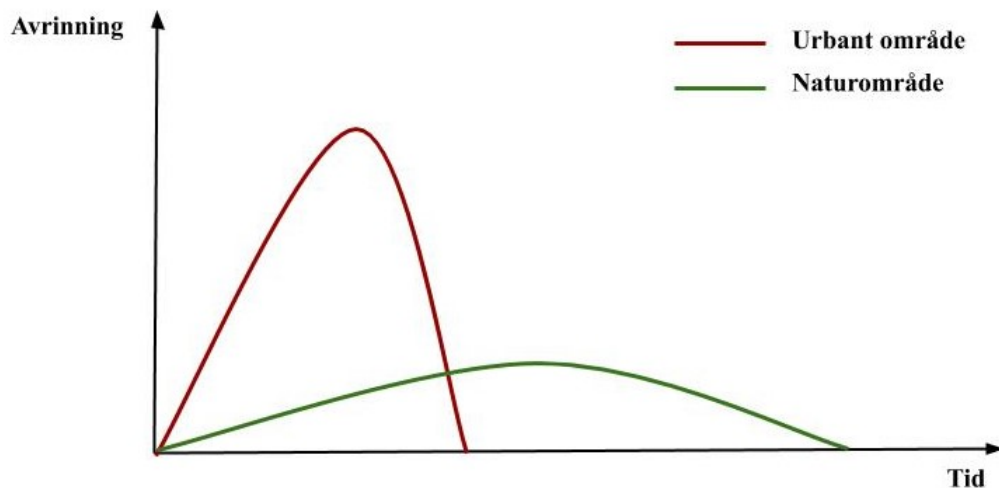
- Kan MKA vara en lämplig metod för planering av en mer hållbar hantering av dagvatten i ett verksamhetsområde?
- Vilka kriterier ska ingå i MKAn för att kunna utvärdera tillgängligheten samt möjligheten att hantera skyfall i ett område?

2 Teori

2.1 Dagvatten

Regn- och smältvatten som tillfälligt rinner på hårdgjorda ytor kallas för dagvatten. En hårdgjord yta är exempelvis en yta som är asfalterad, täckt med plattor eller hårt packat grus. Till hårdgjorda ytor räknas även tak (Naturvårdsverket 2019a). I takt med att städer växer ökar andelen hårdgjorda ytor, vilket förändrar förutsättningarna för hur vattnet i området kan röra sig. I ett opåverkat landskap kan nederbörd bland annat infiltrera i marken. När hårdgjorda ytor anläggs ökar istället avrinningen i området (Svenskt Vatten 2011a).

I Figur 1 kan en tydlig skillnad på avrinningen utläsas mellan ett urbant område och ett naturområde. Idag bor ungefär 85 procent av Sveriges befolkning i tätorter, för 200 år sedan var situationen motsatt då 90 procent av befolkningen bodde på landsbygden (SCB 2015). Urbanisering kan dels beskrivas som en omflyttning av befolkningen i ett land, dels som vilken andel av invånarna som bor i tätort. Detta i sin tur kan benämnas som urbaniseringsgrad. I Sverige är förflyttningen från landsbygd till tätort i princip klar. Urbaniseringsgraden förväntas dock öka på grund av befolkningstillväxt, vilket leder till förtätning av städer (Boverket 2019). Urbanisering och en ökad andel hårdgjord yta leder till utmaningar för dagvattenhanteringen, då större mängder vatten måste tas om hand. Mängden dagvatten i ett område beror även på nederbördens storlek, hur mycket avdunstning det sker på platsen och på den ej hårdgjorda markens förmåga att infiltrera vatten (SMHI 2019).



Figur 1: Teoretisk avrinning mot tid i urbant samt opåverkat naturområde. Inspirerad av Figur 1.5 i Svenskt Vattens Publikation 105 (2011).

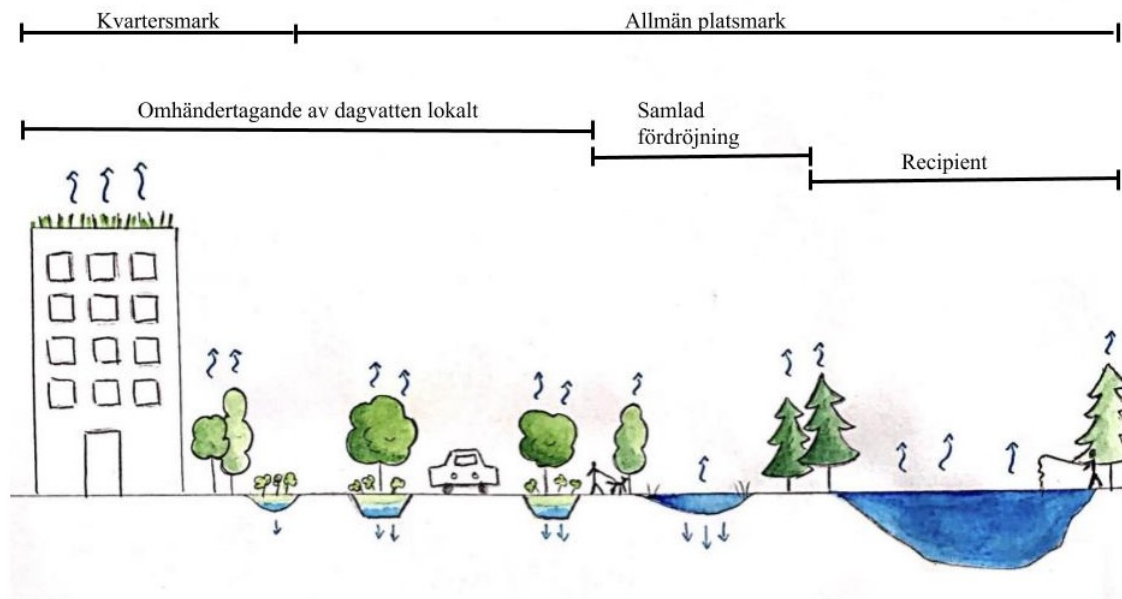
Urbanisering leder inte bara till en förändring av kvantiteten av dagvatten utan påverkar även dess kvalitet (Goonetilleke *et al.* 2005). När vatten rinner över olika ytor sköljs föroreningar som finns på marken med (Malmqvist 1983). Det kan handla om bland annat organiska ämnen, tungmetaller och näringsämnen som sedan hamnar i en närliggande recipient (Vikander *et al.* 2019). Beroende på mängden föroreningar i dagvattnet och på recipientens flöde och cirkulation blir de miljömässiga effekterna olika allvarliga (Malmqvist 1983). Alla former av

ingrepp i ett avrinningsområde som leder till förändrad markanvändning kan påverka kvaliteten på dagvattnet (Goonetilleke *et al.* 2005). Andra betydande faktorer som påverkar innehåll och omfattning av föroreningar i dagvatten är trafikintensitet och byggmaterial (Naturvårdsverket 2017).

2.2 Hantering av dagvatten

Det har sedan lång tid tillbaka varit känt att dagvatten från bebyggda områden på något sätt måste omhändertas för att undvika både miljömässiga och hälsomässiga problem (Barbosa, Fernandes & David 2012). Synen på dagvattenhantering har dock förändrats under årens gång. Innan 1970-talet låg fokuset på dagvattnets kvantitet för att sedan övergå till ett fokus på både kvantitet och kvalitet. Dagens syn på dagvattenhantering tog fart under 1990-talet då även gestaltning ansågs som en viktig faktor vid val av dagvattensystem (Svenskt Vatten 2016). Det finns flera olika sätt att omhänderta dagvatten. Det kan ske i både öppna och slutna system. Ett slutet system kan vara ett rörsystem. Vid dimensionering av rörsystem används ett regn med en viss återkomsttid. Vid ett kraftigare regn överbelastas systemet och dagvatten måste då kunna tas omhand på markytan. Ett öppet system för dagvattenhantering kan vara till exempel en damm eller ett dike (Svenskt Vatten 2011b).

Figur 2 beskriver vattnes väg i öppna system där dagvatten tas omhand i flera steg innan det når en recipient, både på kvartermark och allmän platsmark. Det är att föredra att reningen av dagvatten sker tidigt, innan vattnet blandas med vatten från andra källor. Då kan rent vatten blandas med smutsigt och större vattenmassor måste omhändertas för att behandla eventuella föroreningar. En åtgärd för omhändertagande av dagvatten lokalt är så kallade gröna tak, där dagvatten både kan fördröjas och renas. På allmän platsmark bör fokus ligga på att dels fördröja och rena dagvatten, men även på att förebygga risker för översvämningar genom säker transport av dagvatten. I allmänna parker och på gröna ytor kan möjlighet finnas till bland annat dagvattendammar som kan erhålla samlad fördröjning och rening (Edge 2020).



Figur 2: Dagvattenhantering i olika steg på kvartersmark och allmän platsmark. Bild inspirerad av Figur 6 i *Levande gaturum - en handbok i Blågröngrå system* av Edge (2020).

Det finns många aktörer i samhället som påverkar dagvattnet genom att göra ändringar i avrinningsområdet. Exempel på dessa aktörer är kommunen, fastighetsägare, trafikverket och lantbrukare. Ingen aktör i samhället är ansvarig för hela dagvattenfrågan. Det är väghållaren, ofta samhällets gatukontor, som ansvarar för gatans avvattning och underhållet av dagvattenbrunnar. VA-organisationerna är ansvariga för dagvattenledningar under marknivå. För öppna dagvattenanläggningar måste bestämmelser göras mellan de parter som nyttjar åtgärden om vem som ansvarar för drift, underhåll och investeringar. För att kunna möta framtida utmaningar för dagvatten är det viktigt att det finns en samverkan mellan förvaltningarna på kommunen för att uppnå effektiva dagvattenlösningar. Berörda förvaltningar är bygglov, gata, samhällsplanering, miljö, VA och park (Svenskt Vatten 2016). Det är även viktigt att planering av dagvattenhantering kommer tidigt i planeringsprocessen då ett nytt område ska etableras (Svenskt Vatten 2011a).

2.3 Tekniklösningar för dagvattenhantering

Nedan presenteras tre olika tekniklösningar för dagvattenhantering som är relevanta för denna studie.

2.3.1 Diken

En vanlig dagvattenåtgärd är diken, som kan utformas på många olika sätt. Diken är ofta gräsbeklädda och kan exempelvis placeras bredvid vägar. Huvudsyftet med ett dike är vanligen att avleda vatten, men en viss fördröjning och rening kan även åstadkommas. Utformas ett dike med flack släntlutning kan vattenhastigheten minskas och en högre reningseffekt fås genom sedimentation av partiklar samt infiltration. Dessa diken kallas svackdiken (Larm & Blecken 2019). Ett dike kan även utformas med terrasser och kallas då för ett tvåstegsdike. Ett tvåstegsdike är ett större dike med en mittfåra som avleder vatten från normalstora regn. Vid ett större

regn används de omgivande terrasserna för att kunna omhänderta stora volymer vatten (Lindmark 2013). Diken kan behöva underhåll i form av exempelvis skötsel av slänter och vegetation (Larsson *et al.* 2018).

2.3.2 Biofilter

Ett biofilter är en vegetationsklädd markbädd som utformas för att kunna efterlikna naturens sätt att ta hand om dagvatten. Det finns olika typer av biofilter där alla vanligtvis konstrueras med ett inlopp, en fördröjningszon, växtjord, ett bräddavlopp samt ett erosions skydd. Det som huvudsakligen skiljer de olika typerna av biofilter åt är hur det avvattnande systemet är utformat. Förutom att rena och fördröja dagvatten kan ett biofilter gynna biologisk mångfald, bidra med rekreativ värden och generera grundvatten (Fridell & Jergmo 2015). Det är viktigt att bäddarna underhålls för att behålla sin funktion. Vegetationen är väsentlig för att reningen av dagvatten ska fungera och måste skötas regelbundet. In- och utloppet samt bräddavloppet måste inspekteras och rengöras vid behov. Bäddens infiltrationsförmåga måste kontrolleras och filtermaterialet kan behöva bytas (Blecken u.å.[a]).

2.3.3 Dagvattendamm

Dagvattendammarna kan både fördröja och rena dagvatten. Dammarna anläggs vanligtvis långt nedströms i ett område där de kan fungera för samlad fördröjning. Dammarna som anläggs i parker med permanent vattenspegel kan bidra till en mer attraktiv miljö (Svenskt Vatten 2011b). Dammarna kan anläggas utan permanent vattenspegel, en så kallad torr damm. Vid större flöden bildas en vattenspegel i dammen som sedan avtar efterhand då flödet minskar (Stockholm Vatten och Avfall u.å.). I en dagvattendamm kan vattnet renas genom att föroreningar bundna till partiklar sedimenterar till botten. Föroreningar kan även tas upp och filtreras bort av vegetation. Hur väl partiklar sedimenterar beror på många olika faktorer, som dammens utformning, vattenflödet och partiklarnas storlek och densitet. Reningsgraden varierar även beroende på vilka föroreningar som finns i vattnet (Persson & Pettersson 2006). För att upprätthålla funktionen hos en damm krävs regelbunden inspektion och underhåll. Ackumulerat bottensediment måste fraktas bort med ett par års mellanrum. Eftersom det sedimenterade materialet kan innehålla farliga föroreningar måste det hanteras varsamt (Blecken u.å.[b]).

2.4 Skyfall

Förutom urbanisering står dagvattenhanteringen inför stora utmaningar i och med kraftigare nederbörd som skyfall. Enligt SMHI (2017) definieras ett skyfall som ett regn med en nederbörd på minst 1 mm under en minut eller minst 50 mm under en timme. Detta kan jämföras med SMHIs definition (2015b) av ett måttligt regn på 0,5-4 mm nederbörd under en timme. De flesta skyfall inträffar under sommarhalvåret (SMHI 2017). Enligt en studie som SMHI har gjort är skyfall vanligare i södra Sverige men förekommer i hela landet. Då studien publicerades 2018 kunde ingen ökning av skyfall, totalt sett, påvisas under den senaste 20-årsperioden. Skyfall sker dock ofta lokalt och är därför inte helt lätta att fånga med utsatta mätstationer, vilket leder till osäkerheter i studien. Med matematiska modeller gjordes även beräkningar på hur skyfallen kan komma att förändras i framtiden. Resultaten visade på att de kommer bli kraftigare. Då klimatet blir varmare kan atmosfären hålla en större mängd vattenånga, vilket kan leda till

kraftigare regn (SMHI 2018).

Skyfall har flera gånger orsakat översvämningar i städer. Det traditionella dagvattensystemet med ledningar under mark fylls snabbt då ett skyfall sker. Översvämningarna kan leda till skador på fastigheter och infrastruktur. Om vägar och viadukter översvämmas kan livsfarliga situationer uppstå. En annan risk vid skyfall är att orenat avloppsvatten trycks upp till marknivå och blir stående, vilket kan leda till smittspridning (Svenskt Vatten and Föreningen Sveriges Stadsbyggare and Svensk Försäkring u.å.). Ett välkänt skyfall inträffade i juni 2011 i Köpenhamn där 150 mm regn föll under ungefär två timmar. Många viktiga funktioner i samhället slogs ut i och med skyfallet (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2013). Enligt en uppskattning från danska försäkringsbolag blev de totala skadekostnaderna 9,4 miljarder svenska kronor. Efter skyfallet inträffade i Köpenhamn började ett arbetet med att ta fram en omfattande skyfallsplan för staden. I skyfallsplanen beskrivs främst tre typer av åtgärder för att förebygga skador från översvämningar i staden. Den första åtgärden är att anlägga så kallade skyfallsvägar som utformas med lutning mot mitten. På så sätt kan stora mängder vatten avledas på ett effektivt sätt. Den andra åtgärden är att anlägga gröna ytor för fördröjning. Den sista åtgärden som beskrivs är magasinering och utjämning av dagvatten genom växtlighet i parker och på torg. Med en beräknad kostnad på 12,7 miljarder svenska kronor planeras skyfallsplanen vara genomförd till 2033 (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2016).

I augusti 2014 föll ett av de mest intensiva regnen i Sveriges historia över sydvästra Skåne. De stora regnmängderna ledde till omfattande översvämningar och vissa personer tvingades lämna sina hem. Kostnaden för inrapporterade skador blev drygt 300 miljoner kronor totalt. Regnet varade i 6 timmar och den högst uppmätta regnvolym återfanns i Vellinge kommun, där en regnvolym på 145 mm uppmättes vid Höllviken (Hernebring *et al.* 2015). Vellinge kommun har liksom Köpenhamn tagit fram en skyfallsplan. I skyfallsplanen (Nelin 2017) styrks vikten av att planera för skyfallsåtgärder redan i tidiga skeden i planeringsprocessen för nya byggnationer. I befintliga områden i kommunen ska förbättringsåtgärder vidtas. Områden med risk för översvämning pekas ut i planen och möjliga åtgärder för att minska risken för detta har tagits fram. Det finns ingen tydlig lagstiftning om hur skyfall ska hanteras i Sveriges kommuner. I Vellinges skyfallsplan föreslås lösningar med säkrade avrinningsvägar och utformning av platser som avses kunna översvämmas på ett säkert sätt. Dessa platser ska helst kunna ha multifunktionella syften, till exempel en fotbollsplan som kan översvämmas vid behov. En målsättning som kommunen satt är att alla byggnader i nybyggda områden ska klara ett 100-årsregn utan skador (*ibid.*).

2.5 Tillgänglighet

Vid planering av dagvattenhantering bör hänsyn tas till tillgängligheten i området. Att sträva mot ett tillgängligt samhälle innebär att utformningen av miljön görs så att alla personer ska kunna ta del av den, i den mån det är möjligt. Det handlar dels om att kunna röra sig i den fysiska miljön, men även om att kunna ta del av bland annat information och tjänster. Det är viktigt att tillgänglighetsaspekter tas med redan i planeringsprocessen inför etableringen av ett nytt område (Myndigheten för delaktighet 2020). Ungefär en tiondel av befolkningen i Sverige har någon form av funktionsvariation. En ökad tillgänglighet i samhället kan öka självständigheten och delaktigheten för dessa personer (Klaesson *et al.* 2008). En person som har en funktionsvariation kan ha nedsatt intellektuell, psykisk eller fysisk funktionsförmåga. Funktionsvariationen kan vara medfödd eller uppstå senare i livet (Diskrimineringsombudsmannen u.å.).

En form av funktionsvariation är nedsatt rörelseförmåga. En person med nedsatt rörelseförmåga kan ha nedsatt funktion i exempelvis ben eller armar. Det kan även innebära att en person har dålig balans. Dessa personer kan behöva ett hjälpmedel som rollator, rullstol eller käpp. Det finns flera faktorer i utemiljön som kan underlätta för personer med nedsatt rörelseförmåga. Till exempel är det viktigt att underlaget är lätt att ta sig fram på. Det kan vara tungt att ta sig fram i en rullstol eller med en rollator på ett ojämnt underlag. Ett ojämnt underlag kan även framkalla skakningar i rullstolen vilket kan leda till obehag för den rullstolsburna personen. Att ytan är jämn minskar även risken för att någon snubblar. För personer med käpp är det viktigt att det inte finns springor i marken som är större än 5 mm, för att undvika att käppen fastnar. För att öka framkomligheten ska ytan vara halkfri och fast. Gångvägar måste vara tillräckligt breda så att det till exempel går att mötas med rullstol (Svensson 2012).

En annan form av funktionsvariation är nedsatt orienteringsförmåga. Det kan innebära att en person till exempel har nedsatt hörsel, syn eller kognitiv förmåga (ibid.). En kognitiv funktionsvariation rör hjärnans förmåga att behandla information. Det kan handla om en funktionsstörning, en sjukdom eller en skada som påverkar hjärnan (Region Uppsala 2018). För att öka orienterbarheten i ett område är det viktigt att planlösningen är enkel och logisk. Detta kan till exempel innebära att det finns tydliga gränser mellan olika ytor så att miljön blir visuellt tydlig. Andra faktorer som kan underlätta orienteringen är entydighet i området samt att hinder markeras tydligt. Det bör även finnas ledstråk för personer med nedsatt syn (Svensson 2012).

2.6 Multikriterieanalys

Multikriterieanalys (MKA) är ett verktyg som kan användas som ett beslutsstöd vid olika frågeställningar där olika alternativ jämförs utifrån samma kriterier. En MKA kan utformas på flera olika sätt och användas för att till exempel ta fram den bästa metoden för att lösa ett problem eller för att bestämma vilka metoder som är accepterade och vilka som inte är det. En av många fördelar med en MKA är att den kan underlätta kommunikationen mellan olika aktörer som på något vis är berörda av samma frågeställning (Department for Communities and Local Government 2009).

Det finns många olika typer av MKA. En vanlig metod är den så kallade linjära additiva metoden. Metoden går ut på att de alternativ som ska jämföras poängsätts utifrån ett antal bestämda kriterier. Kriterierna viktas sedan efter hur de anses prioriteras i frågan. Denna metod kan beskrivas med följande ekvation (Rosén *et al.* 2009):

$$Slutbetyg = \sum_{i=1}^N W_i R_i \quad (1)$$

där i är kriterium, N är antal kriterier, W är vikt och R är poäng

Varje alternativ poängsätts med poäng R utifrån ett antal kriterier N . Varje kriterium får sedan en vikt W . Ett slutbetyg kan därefter ges till varje alternativ med hjälp av Ekvation 1. Ofta sker viktningen av intressenter och experter som på något sätt är berörda av frågeställningen. För att undersöka vilken betydelse viktningen har på slutresultatet bör en kändlighetsanalys göras. Då den linjära additiva metoden används är det viktigt att kriterierna är oberoende av varandra

för att undvika att någon av aspekterna blir felbedömd på grund av dubbelräkning (Rosén *et al.* 2009).

Det har gjorts ett flertal olika studier där MKA använts för att utvärdera olika system för dagvattenhantering. Kangas (2016) använde MKA som metod för att utvärdera vilka dagvattenhanteringslösningar som lämpade sig till ett drygt 9 hektar stort område i Göteborg där det bland annat planerades att byggas fler bostäder. De tekniklösningar som ingick i MKAn var genomsläppliga trottoarer, biofilter, underjordiska avsättningsmagasin, underjordiska filterenheter samt ett nollalternativ som bestod av konventionella rörsystem utan dagvattenbehandling. De kategorier som dessa tekniklösningar utvärderades utifrån var miljö, ekonomi och teknologi samt sociala aspekter och hälsa. Den linjära additiva metoden tillämpades och en workshop genomfördes med intressenter och experter inom området där de valda kriterierna viktades. Nollalternativet var det alternativ som fick högst poäng efter viktningen, tack vare att det presterade bra i kategorin ekonomi och teknik till följd av en låg kostnad för investering och driftkostnad. Även underjordiska avsättningsmagasin och biofilter fick högt betyg.

Bergqvist (2014) jämförde en torr damm och ett perkolationsmagasin med ett avloppssystem som var den dåvarande lösningen i ett parkområde i Göteborg. Dagvattenlösningarna jämfördes i två olika tidsscenarioer med hjälp av den linjära additiva metoden. De kategorier som ingick i MKAn var miljö, social och ekonomi. Två olika metoder användes för att poängsätta de olika kriterierna: intervjuer genomfördes med 13 experter och intressenter som fick poängsätta kriterierna samt att Bergqvist själv gjorde beräkningar. Viktningen gjordes av Bergqvist. Den torra dammen presterade framförallt bättre i kategorierna miljö och social och fick tillslut högst slutbetyg.

Brisvåg (2017) utförde en MKA för att utvärdera vilken dagvattenlösning som lämpade sig bäst till ett bostadsområde i Uppsala som skulle byggas ut. Fyra olika alternativ för dagvattenhantering ingick: gröna tak och biofilter, skelettjordar med trädplantering i biokol, permeabel beläggning med underliggande dränerande lager samt ett nollalternativ som var underjordiska polyetenrör som utgjorde ett fördröjningsmagasin. Den linjära additiva metoden tillämpades och alternativen utvärderades utifrån de fem kategorierna miljö, ekonomi, teknik, sociokultur och hälsa. Viktningen av kategorierna skedde under en workshop med Uppsala kommun. Skelletjordar var den dagvattenlösning som slutligen fick högst betyg i studien. Skelletjordar fick i studien bland annat hög poäng i kriterierna Utsläpp till recipient, Driftkostnad och Biologisk mångfald. Dessa kriterier viktades sedan högt under workshopen.

Det är vanligt att viktningen av kriterier i en MKA utförs under en workshop där de inbjudna deltagarna är berörda av frågeställningen på något vis (Kangas (2016); Brisvåg (2017); Department for Communities and Local Government (2009)). Workshop-momentet gör det möjligt för deltagarna att diskutera och tillsammans komma överens om hur de olika kriterierna bör prioriteras i projektet. Det är viktigt att deltagarna väljs så att många olika åsikter är representerade, till exempel att flera förvaltningar inom en kommun finns representerade under workshopen.

3 Metod

För att uppnå syftet med studien har projektet bestått av två huvuddelar: en inledande litteraturstudie samt uppbyggnad och genomförande av ett nytt MKA-verktyg som appliceras på ett fallstudieområde. De olika delmomenten för MKAn beskrivs av flödesschemat i Figur 3.



Figur 3: Flödesschema över uppbyggnad och utförande av studiens MKA.

Nedan följer en förklaring av respektive delmoment i studien.

3.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie genomfördes i projektets början för att kunna sammanställa relevant teori inom ämnet. Fokuset i litteraturstudien låg på tekniklösningar för dagvattenhantering, skyfall, tillgänglighet och multikriterieanalys. Liknande studier analyserades för att kunna bygga vidare och utveckla ett nytt MKA-verktyg. Google Scholar användes som primär sökmotor och även tryckt litteratur användes. Svenskt Vattens publikationer 110 (2016), 105 (2011) samt 104 (2011) användes frekvent under litteraturstudien. Dessa publikationer är väletablerade inom dagvattenbranschen.

3.2 Val av kriterier

Kriterierna i MKAn valdes efter genomgång av litteratur och diskussion med handledare och andra experter inom området. De sociala kriterierna diskuterades med deltagare i TINK-projektet. Dessa deltagare hade yrkestitlarna landskapsarkitekt, statsvetare samt doktorand inom norm-kreativ design med fokus på funktionsnormer. Under litteraturstudien granskades ett tiotal olika studier, både nationella och internationella, där MKA använts för val av dagvattenhantering. Valet av kriterier utifrån dem gjordes utefter hur väl de fungerat i studierna samt hur väl de ansågs passa denna MKA. Vissa kriterier omformulerades och vissa gjordes om till helt nya kriterier. Under hela processen med att välja kriterier fördes en dialog med handledare och andra experter inom området.

3.3 Fallstudie

En fallstudie genomfördes av ett område i sydvästra Vellinge där ett nytt verksamhetsområde planeras att etableras, se Figur 4. Förutsättningarna på platsen utgjorde senare underlag för vilka tekniklösningar för dagvattenhantering som valdes att jämföras i MKAn. Viktningen som skedde på workshopen utgick även den från detta område, där kriterierna viktades utifrån hur de bör prioriteras för platsen.



Figur 4: Karta över Vellinge centrum med fallstudieområde markerat i gult. Kartdata hämtat från Lantmäteriet (2020).

Området begränsas av tre vägar; väg 100, Åkeshögsvägen och E6/E22. Området är ungefär 18 hektar stort och består till större del av åkermark. Området är relativt flackt med en maximal höjdskillnad på 1,5 m mellan den norra och södra delen. I dagsläget finns det två fastigheter i området samt en grusväg, se Figur 5. Gården som syns i Figur 5 planeras att bli kvar. I området kommer eventuellt en större återvinningscentral anläggas (Andersson 2018).



Figur 5: Karta över fallstudieområde. Kartdata hämtat från Lantmäteriet (2020).

Recipienten till området är Bernstorpsbäcken som ligger ungefär 600 m söderut från planområdet och mynnar ut i Östersjön, se Figur 6. Enligt en undersökning som genomförts av Länsstyrelsen Skåne 2008 ligger flödet i Bernstorpsbäcken mellan 50-900 l/s. Platsbesök konstaterar dock att bäcken klarar ett betydligt större flöde innan närliggande mark blir översvämmad (Andersson 2018). 2018 gjordes provtagningar i bäcken. Statusen sattes till god för metallerna Cu, Zn, Cr, Cd, Pb och Ni och för As sattes statusen till måttlig. Totalfosforhalten och totalkvävehalten var mycket respektive extremt hög medan TOC-halten var låg. Ett högt pH på 8,1 uppmättes och buffertkapaciteten i bäcken bedömdes vara mycket god (Svelander 2019).



Figur 6: Karta över fallstudieområde och Bernstorpsbäcken. Fallstudieområdet är markerat med gult och bäcken är markerat i blått. Kartdata hämtat från Lantmäteriet (2020).

3.4 Val av tekniklösningar för dagvattenhantering

Det är vanligt att enskilda tekniklösningar jämförs i en MKA. I denna studie valdes istället att jämföra olika kombinationer av tekniklösningar för dagvattenhantering som sattes ihop i tre olika scenarier. Scenarierna valdes med olika inriktningar. Det första scenariot namngavs Torra dammar och bygger på en dagvattenutredning (Andersson 2018) som gjorts för området. Det andra scenariot bygger i sin tur vidare på Scenario Torra dammar och ska inkludera tillgänglighetsaspekter. I detta scenario valdes tekniklösningar som ansågs gynna tillgängligheten i området. Detta scenario namngavs Blå-gröna lösningar. Det sista scenariot bygger även det på de tidigare scenarierna och inkluderar både tillgänglighetsaspekter och skyfallshantering. Detta scenario gavs namnet Skyfallsscenario. Tekniklösningarna valdes i dialog med en dagvattenstrateg på Vellinge kommun.

De olika kombinationerna av tekniklösningarna är:

- Scenario Torra Dammar: Tre torra dammar och ett dike.
- Scenario Blå-gröna lösningar: Två torra dammar, en damm med permanent vattenspegel, ett dike samt biofilter.
- Skyfallsscenario: Två torra dammar, en damm med permanent vattenspegel, ett dike samt ett dagvattenstråk.

Nedan följer en förklaring av respektive scenario.

3.4.1 Scenario Torra dammar

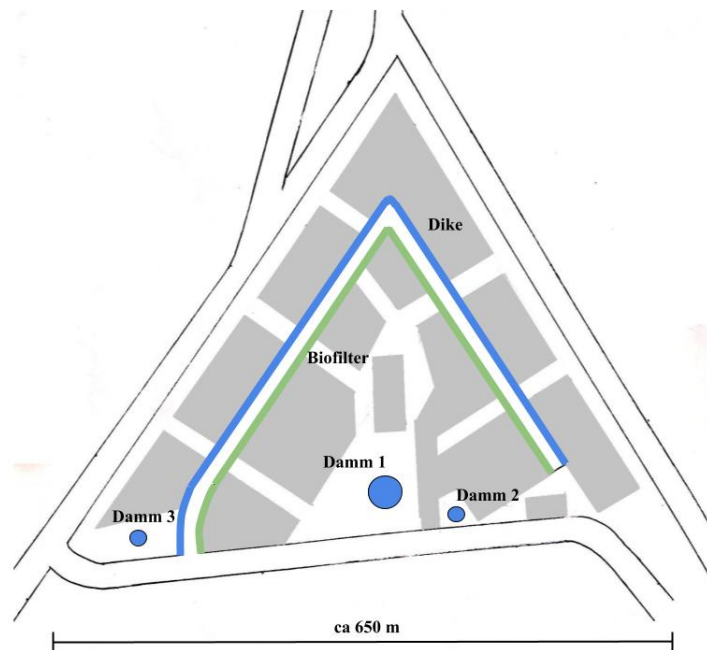
Scenario Torra dammar bygger på en dagvattenutredning (Andersson 2018) som gjorts för området. I detta scenario inkluderas ett dike och tre torra dammar. I dagvattenutredningen presenteras även fler potentiella lösningar som inte har inkluderats i detta scenario. De tre torra dammarna placeras i områdets södra del. Diket anläggs längs en bilväg som ska gå genom området. Damm 1, se Figur 7, anläggs med flackare slänter i mitten av områdets södra del. Ungefärlig placering av samtliga tekniklösningarna illustreras i Figur 7.



Figur 7: Ungefärlig placering av tekniklösningar i Scenario Torra dammar. Tekniklösningarna är inte skalenligt utritade. Diket är markerat med blått streck. Grå markering i figur visar ungefärlig yta som planeras att hårdgöras. Skissen är inspirerad av illustrerat planförslag i dagvattenutredning (Andersson 2018).

3.4.2 Scenario Blå-gröna lösningar

Scenario Blå-gröna lösningar bygger vidare på Scenario Torra dammar och ska inkludera tillgänglighetsaspekter. Här behålls diket som det är utformat i Scenario Torra dammar samt Damm 2 och Damm 3, se Figur 8. Damm 1 anläggs i detta scenario med en permanent vattenspegeln. Längs samma väg som diket placeras biofilter som omhändertar den volym dagvatten som den stora dammen tappar i kapacitet i och med den permanenta vattenspegeln. Ungefärlig placering av tekniklösningarna illustreras i Figur 8.



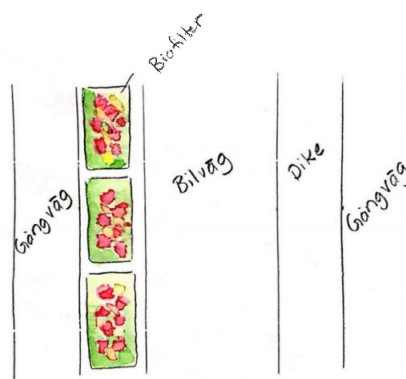
Figur 8: Ungefärlig placering av tekniklösningar i Scenario Blå-gröna lösningar. Tekniklösningarna är inte skalenligt utritade. Diket är markerat med blått streck och biofilter med grönt streck. Grå markering i figur visar ungefärlig yta som planeras att hårdgöras. Skissen är inspirerad av illustrerat planförslag i dagvattenutredning (Andersson 2018).

Med tillgänglighet menas här att skapa en miljö som alla personer oavsett förutsättningar kan ta del av, i den mån det är möjligt. Det handlar även om att skapa en tilltalande miljö och att ta tillvara på dagvattnets potential att skapa attraktiva utemiljöer. En damm med permanent vattenspegel anläggs för att skapa en trivsamt plats. Eftersom detta är ett verksamhetsområde så kan denna plats skapa ett ställe för återhämtning under en lunch eller kafferast. För att alla personer ska kunna ta del av dammen är det viktigt att det går lätt att ta sig dit och även runt omkring dammen. Figur 9 visar hur dammen och området runtomkring utformas så att den ska bli lättillgänglig. En bred gångväg med bra underlag ska öka framkomligheten. Genom att skapa en tydlig kontrast mellan gångväg och marken runtomkring skapas ett naturligt ledstråk som gör det lättare att orientera sig till dammen om man till exempel har nedsatt syn. Dammen anläggs med staket för att öka säkerheten. En brygga anläggs för att möjliggöra att komma nära vattnet. Träd placeras ut för skugga, samt bänkar och bord för att öka trivselen. Hade istället dammen anlagts med enbart gräsytor runt omkring hade det varit svårt att ta sig dit med till exempel barnvagn eller rullstol. Grundtanken här är alltså att använda dagvattnet för att skapa en trevlig plats och sedan utforma och anpassa den så att alla kan ta sig dit och ta del av den väl på plats. Gestaltningen av dagvattendammen gör det även tydligt att det är en plats som personer får vistas på.



Figur 9: Utformning av dammen med permanent vattenspiegel för att gynna tillgängligheten. Den vänstra skissen visar en översiktsbild och den högra skissen visar hur dammen gestaltas.

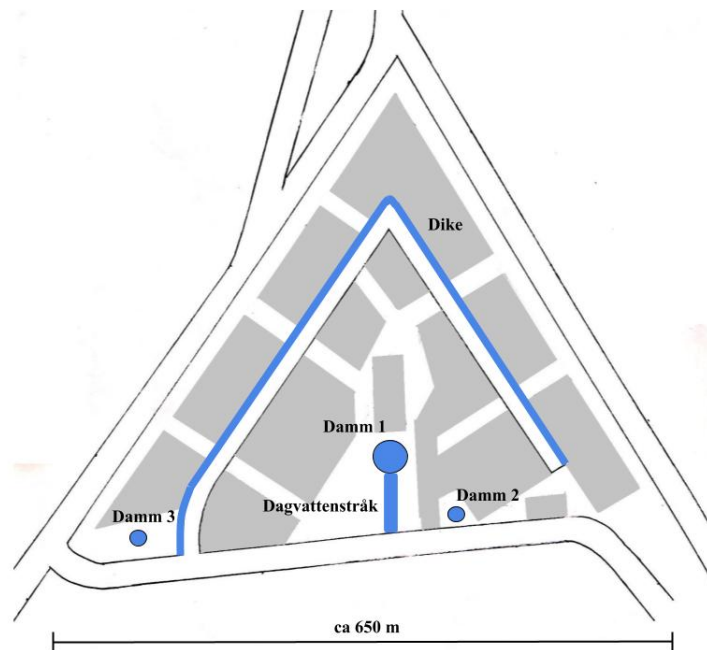
Biofilter placeras längs samma väg som diket. Dessa kommer att bidra med grönska även inne i området och skapa en trevligare gångväg. Eftersom de placeras mellan gångväg och bilväg, se Figur 10, skapar de även en tryggare gångbana. Anläggningen av biofilter ska inte minska gångvägens bredd. De två torra dammarna utformas i detta scenario med flackare slänter än i scenario Torra dammar för att öka tillgängligheten och öka möjligheten att de kan användas som multifunktionella ytor.



Figur 10: Placering av biofilter längs gata.

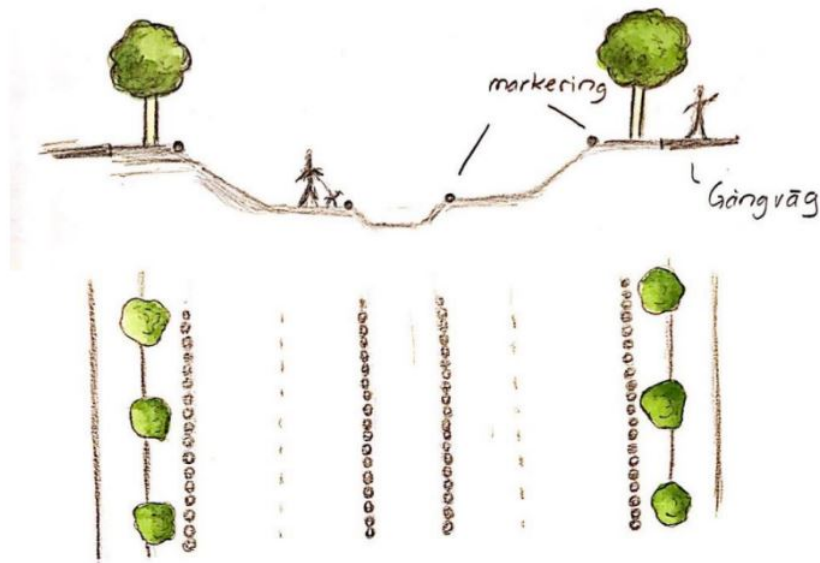
3.4.3 Skyfallscenariot

Det tredje och sista scenariot fokuserar på både tillgänglighet och skyfallshantering. Dammen med permanent vattenspiegel behålls som den är utformad i Scenario Blå-gröna lösningar. Även diket och de två torra dammarna behålls men biofilter inkluderas inte. Till skillnad från Scenario Torra dammar och Scenario Blå-gröna lösningar dimensioneras tekniklösningarna i detta scenario för kunna fördröja ett betydligt större regn. Detta görs för att skyfallssäkra området och undvika att skador sker på till exempel byggnader vid ett skyfall. För att klara detta anläggs ett dagvattenstråk som går från dammen med permanent vattenspiegel, vidare in i området söderut tills det når recipienten. Ungefärlig placering av tekniklösningarna illustreras i Figur 11.



Figur 11: Ungefärlig placering av tekniklösningar i Skyfallsscenarioet. Tekniklösningarna är inte skalenligt utritade. Diket är markerat med blått streck. Grå markering i figur visar ungefärlig yta som planeras att hårdgöras. Skissen är inspirerad av illustrerat planförslag i dagvattenutredning (Andersson 2018).

Dagvattenstråket utformas som ett terrasserat dike som illustreras i Figur 12. Under vanliga regn rinner vatten enbart i det mindre diket i stråkets mitt. Vid större regn kan hela stråkets volym användas för att avleda stora mängder vatten på ett säkert sätt. Detta innebär att vid vanliga förhållanden kan stråket användas som en plats för till exempel promenader. En anpassning av stråket kan vara att markera slänterna med till exempel en stenrad som illustreras på skissen. Detta görs för att markera att det blir ändring i lutning och därmed minska skaderisk. För att det terrasserade diket ska kunna bidra med ett promenadstråk som många kan ta del av anläggs regelbära gångvägar med bra underlag vid sidan av stråket. Träd och bänkar placeras ut för att skapa en trivsamt miljö längs vägen. Gångvägar och bänkar gör det även tydligt att dagvattenstråket kan användas som ett promenadstråk.



Figur 12: Utformning och gestaltning av dagvattenstråket.

3.4.4 Beräkning av fördröjningskrav för fallstudieområde

För att kunna dimensionera ett dagvattensystem för ett område behövs information om hur stort dagvattenflödet är. Genom att tillämpa den så kallade rationella metoden kan dagvattenflödet i en viss punkt bestämmas. Detta dimensionerande dagvattenflödet beräknas utifrån storleken på avrinningsområdet, nederbördens intensitet och en avrinningskoefficient. Avrinningskoefficienten bestäms utifrån markytans egenskaper samt utformningen av avrinningsområdet och bebyggelse. För att ta hänsyn till framtida förändringar i klimatet läggs en klimatfaktor till (Svenskt Vatten 2016).

Det dimensionerande flödet kan beräknas med den rationella metoden som beskrivs med Ekvation 2 nedan (ibid.):

$$Q_{dim} = A\varphi ik \quad (2)$$

där Q_{dim} är dimensionerande flöde (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficient, i är dimensionerande nederbördsintensitet (l/s*ha) och k är en klimatfaktor.

Den dimensionerande nederbördsintensiteten som används i Ekvation 2 beräknas med följande ekvation (ibid.):

$$i = 190 \sqrt[3]{\dot{A}} \frac{\ln t_r}{t_r^{0,98}} + 2 \quad (3)$$

där i är regnintensitet (l/s*ha), t_r är regnvaraktighet (min) och \dot{A} är återkomsttid (mån).

Den volym dagvatten som ska fördröjas i ett område kan sedan uppskattas utifrån det dimensionerande flödet, tillåtet utflöde samt regnvaraktighet med följande ekvation:

$$V_f = (Q_{dim} - Q_{ut}) 60t_r \quad (4)$$

där V_f är den volym dagvatten som ska fördröjas och Q_{ut} är tillåtet utflöde.

I denna studie användes uträkningar av dagvattenflöde som gjorts i dagvattenutredningen för fallstudieområdet (Andersson 2018). I utredningen gjordes beräkningar för ett 20-årsregn och regntiden sattes till 10 minuter. Med Ekvation 3 och 2 beräknades ett dimensionerande flöde före och efter exploatering (Andersson, 2018). Parametrar och beräknade flöden redovisas i Tabell 1 och 2 nedan.

Tabell 1: Dagvattenflöden i området innan exploatering. Källa tabell: Andersson (2018)

Typ av yta	A (ha)	φ	i (l/s ha)	k	Q_{dim} (l/s)
Åker/tomtmark	17,71	0,10	287	1,25	653
Takyta	0,13	0,9	287	1,25	43
Asfalt	0,04	0,8	287	1,25	11
Grusväg	0,33	0,4	287	1,25	47
Totalt	18,21				736

Tabell 2: Förväntade dagvattenflöden i området efter exploatering. Källa tabell: Andersson (2018)

Delyta	A (ha)	φ	i (l/s ha)	k	Q_{dim} (l/s)
Tomtmark	8,41	0,73	287	1,25	2199
Takyta	2,48	0,9	287	1,25	799
Asfalt	2,28	0,8	287	1,25	653
Grönyta	5,04	0,10	287	1,25	181
Totalt	18,21				3832

Från Tabell 2 går det att utläsa att det dimensionerande flödet efter exploatering är 3832 l/s. Detta är en ökning på ungefär 420 procent från flödet innan exploatering, se Tabell 1.

3.4.5 Dimensionering av teknislösningar

De valda teknislösningarna i respektive scenario ska tillsammans kunna omhänderta en viss fördröjningsvolym. Scenario Torra Dammar och Scenario Blå-gröna lösningar dimensionerades efter ett 20-årsregn. Denna återkomsttid sattes från dagvattenutredningen (ibid.). Skyfalls-scenariot dimensionerades efter ett 100-årsregn, efter det mål Vellinge kommun satt i sin skyfallsplan angående hantering av skyfall (Nelin 2017). För att kunna genomföra poängsättningen i MKAn var det av intresse att veta vilken ytarea de olika teknislösningarna för dagvattenhantering utgör, vilken volym de har och vilken volym dagvatten de kan fördröja.

Volymen dagvatten som ett dike kan fördröja uppskattas med dikets längd och tvärsnittsarea:

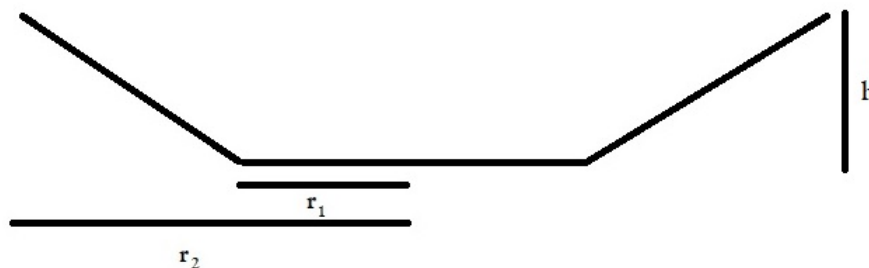
$$V_{dike} = A_{dike} l_{dike} \quad (5)$$

där A_{dike} är dikets tvärsnittsarea l_{dike} är dikets längd.

En damms kapacitet beräknas med Ekvation 6. Ytarean antas vara cirkulär.

$$V_{damm} = \frac{\pi h}{2} (r_2^2 + r_1^2) \quad (6)$$

där h är dammens höjd, r_1 är dammens radie från mitten till släntlutning och r_2 är dammens totala radie, se förklarande Figur 13.

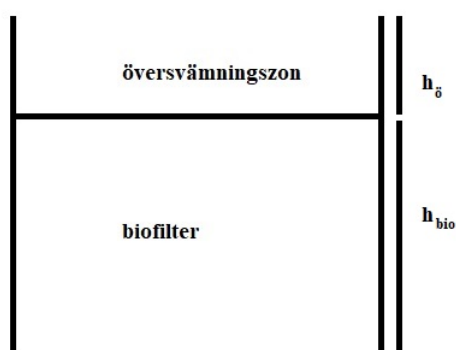


Figur 13: Dammens tvärsnitt.

Volymen dagvatten som ett biofilter kan fördröja beror på biofiltrets skrymvolym, materialets porositet samt höjden på översvämningssonen. Biofiltrets skrymvolym kan uttryckas med Ekvation 7 nedan.

$$V_{bio} = \frac{V_{dv}}{n + \frac{h_{\bar{o}}}{h_{bio}}} \quad (7)$$

där V_{bio} är biofiltrets skrymvolym, V_{dv} är den volym dagvatten som kan fördröjas, n är biofiltrets porositet, $h_{\bar{o}}$ är översvämningssonens höjd och h_{bio} är biofiltrets höjd, se förklarande Figur 14.



Figur 14: Tvärsnitt av biofiltret samt översvämningsszon.

3.5 Poängsättning

Vid poängsättningen i MKAn användes Scenario Torra dammar som referensscenario. Det vill säga att Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenarioet poängsattes efter hur väl de presterar i jämförelse med Scenario Torra dammar. Poängsättningen skedde utifrån de valda kriterierna enligt en poängskala 1-5, se tabell 3. För vissa kriterier kunde en kvantitativ bedömning genomföras. De flesta kriterier krävde dock en kvalitativ bedömning. Under poängsättningen skedde kontinuerligt en diskussion med handledare på RISE och experter inom området.

Tabell 3: Poängskala för poängsättning av kriterier.

Poäng	Bedömning kvalitativa kriterier	Kvantitativa kriterier
5	Presterar mycket bättre än Scenario Torra dammar	Skillnad på >40 %
4	Presterar bättre än Scenario Torra dammar	Skillnad på 10-40 %
3	Presterar lika bra som Scenario Torra dammar	Skillnad på 0-10 %
2	Presterar sämre än Scenario Torra dammar	Skillnad på 10-40 %
1	Presterar mycket sämre än Scenario Torra dammar	Skillnad på >40 %

3.6 Workshop och viktning

Workshopen genomfördes digitalt över Zoom med representanter från olika förvaltningar på Vellinge kommun. Dessa representanter var alla på något sätt delaktiga i planeringen för dagvattenhanteringen i fallstudieområdet. Workshopen hade en inledande del med genomgång av området och MKA som metod. Kriterierna presenterades och deltagarna delades in i tre grupper för att genomföra viktningen. Detta gjordes då det ansågs bli en för stor grupp för att kunna genomföra viktningen alla tillsammans under utsatt tid. Gruppering redovisas nedan med yrkestitlar på deltagarna i respektive grupp:

Grupp 1:

- Ledare: Anställd på RISE

- Miljöinspektör (2st)
- Miljöstrateg
- VA-ingenjör
- VA-utredare/ Dagvattenstrateg
- VA-projektör
- Översiktsplanarkitekt

Grupp 2:

- Ledare: Lisa Selin
- Energi- och klimatstrateg
- Landskapsingenjör
- Miljöchef
- Planarkitekt
- Projektledare för Verksamhetsområdet (fallstudieområdet)

Grupp 3:

- Ledare: Anställd på RISE
- Bygglövshandläggare
- Driftingenjör
- Planarkitekt
- Vattenmiljöstrateg
- VA-ingenjör
- Väg- och vatteningenjör

Viktningen pågick under en timme under ledning av en ansvarig person från RISE i varje grupp. Under viktningen fick deltagarna diskutera och enas om hur de olika kriterierna skulle prioriteras för området. Scenarierna och poängsättningen presenterades efter viktningen för att inte påverka några beslut. I slutet av workshopen presenterades slutbetyg för scenarierna och en diskussion kring detta hölls. Under workshopen presenterades tre olika slutbetyg från de enskilda gruppernas viktning. Till rapporten togs även ett medelvärde av gruppernas viktning för att kunna beräkna ett gemensamt slutbetyg för scenarierna. En öppen diskussion hölls i slutet av workshopen kring MKA som metod och om hur den upplevts under workshopen. För fullständigt schema över workshopen, se Tabell 40 i Appendix.

3.7 Utvärdering av MKA

Efter workshopen utvärderades multikriterieanalysen efter hur väl det gick att genomföra den under workshopen och efter kommentarer från deltagare. En känslighetsanalys utförs ofta efter en genomförd MKA och kan utformas på många olika sätt. Det är vanligt att analysera vilken påverkan viktningen haft på slutbetyget. Detta görs genom att ändra värden på vikterna för några utvalda kriterier och sedan räkna ut ett nytt slutbetyg. Eftersom viktningen ofta utförs av en grupp intressenter kan det vara av intresse att undersöka hur slutbetyget blivit om de valt att vikta annorlunda (Department for Communities and Local Government 2009). I denna studie utfördes en känslighetsanalys för att analysera vilken påverkan viktningen, som utfördes av representanter från Vellinge kommun, hade på slutbetyget för de olika scenarierna. En alternativ viktning av de kriterier som viktats högst respektive lägst under workshopen genomfördes och ett nytt slutbetyg för de tre scenarierna togs fram. För att analysera vad skillnaden i resultat

mellan de tre grupperna berodde på gjordes även en alternativ viktning av det kriterium som fått störst skillnad i vikt av grupperna.

4 Resultat

Nedan presenteras resultatet från studiens olika delmoment.

4.1 Kriterier i MKAn

MKAn inkluderar 16 kriterier som är indelade i kategorierna Miljö, Ekonomi, Teknik och Social, se Tabell 4. I Tabell 4 redovisas även referenser till andra studier där samma eller liknande kriterium använts i en MKA för val av dagvattenhantering.

Tabell 4: Valda kriterierna samt referenser till studier som använt samma eller liknande kriterier i MKA för val av dagvattenhantering.

Kategori	Kriterium	Referens till samma eller liknande kriterium
Miljö	Rening	Brisvåg (2017), Kangas (2016), Bergqvist (2014), Jonsson (2018), López (2018), Ellis et al. (2004)
	Biologisk mångfald	Brisvåg (2017), Kangas (2016), Bergqvist (2014), Jonsson (2018)
	Mikroklimat	Brisvåg (2017)
	Dagvatten som resurs	-
	Utsläpp växthusgas	Brisvåg (2017)
Ekonomi	Anläggningskostnad	Brisvåg (2017), Kangas (2016), Bergqvist (2014), Jonsson (2018), López (2018), Ellis et al. (2004) Foxon et al. (2002)
	Driftkostnad	Brisvåg (2017), Kangas (2016), Bergqvist (2014), Jonsson (2018), López (2018)
	Markanvändning	Brisvåg (2017), Bergqvist (2014), Jonsson (2018)
	Ansvarsfördelning	Brisvåg (2017)
Teknik	Hantering av skyfall	-
	Möjlighet till ombyggnation	Brisvåg (2017)
	Robusthet och risk för haveri	Brisvåg (2017), Kangas (2016), Bergqvist (2014), Jonsson (2018), López (2018), Ellis et al. (2004), Foxon et al. (2002)
Social	Rekreativsvärde	Brisvåg (2017), Kangas (2016), Jonsson (2018), Ellis et al. (2014)
	Framkomlighet	Brisvåg (2017)
	Orienterbarhet och tydlig miljö	-
	Innovation och utveckling	Brisvåg (2017)

Nedan presenteras kriterierna i respektive kategori med en förklaring av vad de ska utvärdera i MKAn.

4.1.1 Miljö

Kategorin Miljö innefattar de fem kriterierna Rening, Biologisk mångfald, Mikroklimat, Dagvatten som resurs och Utsläpp av växthusgaser. I Tabell 5 presenteras kriterierna med en be-

skrivning av vad de ska värdera i MKAn.

Tabell 5: Kriterier i kategorin Miljö med beskrivning av vad kriterierna värderar i MKAn.

Kriterium	Beskrivning
Rening	Värderar de olika systemens reningseffekt med fokus på ämnena P, N, Cu och Zn.
Biologisk mångfald	Värderar hur de olika systemen påverkar artantalet i området.
Mikroklimat	Värderar de olika systemens värmeeffekt och påverkan på luftkvaliteten i området. Med värmeeffekt menas till exempel om systemen har en avkylande effekt.
Dagvatten som resurs	Värderar om systemen kan tillhandahålla dagvatten för återanvändning i området, exempelvis till bevattning.
Utsläpp växthusgas	Värderar systemens klimatpåverkan under implementeringen av systemen.

4.1.2 Ekonomi

Kategorin Ekonomi innefattar fyra kriterier: Anläggningskostnad, Drift och underhåll, Markanvändning och Ansvarsfördelning. I Tabell 6 presenteras kriterierna med en beskrivning av vad de ska värdera i MKAn.

Tabell 6: Kriterier i kategorin Ekonomi med beskrivning av vad kriterierna värderar i MKAn.

Kriterium	Beskrivning
Anläggningskostnad	Värderar hur stor kostnaden är för att anlägga de olika systemen.
Driftkostnad	Värderar kostnaden för att underhålla de olika systemen.
Markanvändning	Värderar hur stor del mark de olika systemen tar i anspråk.
Ansvarsfördelning	Värderar hur tydlig fördelning av ansvar är för de olika systemen.

4.1.3 Teknik

Till kategorin Teknik tillhör de tre kriterierna Hantering av skyfall, Robusthet och risk för haveri och Möjlighet till ombyggnation. I Tabell 7 presenteras kriterierna med en beskrivning av vad de ska värdera i MKAn.

Tabell 7: Kriterier i kategorin Teknik med beskrivning av vad kriterierna värderar i MKAn.

Kriterium	Beskrivning
Hantering av skyfall	Värderar om systemen klarar av att omhänderta ett kraftigt regn. Det kan innebära att fördröja stora mängder vatten samt att kunna avleda dagvattnet på ett effektivt och säkert sätt.
Möjlighet till ombyggnation	Värderar om det finns risk att funktionen av systemen försämras av till exempel vissa väderförhållanden. Kriteriet ska även inkludera haveririsk.
Robusthet och risk för haveri	Värderar om det finns möjlighet att bygga om de olika systemen vid ändrade flöden av dagvatten i området, till exempel som följd av mer förtätning.

4.1.4 Social

Den fjärde och sista kategorin Social innefattar fyra kriterier: Rekreativsvärde, Framkomlighet, Orienterbarhet och tydlig miljö samt Innovation och utveckling. I Tabell 8 presenteras kriterierna med en beskrivning av vad de ska värdera i MKAn.

Tabell 8: Kriterier i kategorin Social med beskrivning av vad kriterierna värderar i MKAn.

Kriterium	Beskrivning
Rekreativsvärde	Värderar de olika systemens naturpedagogiska och estetiska värden.
Framkomlighet	Värderar hur systemen påverkar framkomligheten för personer i området.
Orienterbarhet och tydlig miljö	Värderar hur systemen påverkar möjligheten för personer att orientera sig i området och hur de påverkar tydligheten i miljön. Tydlighet i miljön kan dels hjälpa personer med funktionsvariation, dels förtydliga vad som förväntas av personer på platsen, till exempel om det är tillåtet att beträda ett dike.
Innovation och utveckling	Värderar hur de olika systemen bidrar med innovation och utveckling av dagvattenhantering. Ett innovativt system kan leda till en statushöjning av området och uppmärksamhet i media. En bra lösning på dagvattenhanteringen i området kan även ses om en förebild för andra områden och leda till utveckling av dagvattenhantering i övriga delar av kommunen samt i andra delar av landet.

4.2 Dimensionering av tekniklösningar

Nedan redovisas dimensionering av tekniklösningarna för respektive scenario utifrån valt fördröjningskrav.

4.2.1 Scenario Torra dammar

Med Ekvation 4 och beräknat flöde efter exploatering i Tabell 2 kan en volym dagvatten för fördröjning beräknas till ungefär 2239 m³ för Scenario Torra dammar, då regnvaraktigheten sätts till 10 min, återkomsttiden till 20 år och det tillåtna utflödet från området sätts till 100 l/s enligt dagvattenutredningen (Andersson 2018). Denna fördröjningsvolym fördelas på tre torra dammar och ett dike. Diket antas vara 3 m brett 0,5 m djupt och ha en släntlutning på 1:5. Med släntlutning 1:5 menas att längden på slänten är fem gånger större än höjden på slänten. Längden på diket uppskattas med hjälp av Google Maps och illustrerat planförslag till 1000 m. Med Ekvation 5 blir volymen för diket 450 m³.

Resterande mängd dagvatten som ska fördröjas, 1789 m³, ska omhändertas av de tre torra dammarna. Den stora dammen antas fördröja 50 procent av mängden dagvatten och de små dammarna 25 procent vardera, det vill säga 894,50 m³ samt 447,25 m³. Djupet på dammarna antas vara 2 m och släntlutningen 1:5 för den stora dammen och 1:3 för de mindre dammarna. Med hjälp av kända paramentrar och Ekvation 6 kan dammarnas ytarea beräknas till 788 m² och 372 m². I Tabell 9 redovisas samtliga dimensioner för tekniklösningarna i Scenario Torra dammar. För att mängden dagvattnet ska fördelas efter dimensioneringen av tekniklösningarna måste lutningsförhållanden ses över vid anläggning av de hårdgjorda ytorna i området.

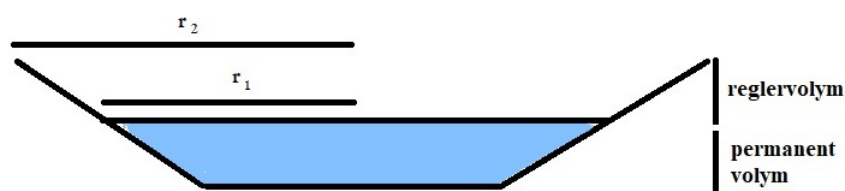
Tabell 9: Tekniklösningarnas ytarea och volym samt mängd dagvatten som kan fördröjas i Scenario Torra dammar. Redovisade siffror i tabellen är avrundade.

Tekniklösning	Ytarea (m ²)	Volym (m ³)	Volym dagvatten (m ³)
Dike	3000	450	450
Damm 1	788	895	895
Damm 2	372	447	447
Damm 3	372	447	447
Totalt	4532	2239	2239

4.2.2 Scenario Blå-gröna lösningar

I Scenario Blå-gröna lösningar används samma fördröjningsvolym på 2239 m³ som i Scenario Torra dammar. Den fördröjningskapacitet som den stora dammen tappar på grund av den permanenta vattenspegeln ersätts med biofilter.

Dammen med permanent vattenspiegel anläggs med samma djup, släntlutning och ytarea som den stora dammen i Scenario Torra dammar. Den permanenta vattenspegeln antas vara 1 m djup. Reglervolymen, se Figur 15, är den volym dagvatten som dammen kan fördröja och beräknas med Ekvation 6 till 588 m³, där djupet är 1 m. Den permanenta volymen kan med samma ekvation beräknas till 307 m³, vilket tillsammans med reglervolymen motsvarar samma volym som den stora dammen i Scenario Torra dammar på 895 m³. Den totala volym dagvatten som de tre dammarna och diket kan fördröja blir då 1932 m³, vilket innebär att 307 m³ dagvatten ska omhändertas av biofilter.



Figur 15: Tvärsnitt av damm med permanent vattenspiegel.

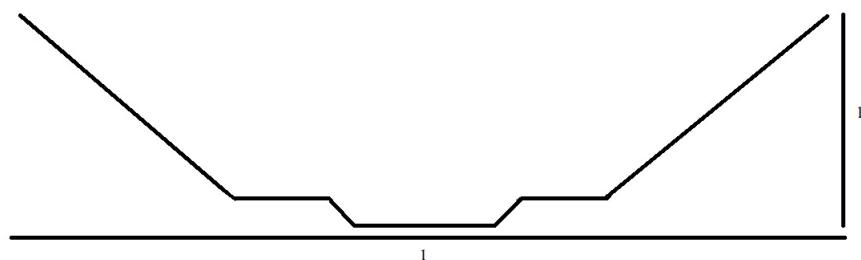
Höjden på biofiltret (h_{bio} i Figur 14) sätts till 1 m och höjden på översvämningssonen sätts till 0,15 m. Porositeten på biofiltret antas vara 20 procent och skrymvolymen på biofiltret kan då beräknas med Ekvation 7 till 876 m^3 . Med en höjd på 1 m blir ytarean densamma som volymen. I Tabell 10 redovisas samtliga dimensioner för teknislösningarna i Scenario Blå-gröna lösningar.

Tabell 10: Teknislösningarnas ytarea och volym samt mängd dagvatten som kan fördröjas i Scenario Blå-gröna lösningar. Redovisade siffror i tabellen är avrundade.

Teknislösning	Ytarea (m^2)	Volym (m^3)	Volym dagvatten (m^3)
Dike	3000	450	450
Damm 1	788	895	588
Damm 2	437	447	447
Damm 3	437	447	447
Biofilter	876	876	307
Totalt	5538	3115	2239

4.2.3 Skyfallsscenariot

I Skyfallsscenariot behålls diket samt dammen med permanent vattenspiegel med samma dimensioner som i Scenario Blå-gröna lösningar. I detta scenario inkluderas inte biofilter och de torra dammarnas kapacitet utökas för att ersätta dessa, de nya dimensionerna redovisas i Tabell 11. Dagvattenstråket utformas som ett terrasserat dike, se Figur 16.



Figur 16: Tvärsnitt av dagvattenstråk.

Med Ekvationerna 2-4 kan en fördröjningsvolym räknas ut till ungefär 3858 m³ för ett 100-årsregn med varaktighet 10 min för området. Det innebär att en ytterligare fördröjningskapacitet på 1619 m³ vatten krävs för att kunna fördröja skillnaden från det dimensionerade 20-årsregnet i de andra scenarierna. Dagvattenstråket dimensioneras därför för att kunna omhänderta 1619 m³ vatten. Med Ekvation 5 kan mått bestämmas för det terrasserade diket så att den klarar den önskade volymen. Längden på diket uppskattas till 120 m. Med ett totalt djup på 1,35 m, en bredd på 17,3 m och släntlutning på 1:5 för de yttre slänterna och inre slänterna blir volymen 1619 m³ och ytarean 2076 m². I Tabell 11 redovisas samtliga dimensioner för tekniklösningarna i Skyfallsscenarioet.

Tabell 11: Tekniklösningarnas ytarea och volym samt mängd dagvatten som kan fördröjas i Skyfallsscenarioet. Redovisade siffror i tabellen är avrundade.

Tekniklösning	Ytarea (m²)	Volym (m³)	Volym dagvatten (m³)
Dike	3000	450	450
Damm 1	788	895	588
Damm 2	564	601	601
Damm 3	564	601	601
Dagvattenstråk	2076	1619	1619
Totalt	6992	4165	3858

4.3 Poängsättning

I Tabell 12 redovisas poängsättningen för scenarierna utifrån samtliga kriterier i MKAn samt poängskalan i Tabell 3. I Tabell 12 redovisas även om bedömningen skett kvantitativt eller kvalitativt. För de kriterier som benämns som både kvalitativa och kvantitativa har en beräkning utförts och kompletterats med en kvalitativ bedömning.

Tabell 12: Poängsättning av scenarier utifrån samtliga kriterier i MKAn.

		Poängsättning			Bedömning
		Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfalls-scenariot	
Miljö	Rening	3	5	4	Kvant
	Biologisk mångfald	3	5	4	Kval
	Mikroklimat	3	4	4	Kval
	Dagvatten som resurs	3	4	4	Kval
	Utsläpp växthusgas	3	1	1	Kvant/Kval
Ekonomi	Anläggningskostnad	3	1	1	Kvant
	Driftkostnad	3	1	2	Kvant/Kval
	Markanvändning	3	2	1	Kvant
	Ansvarsfördelning	3	3	3	Kval
Teknik	Hantering av skyfall	3	3	5	Kvant
	Möjlighet till ombyggnation	3	3	3	Kval
	Robusthet och risk för haveri	3	3	3	Kval
Social	Rekreativsvärde	3	5	5	Kval
	Framkomlighet	3	5	5	Kval
	Orienterbarhet och tydlig miljö	3	5	5	Kval
	Innovation och utveckling	3	4	5	Kval

Nedan följer en förklaring till poängsättningen för respektive kriterium.

4.3.1 Rening

I Tabell 13 presenteras reningseffekten för ett gräsdike, en torr damm, en våt damm samt biofilter för ämnena P, N, Cu och Zn. Dessa ämnen är vanligt förekommande i dagvatten. Cu kan härstamma från trafik där källan är motorer, bromsbelägg och bildäck. En annan källa för Cu är byggnadsmaterial, till exempel kopparsplåt. Zn kan förekomma från exempelvis bromsbelägg, bildäck och byggnadsmaterial som svetsad plåt. N och P är näringsämnen som bland annat kan härstamma från parker och trädgårdar (Vikander *et al.* 2019). Värdena på reningseffekten

som presenteras i tabellen är generella och ska enbart användas för att få en uppskattning på reningseffekt.

Tabell 13: Potentiella reningseffekter av olika tekniklösningar. Källa: Stormtac (2020).

Tekniklösning	Potentiell reningseffekt [%]			
	P	N	Cu	Zn
Gräsdike	30	20	20	55
Torr damm	10	25	30	30
Våt damm	55	35	60	60
Biofilter	65	40	65	85

För att beräkna en total potentiell reningseffekt för respektive scenario multipliceras mängden dagvatten som respektive tekniklösning omhändertar, se Tabell 9-11, med värdet på potentiell reningseffekt för motsvarande tekniklösning från Tabell 13. Värdet normaliseras sedan med den totala mängden dagvatten som omhändertars för respektive scenario för att få en total potentiell reningseffekt, se Tabell 14. Den potentiella reningseffekten från dagvattenstråket räknas inte med i detta kriterium, då det inte behandlar betydande mängder dagvatten under normala förhållanden utan bara vid kraftiga regn.

Tabell 14: Total potentiell reningseffekt för de olika scenarierna.

Scenario	Potentiell reningseffekt [%]			
	P	N	Cu	Zn
Torra Dammar	14	24	28	35
Blå-gröna lösningar	33	29	41	50
Skyfallsscenario	26	27	36	43

Tabell 15 visar skillnaden av den potentiella reningseffekten mellan de olika scenarierna. Den procentuella ändringen är beräknad som en skillnad mellan Scenario Torra Dammar och Scenario Blå-gröna lösningar samt mellan Scenario Torra Dammar och Skyfallsscenario för att kunna genomföra poängsättningen.

Tabell 15: Procentuell skillnad i potentiell reningseffekt mellan Scenario Torra dammar och Scenario Blå-gröna lösningar samt mellan Scenario Torra dammar och Skyfallsscenario.

Scenario	Ändring [%]			
	P	N	Cu	Zn
Torra dammar	0	0	0	0
Blå-gröna lösningar	138	20	45	44
Skyfallsscenario	84	11	28	22

Från Tabell 15 går det att utläsa att den potentiella reduktionen av P är 138 samt 84 procent högre i Scenario Blå-gröna lösningar respektive Skyfallsscenario i jämförelse med Scenario Torra dammar, därmed får båda scenarierna 5 poäng. För N är skillnaden 20 respektive 11 procent vilket leder till en poängsättning av 4 poäng för respektive scenario. För Cu är presterar Scenario Blå-gröna lösningar 45 procent bättre och får 5 poäng och Skyfallsscenario får 4 poäng med en skillnad i reningspotential på 28 procent. Scenario Blå-gröna lösningar har en 44 procent högre reningspotential för Zn och får 5 poäng, medan Skyfallsscenario har en ökning på 22 procent i reningspotential och får 4 poäng. I Tabell 16 redovisas samtliga poäng samt ett medelvärde för respektive scenario i kriteriet Rening.

11

Tabell 16: Poängsättning av kriterium Rening

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Rening P	3	5	5
Rening N	3	4	4
Rening Zn	3	5	4
Rening Cu	3	5	4
Rening	3	5	4
(medelvärde)			

4.3.2 Biologisk mångfald

Scenario Torra dammar antas inte ha något betydande bidrag till att gynna artantalet i området med diket och de torra dammarna. En studie av Johansson et al. (2019) visar dock att en dagvattendamm med permanent vattenspegel kan bidra till att öka den biologiska mångfalden. Studien gjordes på trollsländor vars biologiska mångfald vanligtvis är korrelerad med andra vattenorganismers biologiska mångfald. Studien utfördes på 18 dagvattendammar i Uppsala. Även biofilter har visat på att gynna biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2019b). Dagvattenstråket är liksom de torra dammarna och diket gräsbeklätt och anses därmed inte bidra avsevärt i kriteriet. Detta leder till att Scenario Blå-gröna lösningar anses prestera mycket bättre än Scenario Torra dammar tack vare den våta dammen och biofiltren. Skyfallsscenario anses prestera bättre än Scenario Torra dammar tack vare den våta dammen.

Tabell 17: Poängsättning av kriterium Biologisk mångfald

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Biologisk mångfald	3	5	4

4.3.3 Påverkan mikroklimat

Markytor reflekterar solinstrålning olika mycket beroende på vad marken är beklädd med, exempelvis vegetation, snö eller jord (SGU 2020). Vegetation kan reflektera mer solljus än en asfalterad yta och därmed kan samtliga tekniklösningar som medför en större vegetationsyta antas bidra positivt till mikroklimatet genom att tillföra en avkylande effekt. Även den permanenta vattenspegeln i Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario kan reglera den lokala temperaturen genom avdunstning av vatten (Boverket 2020). Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario anses därmed prestera bättre än Scenario Torra dammar i kriteriet Mikroklimat.

Tabell 18: Poängsättning av kriterium Påverkan mikroklimat

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Påverkan mikroklimat	3	4	4

4.3.4 Dagvatten som resurs

Dammen med den permanenta vattenspegeln i Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario skapar en mindre vattenreservoar som kan användas för exempelvis bevattning under torrare perioder. I övrigt bedöms inte tekniklösningarna ha någon större potential för att skapa möjlighet för att återanvända dagvatten i området. Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario anses därför prestera bättre än Scenario Torra dammar i kriteriet Dagvatten som resurs och får 4 poäng vardera.

Tabell 19: Poängsättning av kriterium Dagvatten som resurs

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Dagvatten som resurs	3	4	4

4.3.5 Utsläpp växthusgas

För att utvärdera de olika scenariernas klimatpåverkan gjordes en uppskattning över hur mycket utsläpp av växthusgaser implementeringen av de olika tekniklösningarna kan medföra. Den största källan för utsläpp antogs vara användandet av maskiner vid grävning och bortforsling av schaktmassor. Därmed kan den volym mark som krävs för varje tekniklösning antas vara korrelerad med det utsläpp av växthusgaser som genereras vid implementering. Scenario Blå-gröna

lösningar kräver ungefär 40 procent mer markvolym än Scenario Torra dammar. Skyfallsscenario kräver ungefär 85 procent mer markvolym än Scenario Torra dammar. Denna uppskattning leder därmed till att både Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario antas prestera mycket sämre än Scenario Torra dammar för kriteriet Utsläpp växthusgas. Det finns även andra källor till utsläpp av växthusgaser vid implementeringen av tekniklösningarna, till exempel tillverkning och transporter av material. Då resonemanget kring användandet av maskiner på plats är tillräckligt för att konstatera att både Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario presterar mycket sämre än Scenario Torra dammar, skulle ytterligare faktorer för utsläpp inte ha någon betydelse för poängsättningen. Tekniklösningarna kan även ha både positiv och negativ inverkan på klimatet då de är i drift, detta täcks dock inte av detta kriterium.

Tabell 20: Poängsättning av kriterium Utsläpp växthusgas

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Utsläpp växthusgas	3	1	1

4.3.6 Anläggningskostnad

För att utvärdera de olika scenariernas anläggningskostnader användes schablonvärden över kostnad för tekniklösningarna från Stormtac (2020). Kostnaden för att anlägga dagvattenstråket antogs vara likvärdig med att anlägga en torr damm. För anläggningskostnad av biofilter användes prisuppskattning från den dagvattenutredning som gjorts för området (Andersson 2018). Tabell 21 redovisar kostnadsberäkning för samtliga scenarier, samt den procentiella ändringen mellan Scenario Torra dammar och Scenario Blå-gröna lösningar samt mellan Scenario Torra dammar och Skyfallsscenario.

Tabell 21: Beräkning av anläggningskostnader för de tre olika scenarierna. Värdena i tabellen är avrundade.

Scenario	Tekniklösning	Storlek	Pris	Kostnad [kr]	Ändring [%]
Torra dammar	Dike	1000 [m]	250 [kr/m]	250000	
	Torr damm	1789 [m ³]	700 [kr/m ³]	1252300	
Total				1502300	0
Blå-gröna lösningar	Dike	1000 [m]	250 [kr/m]	250000	
	Torr damm	895 [m ³]	700 [kr/m ³]	626150	
	Våt damm	895 [m ³]	700 [kr/m ³]	626150	
	Biofilter	876 [m ³]	1600 [kr/m ³]	1401619	
Total				2903919	93
Skyfalls-scenariot	Dike	1000 [m]	250 [kr/m]	250000	
	Torr damm	1201 [m ³]	700 [kr/m ³]	840773	
	Våt damm	895 [m ³]	700 [kr/m ³]	626150	
	Dagvattenstråk	1619 [m ³]	700 [kr/m ³]	1133300	
Total				2850223	89

Ur Tabell 21 går det att utläsa att både Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenariot har en anläggningskostnad på ungefär 90 procent mer än Scenario Torra dammar. Båda scenarierna presterar därmed mycket sämre än Scenario Torra dammar, och får 1 poäng vardera. I beräkningarna har kostnad för anläggning av det material som används för att tillgänglighetsanpassa Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenariot inte tagits med, exempelvis gångvägar, staket och bänkar. Då beräkningarna i Tabell 21 räcker för att konstatera att båda scenarierna presterar mycket sämre än Scenario Torra dammar behövs inga ytterligare beräkningar för att genomföra poängsättningen. Det innebär dock att den totala kostnaden i Tabell 21 inte innehåller kompletta uträkningar av anläggningskostnad för respektive scenario.

Tabell 22: Poängsättning av kriterium Anläggningskostnad.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Anläggningskostnad	3	1	1

4.3.7 Drift och underhåll

Dagvattendammar kräver regelbunden inspektion. Slänter måste klippas ungefär en gång per år och in- och utlopp måste rensas vid behov. I dammar med permanent vattenspegel måste bottensediment grävas upp och forslas bort ungefär var 10-15:e år (Haninge kommun 2017). För biofilter krävs bland annat regelbunden inspektion och rening av in- och utlopp, underhåll

av vegetation och med några års mellanrum måste filtermaterial bytas ut (Blecken u.å.[b]). Ett dagvattenstråk med flacka slänter kan antas ha en underhållskostnad på ungefär 1,5 gånger mer än en vanlig gräsyta. Kostnaden kan uppskattas till 3 kr/m² medan kostnaden för ett biofilter kan ligga på 25 kr/m² och år (Andersson & Åkerman 2016). Kostnaden för biofiltren i Scenario Blå-gröna lösningar blir då ungefär 22500 kr per år och för dagvattenstråket ungefär 6400 kr. Kostnaden för dammen med permanent vattenspegel i Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario antas vara högre än för den torra dammen som ersatts i Scenario Torra dammar. Uppskattningsvis presterar därmed Scenario Blå-gröna lösningar mycket sämre än Scenario Torra dammar på grund av den höga kostnaden för underhåll av biofilter och får 1 poäng i MKAn. Skyfallsscenario antas prestera sämre än Scenario Torra dammar, på grund av skötsel av dagvattenstråk samt den våta dammen, och tilldelas 2 poäng.

Tabell 23: Poängsättning av kriterium Drift och underhåll.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Drift och underhåll	3	1	2

4.3.8 Markanvändning

Tabell 24 visar den totala markandvändningen som de olika scenarierna utgör samt den procentuella ändringen mellan Scenario Torra dammar och Scenario Blå-gröna lösningar samt mellan Scenario Torra dammar och Skyfallsscenario.

Tabell 24: Total markanvändning för respektive scenario. Värdena i tabellen är avrundade.

Scenario	Markanvändning [m ²]	Ändring [%]
Torra dammar	4532	0
Blå-gröna lösningar	5538	22
Skyfallsscenario	6992	54

Scenario Blå-gröna lösningar kräver 22 procent mer mark än Scenario Torra dammar och tilldelas därför 2 poäng, medan Skyfallsscenario kräver 54 procent mer mark och tilldelas 1 poäng. I beräkningarna har inte hänsyn tagits till den mark som dagvattenstråket kommer att kräva i området söderut från fallstudieområdet.

Tabell 25: Poängsättning av kriterium Markanvändning.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Markanvändning	3	2	1

4.3.9 Ansvarsfördelning

Tekniklösningarna i samtliga scenarier placeras på allmän platsmark och ovan jord. Detta innebär att all mark har samma ägare och att ansvaret för underhåll ser likadant ut för samtliga scenarier.

Tabell 26: Poängsättning av kriterium Ansvarsfördelning.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Ansvarsfördelning	3	3	3

4.3.10 Hantering av skyfall

Enbart Skyfallsscenario är utformat för att klara av ett 100-årsregn med varaktighet 10 min. Dagvattenstråket skapar både möjlighet att avleda ett skyfall på ett säkert sätt samt fördröja stora mängder dagvatten. De andra två scenarierna är utformade för att klara av ett 20-årsregn med varaktighet 10 min och kommer vid större regn inte kunna omhänderta allt dagvatten. Därmed presterar Scenario Blå-gröna lösningar lika bra som Scenario Torra dammar i detta kriterium och Skyfallsscenario mycket bättre än Scenario Torra dammar.

Tabell 27: Poängsättning av kriterium Hantering av skyfall.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Hantering av skyfall	3	3	5

4.3.11 Möjlighet till ombyggnation

Då samtliga teknikköslösningar är öppna dagvattenlösningar som är etablerade ovan jord och på samma typ av mark anses de ha samma möjlighet för ombyggnation. Samtliga scenarier poängsätts därmed med 3 poäng.

Tabell 28: Poängsättning av kriterium Möjlighet till ombyggnation.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Möjlighet till ombyggnation	3	3	3

4.3.12 Robusthet och risk för haveri

Med tiden kan vissa system för dagvattenhantering tappa sin funktion. Damarna kommer förmodligen inte att tappa sin funktion för fördröjning, dock kan reningseffekten minska med tiden vid dålig skötsel. Biofilter kan tappa viss fördröjningskapacitet under kallare vinterperioder om

materialiet fryser. Då andelen dagvatten som ska fördröjas av biofilter i Scenario Blå-gröna lösningar enbart är ungefär 14 procent av hela fördröjningsvolymen så anses inte en mindre förlust av fördröjningskapacitet i biofiltren ha stor påverkan för områdets dagvattenhantering. Risken för haveri betraktas vara mycket liten för samtliga tekniklösningar. I kriteriet Robusthet och risk för haveri poängsätts därmed samtliga scenarier lika.

Tabell 29: Poängsättning av kriterium Robusthet och risk för haveri.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Robusthet och risk för haveri	3	3	3

4.3.13 Rekreativvärde

Diket och de torra dammarna i Scenario Torra dammar bidrar med gröna ytor till området men anses inte bidra avsevärt till rekreationen i området. I Scenario Blå-gröna lösningar bidrar dammen med permanent vattenspiegel till en trevlig naturtrogen plats att spendera exempelvis en lunchpaus på. Biofiltren placeras längs gatan och gör att det tillkommer gröna, fina ytor även inne i verksamhetsområdet. Scenario Blå-gröna lösningar antas därför prestera mycket bättre än Scenario Torra dammar i rekreativvärde. Dagvattenstråket i Skyfallsscenario är utformat så att man kan vistas bredvid och nere i stråket och kan bidra med en fin promenadsträcka, vilket förhöjer rekreativvärdet. Detta tillsammans med dammen med permanent vattenspiegel gör att även Skyfallsscenario presterar mycket bättre än Scenario Torra dammar i kriteriet Rekreativvärde.

Tabell 30: Poängsättning av kriterium Rekreativvärde.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Rekreativvärde	3	5	5

4.3.14 Framkomlighet

Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario är utformade för att gynna framkomligheten i området. De torra dammarna anläggs med en flackare släntlutning för att det ska bli lättare att använda dem som multifunktionella ytor samt för att minska skaderisk. En bred gångväg med bra underlag ska göra att det går att ta sig till och runt dammen med permanent vattenspiegel även om man till exempel är rullstolsburen eller har med sig barnvagn. Även dagvattenstråket i Skyfallsscenario utformas med ordentliga gångvägar som skapar en trevlig promenadsträcka. Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenario bedöms därför prestera mycket bättre än Scenario Torra dammar i kriteriet Framkomlighet.

Tabell 31: Poängsättning av kriterium Framkomlighet.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Framkomlighet	3	5	5

4.3.15 Orienterbarhet och tydlig miljö

Förutom att gynna framkomligheten i området är Scenario Blå-gröna lösningar och Syfalls-scenariot även utformade så att det ska vara lätt att orientera sig i området även om man till exempel har nedsatt syn. Genom att använda underlag på gångvägar som skapar en tydlig kontrast till omgivande mark skapas naturliga ledstråk. Biofilter som placeras mellan gångväg och bilväg i Scenario Blå-gröna lösningar skapar även dem ett naturligt ledstråk och en tryggare gångbana. Runt dammen med permanent vattenspiegel sätts ett staket för att öka säkerheten. Slänter i dagvattenstråket i Skyfallsscenariot markeras med till exempel en stenrad. För kriteriet Orienterbarhet och tydlig miljö bedöms Scenario Blå-gröna lösningar och Skyfallsscenariot prestera mycket bättre än Scenario Torra dammar.

Tabell 32: Poängsättning av kriterium Orienterbarhet och tydlig miljö.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Orienterbarhet och tydlig miljö	3	5	5

4.3.16 Innovation och utveckling

Dagvattendammar och diken är vanligt förekommande tekniklösningar för dagvattenhantering i Sverige. Därmed anses inte Scenario Torra dammar bidra med någon innovation eller utveckling av dagvattenhantering. Biofilter däremot är en relativt ny tekniklösning i Sverige, och Scenario Blå-gröna lösningar kan därför anses prestera bättre än Scenario Torra dammar i detta kriterium. Skyfallsäkringen i Skyfallsscenariot kan anses höja statusen för området och ge det ett medialt värde. Vellinge kommun satsar på att klimatsäkra sina områden, vilket bland annat beskrivs i deras skyfallsplan (Nelin 2017). Skyfallshanteringen i Skyfallsscenariot kan även ses som en förebild i utvecklingen att ta fram klimatsäkrade områden i Sverige. Därför betraktas Skyfallsscenariot prestera mycket bättre än Scenario Torra dammar i kriteriet och får poäng 5.

Tabell 33: Poängsättning av kriterium Innovation och utveckling.

Kriterium	Poängsättning		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
Innovation och utveckling	3	4	5

4.4 Viktning och slutbetyg

Viktningen från respektive grupp under workshopen presenteras i Tabell 34. En total vikt delades först ut till respektive kategori Miljö, Ekonomi, Teknik och Social. Denna vikt fördelades sedan på kriterierna inom varje kategori. Totalt skulle 100 procent vikt fördelas på de olika kriterierna. Viktningen utfördes på samma sätt i studien av Brisvåg (2017), i samband med en workshop med representanter från Uppsala kommun.

Tabell 34: Viktningsresultat för respektive grupp under workshopen.

		Viktning		Viktning		Viktning	
		Grupp 1 [%]		Grupp 2 [%]		Grupp 3 [%]	
Miljö	Rening	30,0	4,0	30,0	10,0	30,0	15,0
	Biologisk mångfald		7,0		5,0		2,0
	Mikroklimat		7,0		2,0		10,0
	Dagvatten som resurs		10,0		5,0		2,0
	Utsläpp växthusgas		2,0		8,0		1,0
Ekonomi	Anläggningskostnad	40,0	10,0	45,0	30,0	30,0	10,0
	Driftkostnad		8,0		10,0		7,0
	Markanvändning		2,0		2,5		10,0
	Ansvarsfördelning		20,0		2,5		3,0
Teknik	Hantering av skyfall	10,0	8,0	10,0	6,0	30,0	20,0
	Möjlighet till ombyggnation		1,0		2,0		0,0
	Robusthet och risk för haveri		1,0		2,0		10,0
Social	Rekreativvärde	20,0	7,0	15,0	5,0	10,0	5,0
	Framkomlighet		2,0		2,0		4,0
	Orienterbarhet och tydlig miljö		7,0		2,0		1,0
	Innovation och utveckling		4,0		6,0		0,0

Ur Tabell 34 går det att utläsa att för grupp 1 ansågs kriteriet Ansvarsfördelning ha den största vikten av alla kriterier med en vikt på 20 procent. Lägst vikt fick Möjlighet till ombyggnation och Robusthet och risk för haveri, som båda fick 1 procent vardera. Grupp 2 ansåg att Anläggningskostnad var allra viktigast av alla kriterier med en vikt på 30 procent. Minst viktig ansågs kriterierna Mikroklimat, Möjlighet till ombyggnation, Robusthet och risk för haveri, Framkomlighet samt Orienterbarhet och tydlig miljö som alla fick 2 procent vardera. Grupp 3 viktade kriteriet Hantering av skyfall högst med en vikt på 20 procent. Kriteriet Innovation och utveckling var det kriteriet som ansågs ha minst vikt och fick 0 procent.

Med Ekvation 1 och resultatet från poängsättningen och viktningen kan ett slutbetyg beräknas för MKAn. Detta redovisas i Tabell 35.

Tabell 35: Slutbetyg för respektive scenario och grupp.

Grupp	Slutbetyg		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
1	3,0	3,3	3,5
2	3,0	2,6	2,7
3	3,0	3,2	3,4

Med viktningen från grupp 1 får Scenario Blå-gröna lösningar 3,3 poäng i slutbetyg och Skyfallscenariot 3,5 poäng. Detta innebär att Skyfallscenariot med denna viktning är det scenario som får bäst betyg och Scenario Blå-gröna lösningar näst bäst betyg. Med viktningen från grupp 2 får Scenario Blå-gröna lösningar istället 2,6 poäng i slutbetyg och Skyfallscenariot 2,7 poäng. I detta fall får Scenario Torra dammar bäst betyg och Skyfallscenariot näst bäst betyg. Slutbetyget från viktningen av grupp 3 liknar grupp 1, där Skyfallscenariot får bäst slutbetyg med 3,4 poäng och Scenario Blå-gröna lösningar näst bäst betyg med 3,2 poäng.

I Tabell 36 redovisas ett medelvärde av viktningen för alla tre grupper.

Tabell 36: Medelvärde av viktning för de tre grupperna.

		Medelvärde av viktning [%]
Miljö	Rening	10
	Biologisk mångfald	5
	Mikroklimat	6
	Dagvatten som resurs	6
	Utsläpp växthusgas	4
Ekonomi	Anläggningskostnad	17
	Driftkostnad	8
	Markanvändning	5
	Ansvarsfördelning	9
Teknik	Hantering av skyfall	11
	Möjlighet till ombyggnation	1
	Robusthet och risk för haveri	4
Social	Rekreativvärde	6
	Framkomlighet	3
	Orienterbarhet och tydlig miljö	3
	Innovation och utveckling	3

I Tabell 36 går det att avläsa att det kriterium som enligt medelvärdet viktades högst var Anläggningskostnad med en vikt på 17 procent. Näst högst vikt fick kriteriet Hantering av skyfall med en vikt på 11 procent. Kriteriet Rening fick tredje högst vikt med 10 procent. Lägst vikt fick kriteriet Möjlighet till ombyggnation med en vikt på 1 procent. Näst lägst vikt fick kriterierna Framkomlighet, Orienterbarhet och tydlig miljö samt Innovation och utveckling med 3 procent vardera. I Tabell 37 redovisas ett slutbetyg för scenarierna med viktningen från Tabell 36.

Tabell 37: Slutbetyg för respektive scenario från medelvärde av viktningen.

Slutbetyg (medelvärde av viktning)		
Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
3,00	3,05	3,20

Tabell 37 visar att Skyfallsscenarioet fick det högsta slutbetyget med en poäng på 3,20 med medelvärdet av viktningen. Näst högst slutbetyg fick scenario Blå-gröna lösningar med en poäng på 3,05.

5 Känslighetsanalys

För att analysera viktningens betydelse för slutbetyget utförs en känslighetsanalys där en alternativ viktning av de kriterier som viktas högst respektive lägst görs. För de högst viktade kriterierna Anläggningskostnad, Hantering av skyfall och Dagvatten som resurs sänks vikten med 50 procent. För kriterierna Möjlighet till ombyggnation, Framkomlighet, Orienterbarhet och tydlig miljö samt Innovation och utveckling som prioriterades lägst höjs istället vikten med 50 procent för respektive kriterium. Ett nytt slutbetyg för respektive scenario redovisas i Tabell 38.

Tabell 38: Sammanlagt slutbetyg för respektive scenario från känslighetsanalysen.

Slutbetyg Känslighetsanalys		
Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
3,00	3,23	3,35

Tabell 38 visar att med den alternativa viktningen får Skyfallsscenarioet fortfarande högst slutbetyg och Blå-gröna lösningar näst högst slutbetyg. Skillnaden i poäng mellan Scenario Torra dammar och de andra två scenarierna är dock större här än för originalviktningen.

För att analysera vad skillnaden i slutbetyg mellan de olika grupperna beror på görs även en alternativ viktning av kriteriet Anläggningskostnad som var det kriterium som hade störst skillnad i vikt mellan grupperna. Tabell 39 visar slutbetyg för respektive scenario om alla grupper hade viktat kriteriet Anläggningskostnad likadant. Detta innebär att enbart grupp 3 viktning ändras från 30 procent för kriteriet Anläggningskostnad till 10 procent, resterande vikter behålls som i originalviktningen.

Tabell 39: Slutbetyg för respektive scenario och grupp med den alternativa viktningen av kriteriet Anläggningskostnad.

Grupp	Slutbetyg (alternativ viktning av Anläggningskostnad)		
	Torra dammar	Blå-gröna lösningar	Skyfallsscenario
1	3,00	3,30	3,50
2	3,00	3,03	3,16
3	3,00	3,20	3,40

Tabell 39 visar att den alternativa viktningen av kriteriet Anläggningskostnad leder till att Skyfallsscenarioet får högst slutbetyg och Scenario Blå- gröna lösningar näst högst slutbetyg i samtliga fall.

6 Diskussion

6.1 Val av kriterier

Många av de valda kriterierna i denna studie är vanligt förekommande i andra studier där MKA använts för val av dagvattenhantering. Kriterier som till exempel berör kostnad, rening och robusthet hos dagvattensystem återkommer i de flesta av studierna som analyserats i detta projekt, exempelvis i studierna av Ellis et al. (2004), Kangas (2016) och Brisvåg (2017). De sociala kriterierna varierar dock i större grad. Ett kriterium som berör rekreation i någon form inkluderas ofta i en MKA för dagvatten. Kriterier som berör tillgänglighet är däremot mer sällan förekommande. Underlag för valet av kriteriet Orienterbarhet och tydlig miljö hittades istället i litteratur (Svensson 2012) där tillgänglighetsaspekter för allmän utemiljö belysts. Kriterier som berör skyfallshantering är också sällan förekommande i MKA för dagvattenhantering. Detta kriterium skulle kunna utvecklas och eventuellt delas upp i fler kriterier, till exempel Säker avledning av skyfall och Fördröjning av skyfall. Kriteriet Framkomlighet som det är definierat i denna MKA berör enbart möjligheten att röra sig i miljön för människor. Ett komplement till detta kriterium skulle kunna vara framkomlighet för fordon.

Det är vanligt att ett kriterium som berör människors hälsa inkluderas i MKA för dagvatten. I ett första utkast av kriterier i denna MKA innefattades även ett sådant kriterium. I det slutgiltiga urvalet valdes dock detta kriterium bort då det ansågs vara ett krav att alla tekniklösningar för dagvattenhantering valdes och utformades så att ingen risk för människors hälsa kunde förekomma. Människors hälsa berörs dock delvis i kriteriet Rekreativvärde, då bland annat estetiskt fina utformade platser kan ha en positiv inverkan på en persons hälsa.

Valet av kriterier ansågs av deltagarna på workshopen, det vill säga de personer som deltar i planeringen av dagvattenhantering för fallstudieområdet, vara bra och inga särskilda önskemål på ändringar eller tillägg framkom. Kriterierna som berör tillgänglighet och skyfallshantering mottogs på ett bra sätt och gav möjlighet till att utvärdera dessa aspekter i området.

6.2 Val av tekniklösningar för dagvattenhantering

Valet av tekniklösningar för dagvattenhantering som ska gynna tillgänglighet har till stor del grundats på olika aspekter av tillgänglighet i utemiljöer. Teknikerna valdes dels så att de ej skulle utgöra ett fysisk hinder och därmed hindra framkomligheten eller förutsättningarna att orientera sig på platsen. En stor vikt lades även på själva utformningen av tekniklösningarna, till exempel med kontrastmarkering och utformandet av flackare slänter på dammarna. I och med att utformningen av tekniklösningarna hade en stor betydelse under poängsättningen av de olika scenarierna skulle även scenario Torra dammar kunna anses prestera bättre i tillgänglighetskriterier med en annan utformning, utan att ändra valet av tekniklösningar.

Valet av tekniklösningar för skyfallshantering har i denna studie grundats till stor del på Vellinges Skyfallplan (2018) samt det skyfallssäkrande arbete som utförts för andra områden, till exempel Köpenhamn. Det finns fler strategier och tekniklösningar för skyfallshantering som inte berörs i denna studie. Då skyfall är ett ökande problem i många länder kommer förmodligen även utvecklingen av dessa tekniker fortgå.

6.3 Poängsättning

För de flesta kriterier gjordes en kvalitativ poängsättning. Även om poängsättningen baserades till stor del på tillgänglig litteratur kan en del kriterier fått en subjektiv bedömning. Poängsättningen är till viss del beroende av kunskapsnivån inom ämnet hos personen som genomför bedömningen. I detta fall har dock poängsättningen skett under diskussion med handledare och andra experter inom området och kan därmed styrkas av andra parter.

En del kriteriet kunde bedömas kvantitativt. För kriteriet Anläggningskostnad och Rening användes schablonvärden från Stormtac för kostnad och potentiell reningseffekt. De beräknade värdena ska därmed endast ses som en uppskattning som används för att kunna jämföra de olika scenarierna. Syftet med denna studie har inte varit att ta fram exakta siffror på exempelvis anläggningskostnad utan på att kunna genomföra en jämförelse av olika sätt att hantera dagvatten.

6.4 Workshop och viktning av kriterier

Workshopen blev mycket lyckad. För många deltagare var MKA en ny metod att använda och de ställde sig positiva till ett fortsatt arbete med att inkludera MKA i framtida projekt. Det hade dock varit fördelaktigt om workshopen hade kommit i ett tidigare skede i planeringsprocessen för verksamhetsområdet. Då workshopen genomfördes var planförslaget för området i princip klart och dagvattenhanteringen redan planerad. Detta ledde till att viktningen för vissa grupper påverkades, även om deltagarna försökte bortse från att de hade kännedom om hur dagvattenhanteringen skulle utformas enligt planförslag. Det viktiga med workshopen var inte att komma fram till ett konkret förslag på vilka tekniklösningar för dagvattenhantering som skulle tillämpas på platsen. Syftet var istället att skapa diskussioner kring vad som bör prioriteras vid val av dagvattenhantering, vilket uppnåddes.

Kriterierna i MKAn upplevdes som lättförståeliga av deltagarna. Det blev dock tydligt under viktningen att det fanns utrymme att tolka vissa kriterier på olika sätt. Det är därför viktigt att kriterierna definieras på ett tydligt sätt i en MKA för att undvika missförstånd under viktningen. En kommentar från en deltagare på workshopen var att viktningen upplevdes en aning svår eftersom det var första gången som många kom i kontakt med MKA, och att detta är något som kanske måste övas på för att få ut mer av viktningen. En annan reflektion från en deltagare var att det skulle kunna vara givande att inkludera MKA ett flertal gånger under en planeringsprocess för ett projekt. På så sätt skulle viktningen av kriterierna kunna göras om och revideras i takt med att förutsättningarna för projektet förändras.

Det kriterium som enligt den sammanvägda viktningen ansågs ha högst prioritet för fallstudieområdet var Anläggningskostnad. Ekonomi var även den kategori som fick högst vikt utifrån medelvärdet av viktningen. Att ekonomi prioriteras högt i en MKA för dagvattenhantering är vanligt. I en studie av Ellis et al. (2004) var Investeringskostnad ett av tre kriterier som viktades högst. I en studie av Bergqvist (2014) viktades kategorin Ekonomi högst av de tre kategorierna Ekonomi, Miljö och Social. I en studie av López (2018) utfördes viktningen av tre olika grupper. Till skillnad från de redan nämnda studierna viktade två av dessa grupper kategorin Ekonomi lägst av de ingående grupperna Ekonomi, Miljö, Social och Teknik. Den ena av dessa två grupper bestod av experter inom teknik och miljö från Chalmers tekniska högskola. Den andra gruppen bestod av representanter från Göteborgs stads avdelningar Kultur och Fritid samt

Samhälle och Miljö. Att dessa två grupper viktade kategorierna Miljö, Social och Teknik högre än Ekonomi går att förstå utifrån representanternas yrkesbakgrund. Detta tyder alltså på att ekonomi inte alltid prioriteras högt vid val av dagvattenhantering. Det styrker även betydelsen av att en viktning av kriterier utförs i en MKA då dessa prioriteras olika beroende på vilka som utför viktningen och vilken sorts projekt det gäller.

Det kriterium som enligt den sammanvägda viktningen hade näst högst prioritet för fallstudieområdet var Hantering av skyfall. Att detta kriterium ansågs viktigt för deltagarna på Vellinge kommun kan bero på att Vellinge har haft problem med skyfall tidigare. Kommunen har sedan ett stort skyfall 2014 påbörjat ett omfattande arbete med skyfallshantering, som beskrivs i deras skyfallsplan (Nelin 2017). Skyfallshantering är förmodligen något som kommer prioriteras högt även av andra kommuner i framtiden om skyfall fortsätter att bli mer vanligt förekommande i landet.

De sociala kriterierna Rekreativ värde, Framkomlighet samt Orienterbarhet och tydlig miljö viktades förhållandevis lågt av samtliga grupper på workshopen med Vellinge kommun, se Tabell 34. Den främsta anledningen till detta var att kriterierna ansågs ha en låg prioritet eftersom platsen ska bli ett verksamhetsområde där personer i första hand kommer att befinna sig inomhus på sina kontor. I diskussionerna under viktningen framkom det att dessa kriterier förmodligen skulle ha viktas högre om platsen skulle bli ett bostadsområde. I studien av Brisvåg (2017) genomfördes en MKA med en fallstudie för ett bostadsområde i Uppsala. I studien inkluderades bland annat de sociala kriterierna Rekreativ värde och Framkomlighet. Dessa viktades av en grupp på Uppsala kommun till 7 respektive 5 procentenheter. Det kriterium som viktades högst var ett kriterium som berörde utsläpp av Zn till recipient som fick en vikt på 8,5 procentenheter. Skillnaden i vikt mellan det högst viktade kriteriet och kriterierna Rekreativ värde och Framkomlighet var alltså inte stor. Detta kan bero på att det var just ett bostadsområde som kriterierna skulle viktas för och att de sociala kriterierna därmed ansågs ha hög prioritet.

6.5 Slutbetyg och känslighetsanalys

Tabell 35 visar att slutbetyget för scenarierna blev olika med viktningen från de olika grupperna. För grupp 1 och 3 är rangordningen av scenarierna densamma där Skyfallsscenarioet fått högst betyg och Scenario Blå-gröna lösningar näst högst betyg. För grupp 2 däremot har Scenario Torra Dammar fått högst betyg och Skyfallsscenarioet näst högst betyg. Viktningen av kriteriet Anläggningskostnad var det som skilde grupperna mest åt och resultatet från känslighetsanalysen i Tabell 39 visar att en alternativ viktning av detta kriterium leder till att rangordningen av scenarier blir densamma för samtliga grupper. Att kriteriet Anläggningskostnad viktades högre av grupp 2 än de andra grupperna kan bero på att projektledaren för fallstudieområdet, tillika ekonomiskt ansvarig, var med i den gruppen. Att det blev olika slutbetyg med viktningen från de olika grupperna stärker betydelsen av att diskussioner sker med samtliga intressenter för att skapa en samsyn i vad som bör prioriteras för ett projekt.

Optimalt sett hade viktningen skett med alla deltagare tillsammans och inte i grupper under workshopen. Medelvärde av viktningen ger en uppskattning på hur en viktning av alla deltagare tillsammans skulle ha sett ut. Skyfallsscenarioet får med denna viktning högst slutbetyg och Scenario Blå-gröna lösningar näst högst slutbetyg, se Tabell 37. Detta tyder på att enligt deltagarna på workshopen skulle tekniklösningar för dagvattenhantering som gynnar både sky-

fallshantering och tillgänglighet vara fördelaktiga för fallstudieområdet. Resultatet från känslighetsanalysen från den sammanvägda viktningen visar att rangordningen av scenarierna blir densamma även med en alternativ viktning av kriterierna som viktats högst och lägst, se Tabell 38.

6.6 Utvärdering av MKA

En MKA som utformas och genomförs på ett bra sätt kan vara ett mycket givande beslutsstöd vid val av dagvattenhantering. Viktningen av kriterier blir ett verktyg för att leda diskussionen åt rätt håll och därmed prioritera tiden i planeringsprocessen. Till exempel om ett kriterium som berör rening av dagvatten viktas högt så indikerar detta att rening är något som värderas högt i projektet, och bör således få en stor tyngd i planeringsprocessen för dagvattenhantering. En fördel med MKA är att metoden kan medföra ett strukturerat sätt att beröra olika hållbarhetsaspekter och skapa en samsyn hos de inblandade parter som ska ta ett beslut. Att inkludera skyfalls- och tillgänglighetsaspekter på ett tydligt sätt i MKAn i denna studie ledde till intressanta och givande diskussioner under workshopen. En kommentar från en deltagare var att sociala värden ofta diskuteras i planeringsprocessen men att det kan vara svårt att få ett tydligt samförstånd mellan de inblandade om vilka sociala aspekter som bör lyftas. Utformningen av scenarierna i denna studie gav en mer konkret bild av vilka sociala aspekter som behandlades i just detta fall.

6.7 Framtida studier

I denna studie jämförs tre scenarier med olika kombinationer av tekniklösningar där ett av scenarierna är inriktat på tillgänglighet och ett är inriktat på både tillgänglighet och skyfallshantering. Det hade varit intressant att även genomföra en jämförelse av olika tekniker som anses gynna tillgänglighet samt en jämförelse av olika tekniker som ska kunna omhänderta ett skyfall. På så sätt hade en djupare analys kunnat göras om vilka tekniker som lämpar sig bäst utifrån ett tillgänglighetsperspektiv samt utifrån ett skyfallsperspektiv.

7 Slutsats

Att inkludera tillgänglighets- och skyfallsaspekter i MKAn ledde till att dessa frågor lyftes under workshopen. Diskussionen lyftes först under viktningen kring hur kriterierna som berör dessa aspekter ansågs prioriterats för området. Efter presentationen av scenarierna med tillhörande tekniklösningar som valts för att gynna tillgänglighet samt skyfallshantering i området kunde diskussionen bli ännu mer konkret, vilket uppskattades av deltagarna. Samtliga kriterier ansågs relevanta för val av hållbar dagvattenhantering och skapade tillsammans en heltäckande bild. Valet av kriterier ansågs även kunna användas i framtida projekt. Slutbetyget av de ingående scenarierna i MKAn visar på att ett val av tekniklösningar som gynnar både tillgänglighet samt skyfallshantering i området är att föredra. Det viktigaste med att genomföra MKAn var dock att skapa en givande diskussion och en samsyn hos de deltagande parterna. Detta uppfylldes och syftet med studien anses därmed uppnått.

Referenser

- Andersson, B. (2018). *Agneshill- Dagvatten- och VA-utredning*. Sigma Civil AB.
- Andersson, J. & Åkerman, S. (2016). *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*. 2016-0915-A. WRS AB.
- Barbosa, A. E., Fernandes, J. & David, L. (2012). *Key issues for sustainable urban stormwater management*. Lissabon: National Laboratory for Civil Engineering- LNEC.
- Bergqvist, N. (2014). *Environmental assessment and sustainable stormwater planning with regard to climate change through multi-criteria analysis (MCA) – Case study Guldheden*. 2014:156. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Blecken, G. (u.å.[a]). *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar- Biofilter/ rain gardens/ växtbäddar*. Luleå tekniska universitet.
- Blecken, G. (u.å.[b]). *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar- Dagvattendammar*. Luleå tekniska universitet.
- Boverket (maj 2019). *Urbanisering*. sv. Library Catalog: www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsmarknad/bostadsforsorjning/flyttningar/urbanisering/. Hämtad 2020-03-09.
- Boverket (mars 2020). *Reglering av lokalklimat*. sv. Library Catalog: www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/lokalklimat/. Hämtad 2020-05-15.
- Brisvåg, J. (2017). *Utveckling av beslutsstöd för hållbara val av dagvattenhantering*. UPTEC W 17 006. Uppsala: Uppsala universitet.
- Department for Communities and Local Government (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. London.
- Diskrimineringsombudsmannen (u.å.). *Funktionsnedsättning som diskrimineringsgrund*. sv. Library Catalog: www.do.se/om-diskriminering/skyddade-diskrimineringsgrunder/funktionsnedsattning-som-diskrimineringsgrund/. Hämtad 2020-02-26.
- Edge (2020). *Levande gaturum - en handbok i Blågröngrå system*.
- Ellis, J., Deutsch, J.-C., Mouchel, J.-M., Scholes, L. & Revitt, M. (2004). *Multicriteria decision approaches to support sustainable drainage options for the treatment of highway and urban runoff*.
- Foxon, T. J., McIlkenny, G., Gilmour, D., Oltean-Dumbrava, C., Souter, N., Ashley, R., Butler, D., Pearson, P., Jowitt, P. & Moir, J. (2002). *Sustainability Criteria for Decision Support in the UK Water Industry*.
- Fridell, K. & Jergmo, F. (2015). *REGNBÄDDAR- BIOFILTER FÖR BEHANDLING AV DAGVATTEN*. Movium SLU.
- Goonetilleke, A., Thomas, E., Ginn, S. & Gilbert, D. (2005). *Understanding the role of land use in urban stormwater quality management*.
- Haninge kommun (2017). *Handbok för hållbar dagvattenhantering- för byggentreprenörer och samhällsplanerare*.
- Hernebring, C., Milotti, S., Steen Kronborg, S., Wolf, T. & Mårtensson, E. (2015). *Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31*. Lund: Tidskriften Vatten.
- Johansson, F., Bini, L., Coiffard, P., Svanbäck, R., Wester, J. & Heino, J. (2019). *Environmental variables drive differences in the beta diversity of dragonflyassemblages among urban stormwater ponds*. Uppsala universitet.
- Jonsson, M. (2017). *A performance investigation of Stormwater accommodations in Stockholm: A multi-criteria decision analysis*. TRITA-IM-EX 2017:15. Stockholm: Kungliga Tekniska högskolan.
- Kangas, D. (2016). *Evaluating Stormwater Management Techniques for Dense Urban Areas using Multi-Criteria Decision Analysis*. BOMX02-16-15. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Klaesson, L., Nilsson, C., Malm, S. & Johnni, P. (2008). *Stockholm – en stad för alla. Handbok för utformning av en tillgänglig och användbar miljö*. Stockholm: Trafikkontoret Stockholm.
- Larm, T. & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Tekn. rapport. Svenskt vatten.
- Larsson, T., Heeb, A., Krook, J., Lundmark, M. & Johansson, T. (2018). *Underhåll ditt dike för ett rikare odlingslandskap*. Tekn. rapport. Jordbruksverket.
- Lindmark, P. (2013). *Tvästegsdiken - ett steg i rätt riktning*. Tekn. rapport. Jordbruksverket.
- López, H. (2018). *Performance Examination of Sustainable Urban Drainage Systems- A Multi-Criteria Analysis for the city of Gothenburg*. ACEX30-18-95. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Malmqvist, P.-A. (1983). *Urban Stormwater Pollutant Sources*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Myndigheten för delaktighet (febr. 2020). *Öka tillgängligheten i samhället*. URL: <https://www.mfd.se/kunskap/ett-samhalle-for-alla/oka-tillgangligheten-i-samhallet/>. Hämtad 2020-02-26.

- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2013). *Pluviala översvämningar- Konsekvenser vid skyfall över tätorter. En kunskapsöversikt*. MSB567-13.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2016). *Skyfallsförebyggande åtgärder- Exempel från arbete i Köpenhamns och Fredriksbergs kommuner*. MSB1018.
- Naturvårdsverket (2017). *Analys av kunskapsläget för dagvattenproblematiken*. NV-08972-16. Östersund.
- Naturvårdsverket (aug. 2019a). *Dagvatten*. sv. text. Library Catalog: www.naturvardsverket.se. URL: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Avloppsvatten/Dagvatten/>. Hämtad 2020-03-09.
- Naturvårdsverket (maj 2019b). *Biofilter - en lösning för stadsnära dagvattenrening i kalla klimat - Sveriges miljömål*. URL: <http://www.sverigesmiljomal.se/lorande-exempel/biofilter---en-losning-for-stadsnara-dagvattenrening-i-kalla-klimat/>. Hämtad 2020-05-06.
- Nelin, C. (2017). *Skyfallsplan Vellinge kommun*. Ks 2017/253. Vellinge: Vellinge kommun.
- Persson, J. & Pettersson, T. (2006). *Dagvattendammar- Om provtagning, avskiljning och dammhydraulik*. 2006:115. Borlänge: Vägverket.
- Region Uppsala (dec. 2018). *Vad är kognitiva svårigheter och vad kan underlätta?* URL: <http://www.lul.se/sv/Kampanjwebbar/Infoteket/Funktionsnedsattningar/Kognition/Vad-ar-kognitiva-svarigheter-och-vad-kan-underlatta/>. Hämtad 2020-02-26.
- Rosén, L., Back, P.-E., Söderqvist, T., Soutukorva, Å., Brodd, P. & Grahn, L. (2009). *Multikriterieanalys för hållbar efterbehandling – Metodutveckling och exempel på tillämpning*. 5891. Naturvårdsverket.
- SCB (mars 2015). *Urbanisering – från land till stad*. sv. Library Catalog: [www.scb.se](http://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2015/Urbanisering--fran-land-till-stad/). URL: <http://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2015/Urbanisering--fran-land-till-stad/>. Hämtad 2020-03-09.
- SGU (april 2020). *Varför varierar klimatet?* sv. Library Catalog: www.sgu.se. URL: <https://www.sgu.se/om-geologi/ett-klimat-i-standig-forandring/vad-orsakar-andringar-i-klimatet/>. Hämtad 2020-05-06.
- SMHI (okt. 2015). *Nederbördsintensitet*. URL: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbordsintensitet-1.19163>. Hämtad 2020-03-09.
- SMHI (aug. 2017). *Skyfall och rotblöta*. URL: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339>. Hämtad 2020-03-09.
- SMHI (jan. 2018). *Skyfall i Sverige nu och i framtiden – ny kartläggning*. URL: <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/skyfall-i-sverige-nu-och-i-framtiden-ny-kartlaggning-1.129420>. Hämtad 2020-03-09.
- SMHI (nov. 2019). *Dagvatten och spillvatten*. URL: <https://www.klimatanpassning.se/hur-samhället-paverkas/vatten-och-avlopp/dagvatten-och-spillvatten-1.107468>. Hämtad 2020-03-09.
- Stockholm Vatten och Avfall (u.å.). *Överdämningsytor/torra dammar*.
- StormTac (2020). *StormTac data base*.
- Svelander, M. (2019). *SYDVÄSTRA SKÅNES VATTENDRAG 2018- Sydvästra Skånes vattenråd*. Synlab.
- Svenskt Vatten (2011a). Publikation 104- Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avlopp. 1. utg. Solna.
- Svenskt Vatten (2011b). Publikation 105- Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning. 1. utg. Solna.
- Svenskt Vatten (2016). Publikation 110- Avledning av dag-, drän- och spillvatten. 1. utg. Stockholm.
- Svenskt Vatten and Föreningen Sveriges Stadsbyggare and Svensk Försäkring (u.å.). *Tillsammans kan vi klimatsäkra samhället!*
- Svensson, E. (2012). *BYGG IKAPP- För ökad tillgänglighet och användbarhet för personer med funktionsnedsättning*. Femte utgåvan.
- Vikander, M., Österlund, H., Müller, A., Marsalek, J. & Borris, M. (2019). *Kunskapssammanställning Dagvattenkvalitet*. 2019-2. Svenskt vatten.

A Appendix

Tabell 40: Schema för workshop med Vellinge kommun

Tid	Vad	Vem
9.00 – 9.15	Välkomna och introduktion till workshopen	Dagvattenstrateg, Vellinge kommun & Lisa Selin & Helene Sörelius & Projektledare inom statsvetenskap, RISE
9.15 – 9.30	Planering utifrån sociala värden – generellt och för dagvatten i synnerhet	Projektledare inom statsvetenskap, RISE
9.30 – 9.50	Introduktion av området	Projektledare för verksamhetsområdet, Vellinge kommun & Lisa Selin
9.50 – 10.00	Paus	Alla
10.00 – 10.30	Multikriterieanalys som beslutstöd för val av dagvattenteknik samt genomgång av utvalda kriterier	Lisa Selin & Helene Sörelius, RISE
10.30 – 11.30	Viktning av kriterier	Alla, indelade i 3 grupper
11.30 – 12.30	Lunch	Alla
12.30 – 13.00	Genomgång av scenarion för dagvattenhantering i området	Lisa Selin
13.00 – 14.00	Redovisning av resultat och diskussion	Alla