



Dagvattendammars potential för ökad biologisk mångfald

Principer för utformning och skötsel

Frida Jeppsson

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Landskapsarkitekturprogrammet

Alnarp 2024

Dagvattendammars potential för ökad biologisk mångfald

-Principer för utformning och skötsel

The potential of stormwater ponds for increased biodiversity

-Principles for design and maintenance

Frida Jeppsson

Handledare: Scott Wahl, Sveriges Lantbruksuniversitet,
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Christine Haaland, Sveriges Lantbruksuniversitet,
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Landskapsarkitektur
Kurskod: EX0845
Program/utbildning: Landskapsarkitekturprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2024
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd

Nyckelord: Dagvattendamm, damm, biologisk mångfald, hållbar dagvattenhantering, muddring, skötsel, utformning, våtmark, ekosystemtjänster, spridningskorridorer, ekologiska korridorer, ekologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Den biologiska mångfalden är hotad och på nedgång, med förlust av habitat (eller försvinnandet av ekosystem) mycket på grund av intensifieringen av markanvändning men också minskad hävd. Att skapa dammar som renar, fördröjer och ger habitat åt flora och fauna är aktuellt då den biologiska mångfalden behöver all yta tillgänglig. Med ett förändrat klimat och ökad nederbörd växer behovet av strukturer som kan avleda och uppehålla större vattenvolymer. Öppen dagvattenhantering börjar uppmärksammas mer och så även de negativa övergödande effekterna som den systematiserade avledningen av vatten, genom rör och i diken, har på sjöar och hav. Dammar kan göras mångfunktionella, det vill säga att flera funktioner inkluderas i skapandet av dagvattenanläggningen, således kan en möjlighet finnas i att öka förutsättningarna för flora och fauna som är beroende av vattenmiljöerna.

Arbetets syfte är att undersöka genom en litteraturstudie och muntliga källor om det finns konkreta principer vid utformning och skötsel, som kan resultera i att skapa habitat som kan erbjuda fler nischer för olika flora och fauna. Arbetet utgår ifrån dimensioneringens samband med dammens biologiska mångfald, samt utreds dammen indelad i; ”*Litoralzonen och botten*”, ”*stränder och vallar*” samt ”*Angränsande vegetation och spridningskorridorer*” och sammanfattas i riktlinjer för utformning och skötsel.

Resultatet gav flera överlappande principer, de mest förekommande i litteraturen vad gäller utformning av dammar för biologisk mångfald var betydelsen av en låg strandlutning och en varierad strandlinje. Dammen ska göras så stor som möjligt, där den djupaste delen gärna inte är grundare än 1 m. För att skapa viktiga mikrohabitat, är antalet undervattensväxter av stor vikt som också förutsätter att vattnet är klart således att solljus kan utnyttjas. Skyddande miljöer i form av pölar och småvatten kan skapas för exempelvis insekter och amfibier vid tillfälliga översvåmningsytor, även kallade ”*Drawdown zones*”. Skötselprinciper för biologisk mångfald gav att bete, med exempelvis får och kor, är en effektiv åtgärd mot igenväxt samt ger flera positiva effekter som skapandet av ojämnheter i marken och gödsling. Dock är bete inte alltid möjligt i stadsnära sammanhang och därför kan manuell rensning och slåtter behövas. Vid röjning eller gallring av träd eller sly ska äldre träd gärna stå kvar men helst ej skugga dammen. Utförandet av muddring, rensning av sediment i dammarna, bör ske utanför fåglars häckningsperiod, groddjurens lekperiod således ske utanför vår- och sommarperioderna.

Helhetsperspektivet kring biologisk mångfald är att variation mellan vattenmiljöer också är viktig samt förekomsten av spridningskorridorer. I den peri-urbana kontexten där jordbruk är mer vanligt, är skyddszoner viktiga spridningskorridorer men också viktiga för att minska näringsläckage från jordbruket ut i vattenmiljön. Dagvattendammar tar ofta emot vatten som innehåller olika föroreningar, vilket kan ha negativa effekter för känslig flora och fauna. Att tillförse hög reningskapacitet för dammarna samt skapa vattenkomplex med angränsande dammar nära huvuddammen kan vara ett sätt att låta vattenkällorna komplettera varandra och skapa varierande miljöer. I landskapet handlar det om att förbättra de fördröjande, buffrande egenskaperna hos öppna dagvattensystem och i förlängningen även minska påfrestningen på biologisk mångfald i större vattensystem sådana som sjöar och hav.

Nyckelord: Dagvattendamm, damm, biologisk mångfald, hållbar dagvattenhantering, muddring, skötsel, utformning, våtmark, ekosystemtjänster, spridningskorridorer, ekologiska korridorer, ekologi

Abstract

Biodiversity is threatened and in decline, with habitat loss (or the disappearance of ecosystems) largely due to the intensification of land use but also land abandonment. Creating ponds that clean, delay and provide habitat for flora and fauna is necessary as biodiversity needs all available area that is possible. With a changing climate and increased rainfall, the need for structures that can divert and retain larger volumes of water is growing. Open stormwater management is getting more attention and so are the negative effects of systematized diversion of water in pipes and in ditches into lakes and seas, which causes eutrophication. Ponds can be made multifunctional, that is to say that several functions are included in the creation of the storm water pond, thus an opportunity can be found in improving the conditions for flora and fauna that depend on the water environments.

The purpose of the work is to investigate through a literature study and interviews whether there are concrete principles in design and management that can result in creating habitats and offer more niches for different flora and fauna. The work investigates the connection between the dimensioning of the pond and its biological diversity, and the pond is also investigated divided into; "*Littoral zone and bottom*", "*beaches and embankment*" and "*Adjacent vegetation and dispersal corridors*" and are finally summarized in guidelines for design and management.

The result showed several overlapping principles, the most prevalent in the literature regarding the design of ponds for biodiversity was the importance of a low bank slope and a varied shoreline. The pond should be made as large as possible, with the deepest part preferably not shallower than 1 m. In order to create important microhabitats, the number of underwater plants is of great importance which also requires that the water is clear so that sunlight can be utilized. Protective environments in the form of puddles and shallow water can be created, for example, for insects and amphibians on temporary flooding surfaces, also called "Drawdown zones". Management principles for biological diversity showed that grazing, with for example sheep and cows, is an effective measure against overgrowth and provides several positive effects such as the creation of unevenness in the ground and fertilization. However, grazing is not always possible in urban contexts and therefore manual clearing and mowing may be needed. When clearing or thinning dense vegetation, shrubs and trees, older trees should preferably remain but only if they do not shade the pond. The execution of dredging, cleaning of contaminated sediment in ponds, should take place outside the nesting period of birds, the spawning period of amphibians thus take place outside later spring- and summer periods.

The overall perspective regarding biological diversity is that variation between ponds also is of importance, as is the presence of dispersal corridors. In the peri-urban context where agriculture are more common, protection zones are important dispersal corridors but also important for reducing nutrient leakage from agriculture into the nearby aquatic environment. Stormwater ponds often receive water containing various pollutants, which can have negative effects on sensitive flora and fauna. Providing high treatment capacity for the ponds and creating water complexes with neighboring ponds near the main pond could be a way to allow the water sources to complement each other and create varied environments. In the landscape, it is about improving the delaying, buffering properties of open storm water systems and, in the foreseeable future, also reducing the stress on biological diversity in larger water systems such as lakes and oceans.

Keywords: Stormwater pond, pond, biodiversity, sustainable stormwater management, dredging, management, design, wetland, ecosystem services, dispersal corridors, ecological corridors, ecology

Innehållsförteckning

Sammanfattning

Abstract

1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och frågeställning.....	11
1.3 Avgränsningar.....	11
1.4 Metod och material.....	12
2 Utformning och skötsel – Principer för att främja biologisk mångfald	13
2.1 Dimensionering och djup	13
2.2 Litoralzonen och botten.....	14
Utformning	14
Skötsel	18
2.3 Stränder, vallar och öar.....	19
Utformning	19
Skötsel	20
2.4 Angränsande vegetation och spridningskorridorer.....	21
Utformning	21
Skötsel	23
2.5 Sammanfattning - Principer för utformning och skötsel.....	24
3 Diskussion och reflektioner	25
3.1 Diskussion	25
3.2 Metodreflektion	26
4 Slutsats	27
5 Referenslista.....	28

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Dagvattendammar uppfyller en viktig roll för dagvattensystemet i bebyggda områden. De har en fördröjande och renande funktion som är väsentlig för att bibehålla en god vattenkvalité i recipienter sådana som sjöar och hav. Dagvattendammarnas uppgift utöver att rena och fördröja vatten, är att flödesutjämna vid kraftig nederbörd, vilket betyder att de avleder vatten från specifika avrinningsområden, som i staden kan vara sådana som parkeringar, vägar och bebyggelse, och således motverkar översvämningar av respektive områden.

Varför öppna dagvattensystem för god ekologisk status?

Människans påverkan på de naturliga vattenmiljöerna har sedan utbredningen av jordbrukslandskapet under 1800-talet i norra Europa, styrt om 90% av vattnet som fanns öppet eller nära markytan genom underjordiska rör eller via utdikningar, vilket har minskat andelen öppet vatten i landskapet (Feuerbach & Strand 2010). Idag påverkar strukturerna vattenkvalitén i vattendrag, sjöar och kustområden.

Sedan 2019 har Havs- och vattenmyndigheten utfärdat en uppdaterad bedömningshandling (HVMFS 2019:25) för Sveriges ytvattenstatus. Bedömningshandlingen (HVMFS 2019:25) bedömer den ekologiska och kemiska statusen hos vattendrag, sjöar och kustområden. Den ekologiska statusen är indelad i följande kvalitetsfaktorer:

- Biologiska kvalitetsfaktorer
- Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer samt
- Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer (Havs- och vattenmyndigheten 2020)

Enligt HaV (2020) står de biologiska kvalitetsfaktorerna för mängden och sammansättningen av vattenlevande djur och växter och de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna för näring, tillgång på syrgas samt förekomsten av särskilt förorenande ämnen (SFÄ). De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna utreder vattenkroppens hydrologi och kopplingar till annat vatten i landskapet. Den kemiska statusen utgår från enskilda gränsvärden som är gemensamma för EU, dessa kallas prioriterade ämnen och skiljer sig från SFÄ (HaV 2020). Den ekologiska statusen utgår från en femgradig skala efter hög, god, måttlig otillfredsställande och dålig medan den kemiska statusen antingen är god eller uppnår ej god (Ibid.) En stor del av kustvattnen uppnår inte god ekologisk status och inga kustvatten uppnår god kemisk status inom vattenförvaltningens statusklassning (Sveriges miljömål 2020). Övergödning är en av de större orsakerna bakom att god ekologisk status inte uppnås (Ibid.). Övergödningen kan minskas med anläggningen av våtmarker och strukturer som dagvattendammar som stoppar upp vattnet och låter näringen tas om hand genom biologiska processer, innan vattnet leds ut i vattendrag, sjöar och kustområden (Svenskt Vatten 2011).

Öppen dagvattenhantering

Dagvattendammar har en viktig uppgift att ta hand om ytvatten från stora hårdgjorda ytor. Enligt Svenskt Vatten (2011) kan man dela upp dagvattendammar på privat och på allmän platsmark. Dagvattendammar förekommer sällan på bostadsgårdar och på privat mark i staden då många bostadsgårdar är byggda på bjälklag samt ofta har begränsat utrymme. I större grönområden, liksom parker är dagvattendammar vanligare (Ibid.). Svenskt Vatten (2011) samlar större delen av dagvattendammarna under den *Samlade fördröjningen*, vilket definieras i det öppna dagvattensystemet som de större vattenvolymer med en större avrinningsyta, som tar emot vatten innan det leds vidare till en ämnad recipient exempelvis en större sjö eller ett kustområde. Begreppet kan dock upplevas som diffust då en samlad fördröjning skulle kunna härledas till alla typer av dammar. Dagvatten kan ledas till de större fördröjande strukturerna genom avloppssystem eller genom *trög avledning* vilket kan syfta till strukturer som svackdiken (Ibid.).

Dagvattendammar som reningsystem

Våtmarker och dagvattendammar kan dela en mycket lika struktur. Dagvattendammar är uteslutande konstruerade av människan och bör innehålla en del av permanent vattenspiegel, det vill säga att dammen aldrig torkar ut, medan våtmarker kan förekomma som naturligt igenvuxna sjöar med perioder utan vattenspiegel. Våtmarker är viktiga renande system i landskapet av sediment och näringsämnen (Naturvårdsverket 2023). Dagvattendammar förekommer också ofta som ämnade reningsanläggningar och således kan reducera utsläppen av föroreningar ut i sjöar och vattendrag (Va-Guiden u.å.). Dagvattenföroreningar kan vara otaliga, enligt (Stockholm Vatten och Avfall u.å.) är det troligt att vi inte vet om alla. Bebyggelse, trafik, industriell verksamhet och nederbörd är några källor som dock nämns och vattnet kan exempelvis innehålla metaller, näringsämnen och organiska miljögifter (Stockholm Vatten och Avfall u.å.). Avskiljningen av suspenderat material, partiklar, är enligt Va-Guiden (u.å.) i generella drag mellan 65%-90% i dagvattendammar. Den så kallade sedimenteringen är som mest effektiv om vattnets hastighet minskar betydligt, eller är nära stillastående, samt att vattnet är relativt djupt. Efterföljande grunda delar med vegetation kan underlätta sedimentationen genom att bromsa flödet (Feuerbach & Strand 2010). Höga koncentrationer av fosfor och kväve orsakar övergödningen i sjöar, vattendrag och kustområden. Fosfor kan binda till organiska ämnen och lermineral och är således partikelbunden och kan sedimenteras. Utsläppet av fosfor kommer mer känt från hushåll, djurhållning och industri (Feuerbach & Strand 2010). Löst kväve i form av nitrat kan omvandlas till kvävgas av denitrifikationsbakterier, som lämnar dammen. Vad som påverkar vattenmiljöns effektivitet att rena från kväve är vattenmiljöns yta i förhållande till avrinningsområdet där en större damm ökar effektiviteten samt vattnets uppehållstid (ibid.) Enligt Feuerbach & Strand (2010) är en uppehållstid på tre dygn ett föredraget minimum. Denitrifikationsbakterierna gynnas av undervattensvegetation som även förutsätter relativt grunda vatten. Processen som genomförs av påväxtalger under syrefria förutsättningar på undervattensväxterna gynnas av högre temperaturer (Ibid.). Enligt Astrid Berglund (muntl. 2024) konsult och landskapsarkitekt för WRS (*Water revival systems*) så är den föredragna strukturen på dammen en långsmal damm för god utnyttning av hydrauliken. Astrid Berglund nämner också att vattnet bör spridas på lång front med utlopp och inlopp långt ifrån varandra där vattnet också ska sprida sig genom delar där det filtreras genom vegetation. Dagvattendammens generella uppbyggnad enligt (Va-Guiden u.å.);

- en inledande djup del för sedimentation av partiklar, en så kallad försedimentationsdamm,
- en större lite grundare del med permanent vattenspiegel samt
- en grundare del med filtrerande vegetation

Varför inkludera biologisk mångfald i gestaltningsprocessen?

Biodiversitet eller biologisk mångfald är ett brett begrepp som hänvisar till variation inom arter (den genetiska variationen), mellan arter, samt mångfalden av ekosystem (Nationalencyklopedin u.å.). Enligt Sepkoski (1988) kan biologisk mångfald behöva relateras till ett geografisk område först för att kunna mätas och jämföras. Dessa nivåer är alfa-, beta- och gammadiversitet. Alfadiversitet hänvisar till den lokala artrikedomen och betadiversiteten hänvisar till skillnaden i artrikedom mellan lokala habitat. Gammadiversiteten syftar mer till den totala diversiteten av dessa, och således kan användas för att jämföra ekosystem (Ibid.). Det finns andra sätt att mäta diversitet och enligt Naeem et al. (2012) se Persson & Smith (2014) kan det vara genom den funktionella diversiteten och interaktionsdiversiteten. Den funktionella diversiteten syftar till variation i arternas ekologiska funktioner och interaktionsdiversiteten en variation i hur organismer inom ett ekosystem interagerar. Funktionell diversitet är de funktioner som olika organismer har inom ett ekosystem. Det kan handla om värdet av den egenskap som en organism tillför, hur många olika funktioner som bygger upp ekosystemet samt huruvida funktionerna är jämt spridda mellan organismerna (Naeem et al. 2012 se Persson & Smith 2014). Den funktionella diversiteten beskriver relationen mellan *abiotiska* faktorer (icke-organiskt material och energi) samt *biotiska* faktorer (levande organismer och organiskt material) i ett ekosystem. En högre biodiversitet eller en högre andel funktionell diversitet det finns i och mellan ekosystem ökar ekosystemets motståndskraft, där vilket viktiga ekosystemtjänster kan förutsättas. Människan är beroende av ekosystemtjänster i form av exempelvis rening av luft, vatten, medicin och pollinering. Enligt Naturvårdsverket (2020) är ekosystemtjänster ”direkta och indirekta bidrag som naturen ger oss människor och som är grundläggande för vårt välbefinnande.”

Att gestalta miljöer med ambition att också skapa flera ekologiska nischer för flora och fauna kan vara komplext. Det kräver ett perspektiv där biologisk mångfald ses som en klient i gestaltningsprocessen menar Hernandez-Santin et al. (2022), så som vi gestaltar för människan. Det ingår därför ansvar redan i planeringsprocessen, där beställare som kan vara olika organisationer eller kommun inkluderar ett större perspektiv för en långsiktig biologisk mångfald på platsen.

Hur ser förutsättningarna ut för biologisk mångfald i dagvattendammar?

Det intensiva jordbruket, kalhyggen och urbaniseringen leder till att viktiga ekosystem försvinner, eller att andra livsmiljöer trycks undan. Hot mot den biologiska mångfalden fortsätter att öka med skogsavverkning, minskad hävd och igenväxning. Enligt artdatabankens rödlista klassificeras 4746 arter som rödlistade, varav 2 249 som hotade (Naturskyddsföreningen 2021). Flertalet studier har genomförts internationellt som visar på att dagvattendammar kan innehålla en hög biologisk mångfald. Resultatet av ett bevarandeprojekt av Biggs et al. (2005) som utfördes över 15 år, mätte antalet arter av makrovertebrater och vattenväxter, för 200 dammar och kom fram till att dammarna sammanlagt försörjde omkring 10% mer arter, i jämförelse med floder, diken och bäckar. En av teorierna bakom artvariationen var att näringsinnehållet i dammarna är större beroende på en mindre storlek på avrinningsområdet, jämförelsevis mot sjöar och hav, samt en konsekvens av de koncentrerade variationer som förekommer lokalt i dammens geologi, hydrologi, växtlighet och klimat liksom skugga. I en annan studie genomförd av Johansson et al. (2019) baserades mätningen på olika trollsländor i Uppsala Stads dagvattendammar. Flera av arterna som hittades var sällsynta i Sverige, samt så hittade man sammanlagt 31 arter av Upplands 51 inhemska arter. Eftersom trollsländor räknas som en bra indikatorart för biologisk mångfald i vattenmiljöer blev resultatet således att dammarna hade en hög biologisk mångfald. Att dammarna kan vara en potentiell källa för ökad biologisk mångfald kan dock kollidera med dammarnas funktion som reningsanläggningar. Dagvattendammar kan skilja i utsatthet vad gäller föroreningar från avrinningsområdet, den yta varifrån vattnet avleds. Uppmärksammade länkar mellan biodiversitet och vattnets kvalitet, föroreningsgrad, har gjorts av Pille & Säumel (2021) och Biggs et al. (2005). Näringsläckage av fosfor och kväve, förekomsten av bekämpningsmedel, tungmetaller eller oljeföroreningar samt i vissa fall luftburna föroreningar som kan påverka dammens pH kan avgöra vattenkvaliteten vilket enligt Oertli & Parris (2019) korrelerar negativt med biologisk mångfald. Konsekvenser från sedimentationsprocessen kan också förekomma enligt Woods Ballard et al. (2015) där det hölje som bildas av sediment kan blockera soltillförseln, och därför påverka bottenlevande flora och fauna negativt. Lösta föroreningar kan dessutom bidra med en reducerad syrenivå av vattnet samt kan metaller bioackumuleras i större predatorerande organismer sådana som fisk och amfibier vilket i kan leda till minskade populationer av dessa (ibid). Vattnets kvalitet hänvisas också till dess konduktivitet, som kan vara ett mått på dammens utsatthet för exempelvis vägsalt och tungmetaller, detta reflekteras ofta vara högre i urbana miljöer och verkar ha kopplingar till minskad biologisk mångfald, samt reducerad förekomst av hotade arter (Oertli & Parris 2019).

Mångfunktionella dammar

Mångfunktionella dammar är dammar som är utformade för mer än ett syfte i åtanke. Dessa kan exempelvis inkludera värden för rekreation och hälsa, vara översvämningsytor, bevattningsmagasin och som en källa till resurser och habitat för flora och fauna. Det finns således också dammar som är skapade för ett mer specifikt syfte. Sådana kan vara industrivatten; där utformningen är mycket rak, brant, djup och stenig, samt bevattningsdammar på landsbygden; där råder ofta en hög biologisk aktivitet men där en hög kvävehalt också innebära syrebrist i dessa vatten (Feuerbach & Strand 2010). Boverket (2010) ger exempel på att en mångfunktionell dagvattenanläggning nära landsbygd och tätortsmiljö kan tillgodose funktioner sådana som;

- dränera jordbruksmark
- rena dagvatten från befintlig bebyggelse
- fungera som bevattningsdamm
- ta hand om flödestoppar
- öka inslaget av vatten i landskapet samt
- erbjuda rekreativskvalitéer.

Enligt Astrid Berglund (WRS, muntl. 2024) så är rekreation och rening viktiga att ha i åtanke vid utformningen av en dagvattendamm, men där biologisk mångfald också har en tendens att ge ett högre rekreativt värde i sin variation. I detta arbete finns ett fokus på mångfunktionella dagvattendammar men förutsätter främst rening och biologisk mångfald och kommenterar inte närmare på rekreativvärden.

1.2 Syfte och frågeställning

Arbetets syfte är att identifiera riktlinjer för utformning och skötsel vad gäller anläggning och utveckling av dagvattendammar för en hög biologisk mångfald. Eftersom vattenmiljöer redan är en resurs för flora och fauna, och för otaliga arter en nödvändighet är det intressant att se om dessa kan utvecklas eller bidra med bättre förutsättningar. Förhoppningen är att med kunskapsunderlaget uppmärksamma hur exempelvis landskapsarkitekter och landskapsingenjörer kan påverka förutsättningarna för biologisk mångfald genom gestaltning och riktade skötselinsatser.

I slutet av arbetet ska jag sammanställa principer för utformning och skötsel riktade till biologisk mångfald, som är möjliga att användas vid gestaltning eller utveckling av dagvattenanläggningar.

Frågeställning:

- Hur kan dagvattendammar utformas och skötas för att främja vattenmiljöns biologiska mångfald?

1.3 Avgränsningar

Dagvattendammar är arbetets fokus men litteraturstudien inkluderar även utformning och skötsel vad gäller andra typer av dammar som berör biologisk mångfald. På några ställen i arbetet kommenteras dessa utformnings- och skötselprinciper och huruvida det skulle vara applicerbart i relation till dagvattendammens funktion. Fokus ligger i dagvattendammens lokala struktur, det vill säga i och i dagvattendammens direkta närhet. Mindre delar berör dess kopplingar och placering i landskapet. Litteraturstudien använder litteratur på dagvattendammar och dammar som finns på andra geografiska områden än i Sverige, men utgår från svenskt klimat och kontext särskilt när arbetet kommenterar på biologisk mångfald. Mekaniska filter och brunnar nämns mindre ingående, i stället utgår principerna för gestaltning och skötsel mer från dammens naturligare processer.

1.4 Metod och material

För att besvara frågeställningen utförs en litteraturstudie där faktorer som påverkar biologisk mångfald i vattenmiljöer utreds och ifall dessa kan översättas i utformning och skötselinsatser. Litteraturen som inkluderas i arbetet är sammanfattat manualer (för att bygga dagvattendammar eller för biologisk mångfald), böcker, webbartiklar (artiklar från myndigheter i stort) samt vetenskapliga rapporter. En stor del av sökningarna har gjorts via Google (öppet och via Google Scholar) och Primo, där både rapporter och artiklar från statliga myndigheter samt böcker på ämnet dagvattendammar och biologisk mångfald har hittats. Google har använts för att hitta artiklar publicerade av myndigheter, föreningar och verksamma inom Va-planering eller inom naturvård. Andra sökmotorer har varit Web of Science, Scopus och Nationalencyklopedin. Ett par vetenskapliga rapporter har också förekommit som rekommendationer.

Metoden för sökningarna i arbetet har grundat sig i att vara relativt öppen, då sökningar likt; ”dagvattendammar med utformning och skötsel för att gynna biologisk mångfald”, gav färre antal träffar relaterat till biologisk mångfald, och ett större antal med fokus på dagvatten och effektiv avledning. Litteratur på dagvattendammar har använts för att få en förståelse av hur dagvattendammar fungerar och hur skötselrutinerna ser ut. Då arbetet kretsar kring biologisk mångfald har dock sökord som ”dammar” och ”våtmarker” inkluderats, som kan likna dagvattendammar i struktur, för att utöka träffarna. Några sökningar har också utförts för att få en djupare förståelse för biologisk mångfald och aktuella begrepp. Sökningar har utförts med olika kombinationer av nyckelorden nedan:

Dagvattendamm, damm, biologisk mångfald, hållbar dagvattenhantering, muddring, skötsel, utformning, våtmark, ekosystemtjänster, spridningskorridorer, ekologiska korridorer, ekologi

Två muntliga källor har även inkluderats i arbetet för att komplettera litteraturen. Två intervjuer genomfördes och valdes utifrån att de har olika arbetsområden vad gäller dammar och kan erbjuda fördjupade insikter. Intervjuerna utfördes separat på Zoom med en möteslängd på mellan 30-40 minuter. Den första intervjun gjordes med Astrid Berglund, konsult och landskapsarkitekt för WRS. WRS (Water Revival Systems) är ett konsultföretag som bland annat arbetar med rådgivning och projekt som berör olika typer av vatten sådant som dagvatten, lakvatten, naturvatten samt övrigt kopplat till VA-system. Intervjun hölls den 8 februari 2024 kl. 10:00. Den andra intervjun gjordes med Per Nyström, naturvårdskonsult för Ekoll AB vilket också är ett konsultföretag och arbetar med undersökningar och utredningar inom miljö-, vatten- och naturvård. Intervjun hölls den 22 februari 2024 kl. 10:00.

Ett antal frågor förbereddes i förväg som intervjuaren fick några dagar innan videomötet. Frågorna skiljde sig åt då dagvattendammar och dess funktion var det ledande samtalsämnet med Astrid Berglund samt nödvändiga skötselinsatser och skötsel kopplad till biologisk mångfald. Per Nyström fick andra frågor också med perspektivet biologisk mångfald, men här mer utifrån våtmarker och hur dessa utformas för flora och fauna och mer kopplat till ekologin i vattnet. Materialet har använts som muntliga källor i arbetet på liknande sätt som litteraturen. Då intervjuerna arbetar för privata företag kan det dock vara nödvändigt att påpeka att informationen aldrig går att säkerställa som fullständigt oberoende men professionerna bedöms ge trovärdiga och relevanta perspektiv.

2 Utformning och skötsel – Principer för att främja biologisk mångfald

2.1 Dimensionering och djup

Dammars storlek och djup har observerats ha en direkt korrelation till biologisk mångfald (Biggs et al. 2005; Arthur & Wilson 1997 se Pertli & Parris 2019). Arter som länkats till storleken på sötvattensmiljöer exemplifieras av (Oertli & Parris 2019) som små kräftdjur (små evertebrater) och större evertebrater (sådana som vattenlevande insekter och trollslända) samt amfibier och insektsätande fladdermöss. Även fågelfauna ses gynnas menar Oertli & Parris (2019) vilket stöds av Feuerbach & Strand (2010) som menar att storleken på vattenmiljön är betydande för diversiteten av fågelfauna som etablerar sig. 15-20 hektar är eftersträvansvärt i våtmarker, men förekomsten av fler ovanliga fåglar kan börja redan vid 2 hektar (ibid.) Dammens storlek är också relaterad till längden på hydroperioden, det vill säga den perioden våtmarken är täckt av vatten, som är en viktig faktor för artsammansättningen (Orsholm & Elenius 2022 se SMHI 2023). Enligt Per Nyström, naturvårdskonsult på Ekoll AB, (muntl. 2024) finns det arter som är beroende av perioder där vattenmiljöer blir torrlagda delar av året, sådana som olika amfibier och växter, men för en hög biologisk mångfald bör en damm med permanent vattenspiegel anläggas om målet är att gynna fler arter på platsen. Risken med ett permanent vatten är dock att det kan förekomma fisk i vattnet vilket enligt Feuerbach (2014) kan leda till minskningen av populationer av bottenfauna. Fisk kan också orsaka grumligt vatten vilket leder till försämrat siktdjup och sämre förhållanden för vattenväxter. I småvatten och mindre dammar kan fiskpopulationer vara särskilt ofördelaktigt menar Feuerbach & Strand (2010), Lundqvist (2001) och Woods Ballard et al. (2015) om intentionen är att främja amfibier i vattnet, exempelvis större vattensalamander, en hotad art enligt Artskyddsförordningen (2007:845). Detta skulle kunna motivera uttorkning av vissa delar av en vattenanläggning.

Enligt Persson (1998) är än större yta viktigare än dammens djup för att gynna livet i dammar. I djupare dammar, på mer än 3m, förekommer det vanligtvis temperaturskiktningar vilket begränsar syretillförseln och således mängden nitrat, löst kväve, som kan nå dammens botten. Grunda partier, med bättre syretillförsel föredras alltså av vattenlevande flora och fauna menar Persson (1998). Att vattnet är grunt tillför dammens botten mer solljus vilket också förutsätter mer delar av syrerikt vatten (Woods Ballard et al. 2015). För att skapa en damm som kan försörja flera arter med olika nischer konstaterar Woods Ballard et al. (2015) behovet av partier med grunda men också varierande vattennivåer. Dammen ska dock inte vara så grund att den understiger 1m djup under vintertid, då en sådan del med djupare vatten kan bli en väsentlig tillflykt för fauna under intensiva vintrar. Det kan vara fördelaktigt att anlägga separata småvatten i samband med en huvuddamm, vilket om möjligt kan placeras ovanför nivån för huvuddammen för att motverka tillföring av potentiellt förorenat vatten. Småvattnen kan tillföras vatten via nederbörd och användas som fristad för känsliga amfibier och vissa evertebrater (Woods Ballard et al. 2015).

Principer vid dimensionering

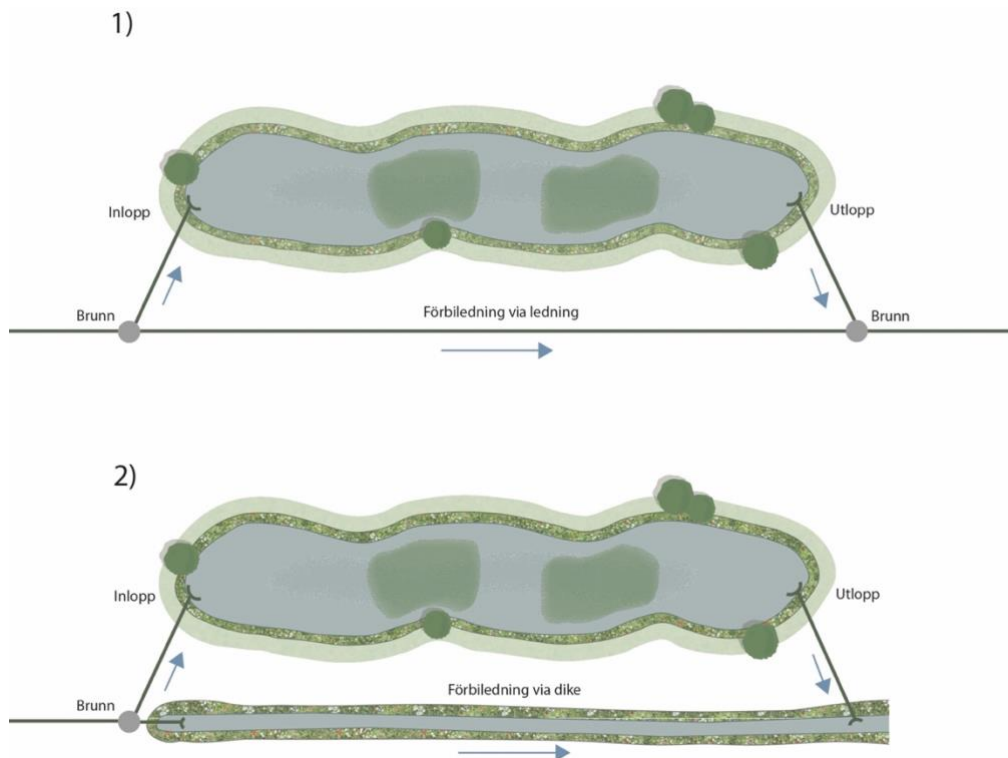
- Dammen bör vara så stor som möjligt.
- Skapa småvatten eller separata dammar i närheten av huvuddammen.
- Ska vara grund, dock ha delar som ej understiger 1m vintertid, och ska hålla en permanent vattenvolym.
- Ej innehålla fisk.

2.2 Litoralzonen och botten

Utformning

Viktiga förutsättningar för vattenlevande flora och fauna är en välstrukturerad botten. Bortsett från vattensikten påverkas också bottenfaunan av vattnets pH-värde (Lingdell & Engblom 2009; Biggs et al. 2005). Försurningar av vattnet är ett problem och kan ske via läckage från skogs- och jordbruk. Feuerbach (2014) påpekar att en mer lerhaltig jord kan höja pH-värdet vilket skulle bidra till en ökad artmångfald. Så kallade hårdbottnar, av betong eller makadam, utgör en dålig livsmiljö för exempelvis bottenlevande fauna som betare (primärkonsumenter som äter exempelvis makroalger eller kiselalger) vilket kan utgöras av vissa snäckor och insektslarver Ekstam (2013) se Andersson et al. (2013). Eftersom många dammar har en hårdbotten kan detta länkas till avsaknaden av betare, vilket kan vara en anledning till att överskott av alger som fytoplankton (mikroskopiska grönalger) förekommer mer utbrett i dagvattendammar än i övriga vattenmiljöer. Alger är vanligtvis en nyttig del i dammens ekosystem då de förekommer som föda åt många vattenlevande organismer samt är betydande syreproducenter (HaV 2023). Dessvärre kan överskott leda till ökad algblomning vid sensommar och höst som kan bidra till syrebrist i djupare vatten när döda plankton sjunker till botten och bryts ned (Ibid.) En välutvecklad bottenflora kan enligt Andersson et al. (2013) konkurrera om näringen i vattnet och därmed hjälpa till att reglera dammens algproduktion. Artrikedomen av vattenlevande evertebrater har ett tydligt samband med ökat antal våtmarksväxter, främst flytblads- och undervattensväxter. En av anledningarna till detta menar Per Nyström (muntl. 2024) är att de skapar en variation av små miljöer som förespråkar olika bottenfauna. Andra faktorer som påverkar sambandet, alltså att de förekommer samtidigt, menar Nolbrant (2005) är att bottenfauna- och flora båda gynnas av solexponering, långgrunda stränder samt en äldre damm. I dammar med högre koncentration av näring, kväve och fosfor exempelvis, kan igenväxningen vara påökad som inte heller är bra. Då föreslår Nolbrant (2005) att partier av sten och partier med mer finkornigt material kan vara en strategi för att skapa en mer långvarig damm och samtidigt skapa miljöer för bottenfauna- och flora.

Vid rensningen av sediment i dagvattendammar, muddring, kan det vara av intresse att förhindra att förorenat sediment förs vidare i anläggningen. Muddring bör ske mycket restriktivt då det påverkar flora och fauna negativt, men där det blir nödvändigt skulle utformningen som går att se i Figur 1 kunna minska effekterna. Detta kan exempelvis styras enligt (Berglund et al. 2022) genom dammens utformning sådan att det finns en ledning eller dike som kan förbilda vatten vid muddring. Detta kan styras av nivåbrunnar i dammens inlopp där ledningen in till dammen går att plugga igen. Inloppet bör kunna utformas så att det går att stänga av transporten via ledningen eller diket när dammen sedan är i drift. Utloppet bör också kunna nivåregleras så att vidaretransporten av sedimenten minskar vid grävuddring (Berglund et al. 2022).



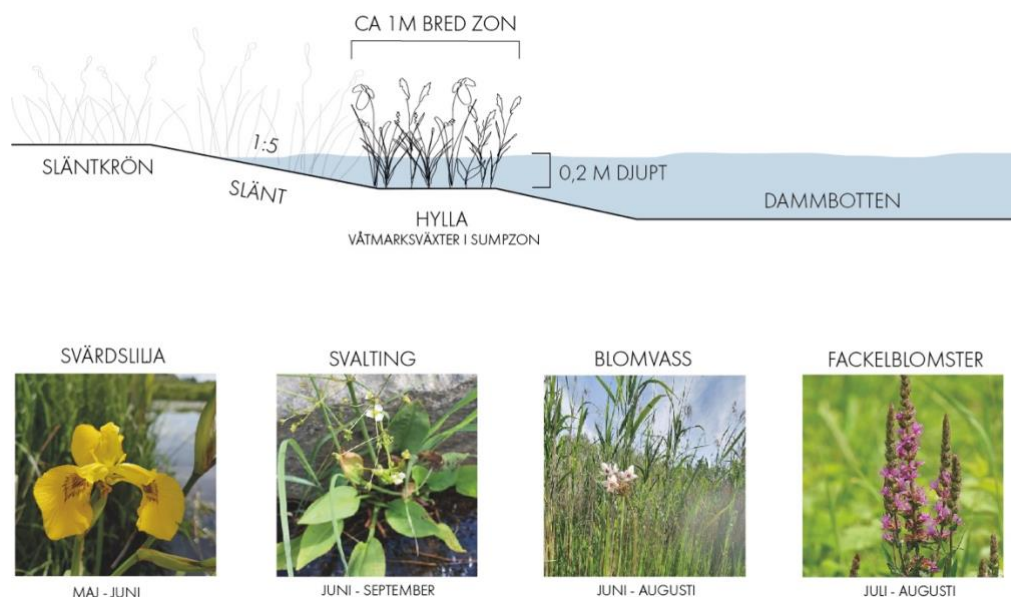
Figur 1. Astrid Berglund (WRS, muntl. 2024) nämner förbildningskonstruktion vid tömning av sediment som ett alternativ och kan ske via ledning eller via öppna diken. Illustration av Astrid Berglund, WRS. Figur: Berglund et al. (2022).

Litoralzonen är av betydelse vid beskrivning av vegetation i dammar och Nationalencyklopedin (u.å.) definierar litoralen som den strandzon som finns mellan nivån för det högsta vattenståndet, och ned till det djup där vegetationens fotosyntes inte längre är möjlig. Litoralen kan delas in i tre olika zoner; övre litoralen med övervattensvegetation, mellersta litoralen med flytbladsvegetation och nedre litoralen där undervegetationen finns (Ibid.) Ett projekt initierat av Pond Conservation, nu Freshwater Habitats Trust, har en vision att inom 50 år säkerställa att en miljon sötvattendammar ska förekomma i Storbritanniens landskap som uppnår det antal som fanns under 1900-talet. Välgörenhetsorganisationen Freshwater Habitats Trust skapar, restaurerar och bevarar sötvattensmiljöer för hotade flora och fauna i våtmarker och har samordnat associerade markägare och markförvaltare samt olika organisationer i arbetet. En första fas genomfördes åren 2008-2012 med fokus i England och Wales där omkring 1000 dammar för hotade amfibier skapades. I samband med arbetet har organisationen dokumenterat och publicerat sitt tillvägagångssätt vid skapandet av respektive dammar och våtmarker.

En längre litoralzon uppkommer med en lägre lutning på slänten och möjliggör ofta en mer etablerad bottenflora. Olika lutningar förekommer i litteraturen. Freshwater Habitats Trust (2010) arbetar med sluttningar på mellan 1:10 och 1:20. Nolbrant (2005) menar att en sluttning på så lite som 1:30 på ställen kan vara önskvärdt. Astrid Berglund (WRS, muntl. 2024) berättar att strävan på WRS ofta är att uppnå flackare slänter än 1:3 samt där 1:4 eller flackare är att föredra för att förebygga erosionsskador hos dagvattendammar. Figur 2 visar ett utformningsexempel på hur en 1:5 lutning kan kombineras med en plan strandhylla där växtlighet kan etableras. Enligt Freshwater Habitats Trust (2010) är en lutning på högst 1:5 att utgå ifrån. Astrid Berglund (muntl. 2024) påpekar också att en lägre lutning är bättre ur en erosions- och säkerhetsaspekt samt gör en lägre lutning att dagvattendammen bättre smälter in i omgivningen. När det kommer till biologisk mångfald enligt Freshwater Habitats Trust (2010) är de 10 första centimetrarna de viktigaste, i den kontexten framgår det varför lutningen skulle få en sådan

avgörande betydelse. Organisationen rekommenderar en variation av olika substrat i dammens botten, sådant som sand, grus och lera för att åstadkomma en variation i dammens hydrologi, och således skapa förutsättningar för flera typer av habitat för bottenlevande flora och fauna. Att skapa en varierad undervattenstopografi kan också minska risken för att sediment påverkar tillväxten av undervattensväxterna då dammar mer utsatta för sediment kan låta detta ansamlas i djupare partier (Freshwater Habitats Trust 2010).

Det är omdiskuterat huruvida en ”drawdown zone”, enligt Abrahams (2005) även kallad eulitoralerna, är fördelaktig eller har negativa effekter på den biologiska mångfalden. En ”Drawdown zon” hänvisar till den exponerade zonen som bestäms av vattennivån mellan årstiderna. Styrda vattennivåer, utan extrema fluktuationer, kan dock skapa tillfälliga habitat som kan utveckla en unik biologisk mångfald (Abrahams 2005). Enligt Freshwater Habitats Trust (2010) kan det vara en fördel att skapa en böljande marginal, där mindre pölar och skyddade habitat skapas för växter och evertetrater. Att skapa småvatten, 10 x 10 m², som har en ”drawdown zone” (eulitoralzon) på 0,5 m är en utmaning om man vill skapa en permanent vattenspegel. Ett tillvägagångssätt enligt (Freshwater Habitats Trust 2010) är att applicera en design som liknar den hos en mussla, det vill säga att man låter en del vara djupare med brantare lutning, och således bildar en slänt där lutningen är mindre och kan tillåta en ”drawdown zone”. Enligt Freshwater Habitats Trust (2010) är större zoner med grunt vatten bättre att fokusera på vid fall med sämre vattenkvalité, där de menar att undervattensväxter som växer vid grundare vatten är mindre känsliga än de på djupare nivåer.



Figur 2. Flacka slänter kan även förhöja bilden av dammen i landskapet och främjar säkerheten på platsen. Strandhyllan i bilden består av Svärdslija (maj-juni), Svalting (juni-september), Blomvass (juni-augusti) och Fackelblomster (juli-augusti). Illustrationen är framtagen av WRS.

Invasiva arter kan också innebära ett hot mot dammens ekosystem och således biologiska mångfald. Invasiva arter är främmande arter, som förflyttats med människan och introducerats till en ny miljö, men blivit invasiva då de har en tendens att konkurrera ut arter då de exempelvis saknar dess naturliga konkurrens i den nya miljön. Detta kan således orsaka problem för de ekosystem det introducerats in i (Naturvårdsverket 2024). Det kan enligt (Naturvårdsverket 2024) vara svårt att bekämpa och bli av med redan introducerade arter som är invasiva. Därför föreslår Woods Ballard et al. (2015) att det är viktigt att hålla sig till inhemska arter vid plantering. En vanlig vattenväxt som förekommer i vattenmiljöer är vattenpesten, *Elodea canadensis*, (inhemsk för nordamerika) och klassas 5 – mycket hög risk (HaV 2016). Den är vanlig i sjöar och vattendrag i hela södra delen av Sverige. Enligt Per Nyström (muntl. 2024) är den problematisk då den lätt tar över vatten, skuggar undervegetation och miljön i vattnet blir svalare och mindre lämplig bomiljö för bottenfauna. Där ej inhemska arter används bör dessa vara motiverade enligt Woods Ballard et al. (2015) och ha kvalitéer som gynnar pollinerande insekter eller uppfyller ett särskilt estetiskt värde (Woods Ballard et al. 2015). Vid anläggningen av en dagvattendamm påpekar Astrid Berglund (WRS, muntl 2024) att plantering av starr eller andra våtmarksväxter kan vara bra då vass och kaveldun snabbt etablerar sig och konkurrerar ut annan vegetation.

Principer vid utformning

- Skapa en större litoralzon, med lutningarna 1:20 eller 1:30, och en varierande strandlinje med uddar och vikar.
- Skapa en längre ”drawdown zone” (eulitoralzon).
- Använd bottensubstrat av lermineral eller blandat med större fraktioner.
- Använd inhemska växter vid plantering.
- Minimera transport av förorenat sediment genom undervattentopografi och avledning vid muddring.

Skötsel

En utmaning med att utforma dagvattendammar utsatta för föroreningar i urbana miljöer, intill industri, vägar och bebyggelse är att underhåll i form av muddring blir mer aktuell. Det genomförs för att avlägsna giftiga och förorenade sediment på dammbotten. Detta för att förhindra att sedimenten sprids vidare i systemet samt för att säkerställa funktionen på anläggningen således att försedimentationsdammen inte förlorar sitt djup. Muddring kan dessvärre ha en negativ inverkan flora och fauna där individer riskerar att rensas bort i processen, samt bomiljöer förstöras exempelvis vid avlägsnad av vegetation (Williams et al. 1999 se Biggs 2003; Pille & Säumel 2021). Enligt Biggs et al. (2005) finns manualer ofta med fokus på underhåll i form av borttagning av vegetation och bottensediment, och i vissa fall sly och träd, processer som är kopplade till att hålla tillbaka successionsstadier. Han påtalar dock successionens roll för olika flora och fauna, som kan nyttja dammar under vissa specifika successionsstadier. Nolbrant (2005), Hamer et al. (2011) och Andersson et al. (2013) påpekar att hänsyn till flora och fauna, exempelvis livscyklar för amfibier, bör tas i hänsyn med tidpunkten för muddring. Aktiviteten bör ske utanför vår- och sommar, det vill säga undvika fortplantningssäsongen (Andersson et al. 2013). Användningen av bekämpningsmedel bör också undvikas och syftar till användningen i och i dammarnas omgivning (Andersson et al. 2013). Det är viktigt att tänka på då exempelvis insektsmedel som kan läcka ut i vattnet och förgifta bottenlevande fauna (CKB 2013 se Andersson et al. 2013). Det kan vara svårt att förutsäga vilka konsekvenser vissa bekämpningsmedel kan ge på fauna i dammar, exempelvis kan substanserna resultera i en minskning av populationen av insektslarver och små kräftdjur, betare, vilket kan leda till ökad algproduktion i dammarna. Detta kan påverka vattnets genomsiktighet och det solljus som kan nå botten, vilket skulle kunna leda till en ogynnsam miljö för övrig flora och fauna (Ibid.) Där det är lämpligt att låta djur, som kor, gå och beta kan flacka stränder uppmana djuren att röra sig ut i vattnet vilket göder och skapar upptrampad mark som kan gynna insekter och smådjur. Upptrampade marker skapar en öppen strandzon mellan strandkant och högvuxna vattenväxter en bit ut i vattnet. Strandzonen som skapas kallas blå bård som kan innebära följande fördelar; ökade förutsättningar för näringssök och häckning för fågelarter exempelvis som vadarfåglar och änder (Feuerbach & Strand 2010).

Principer vid skötsel

- Muddring, borttagning av vegetation och bottensediment bör genomföras restriktivt och utanför tidpunkten för exempelvis fåglars häckningsperiod och groddjurens lekperiod under vår- och sommarmånaderna.
- Undvika bekämpningsmedel, både mot ogräs och insekter, i dammens närmiljö.
- Om möjligt, låt vattenmiljön betas.

2.3 Stränder, vallar och öar

Utformning

Utformningen av strandlinjen är en viktig faktor då förekomsten av flera vikar och uddar ökar arean av den artrika litoralzonen (Feuerbach 2014). Den så kallade flikigheten som uppstår, av uddar och vikar, kan också sänka strandlinjens utsatthet för erosion. För att bevara strandbanken och minska erosionen kan också öar anläggas i vattnet då de kan dämpa kraftiga vindar och vågor (Freshwater Habitats Trust 2010). Det finns dock en balans menar Feuerbach (2014) där överdriven flikighet av stranden kan bidra till tidigare igenväxning. Det bör påpekas att vass och kaveldun är viktiga häckningsplatser för visst fågelliv men att arterna fort blir vanlig dominant vegetation i vattenmiljöer som därför minskar möjligheten för övrig flora att etablera sig. Kaveldun och vass växer där det är fuktigt och ut i sjön. Vass kan etablera sig vid stranden för att sedan sprida sig ut till ett djup på 1-1,5 m medan kaveldun kan etablera sig i vatten men bara når ett djup på 60-70 cm (Per Nyström, muntl. 2024). Feuerbach (2014) påpekar att utformning av dammens inlopp och utlopp, sådan att manuell nivåreglering blir möjlig, kan vara ett viktigt redskap för att hålla tillbaka igenväxning av exempelvis kaveldun och vass. Enligt Feuerbach (2014) kan en sådan störning vara tillräcklig redan vid 50 cm mellan dammens högsta och lägsta vattennivå för att hålla tillbaka denna vegetation. Störningen kan också innebära att andra växter kan etablera sig, och således bli rikare på flora och fauna (Abraham 2005).

Vallar eller fördämningar kan förekomma intill och mellan dammar. Vallarna separerar och ramar in vattenmassan (Feuerbach 2014). Dessa kan utnyttjas till blomsterängar och kan vara särskilt intressanta då de kan erbjuda ett torrare habitat med närhet till en vattenkälla. Strandvegetation enligt Woods Ballard et al. (2015) kan varieras med en oregelbunden markprofil, vertikalt och horisontellt där olika vegetationstyper såsom vilda blommor pollinerande växter, gräs, torktåliga arter, övervattensväxter, träd och buskar kan etablera sig. Freshwater Habitats Trusts (2010) manualer påpekar att topografi är mer acceptabelt ovanför litoralzonen och en variation kan vara gynnsamt för biologisk mångfald. I samband med anläggningen kan överblivna schaktmassor, där läget tillåter, användas som sandhög till backsvalor (Feuerbach 2014). Nolbrant (2005) rekommenderar också sandblottor i sydsluttningar för exempelvis bin.

Har dammarna plats för små öar är detta ett bra sätt att skapa säkra häckningsplatser, platser för övernattnings och födosök för and- och vadarfåglar (Freshwater Habitats Trust 2010; Feuerbach 2014). Vad som anses säkert för fåglarna varierar, då Feuerbach (2014) påpekar att 15 m från strandbanken är av nödvändighet för att skydda häckningsplatserna från exempelvis räv, medan Freshwater Habitats Trust (2010) föreslår att ett avstånd på 4-5 m är tillräckligt med ett djup på 0,5 m under sommarhalvåret för att erbjuda mest skydd från rovdjur. Enligt Freshwater Habitats Trust (2010) rekommenderas öarna vara lägre och nära vattenspegeln för att undvika etablering av träd och större växtlighet. Detta ökar sannolikheten för att vadarfåglarna häckar på platsen då predatorer som rovfåglar kan föredra högre vegetation att spana efter bon och ungar. För att minimera behovet av skötselåtgärder föreslås öar på en nivå som håller dem under vattenytan på vintern och tidig vår. Högre öar mellan 20-50 cm över medelvärde för vattennivån på våren kan gynna and- och vadarfåglar och tillåta mer växtlighet att etablera sig som också gynnar arter som vattensork och småfåglar. Men med mer vegetation på ön bör denna mer omsorgsfullt placeras så det finns tillgång till viss röjning (Ibid.). Det finns både fördelar och nackdelar med att anlägga en damm som attraherar and- och vadarfåglar. En risk med ett högt antal besök av exempelvis gäss och måsfåglar är att vegetationen i dammen kan bli förstörd, eventuellt på grund av grumligt vatten, vilket kan påverka vattenkvaliteten negativt (Ibid.).

Principer vid utformning

- Skapa en strand med en varierad markprofil och skapa gärna sandblottor om läget tillåter.
- Dammens form bör vara oregelbunden gärna med några uddar och vikar.
- Möjliggör manuell nivåreglering via dammens inlopp och utlopp.
- Skapa låga öar med ett bra avstånd till stranden.
- Så örter som kan pollineras (dock ej invasiva).

Skötsel

Olika störningar i form av nivåreglering, avslagning eller bete av dammar kan vara gynnsam för att en biologisk mångfald ska ha möjlighet att utvecklas längs stränder eller vallar (Feuerbach 2014). Grunda vatten kan torkas ut under sensommaren, för att begränsa förekomsten av kaveldun och vass. Nivåregleringen bör följa ett högt vattenstånd under vår och höst, lägst under sensommaren och lågt under vintern. Detta efterliknar en naturlig vattenregim i en våtmark. Enligt Feuerbach (2014) är den lämpligaste tidpunkten för nivåsänkning andra halvan av juli och för tömning om nödvändig, i mitten av augusti. För att fordon ska kunna utföra ett effektivt arbete, så rekommenderas flacka stränder och en torrlagd sådan som kan åstadkommas genom nivåreglering. För att hålla tillbaka kaveldunen (bladvass) bör denna komma åt ett djup på 70 cm (Woods Ballard et al. 2015). Astrid Berglund (WRS, muntl. 2024) påpekar att slåtter på slänter och vallar en gång årligen är bra samt att grunda områden i vattnet också bör slås för att motverka igenväxning. Avslagning av vallar är viktiga då sly och träd kan försvaga vallens funktion (Feuerbach & Strand 2010). För att öar ska upprätthålla sitt värde för and- och vadarfåglar kan det krävas årlig skötsel för att hålla tillbaka trädväxt och sly (Freshwater Habitats Trust 2010). För att skapa fler habitat intill dammen kan man förutsätta flera nivåer på gräs och örter, där slåtter kan genomföras under sommarhalvåret till augusti, där vissa partier lämnas för att blomma ut för att gynna amfibier och insekter (Nolbrant 2005). Upptrampade marker från bete kan även påverka stränderna och omgivningen sådan att de bildar småpölar, gödslade, som kan gynna fler arter av växter och insekter (Ibid). Enligt Freshwater Habitats Trust (2010) är denna skötselmetod både effektiv och resursbesparande, detta kan förutsätta att dammar hålls fria från träd och buskar upp till 40 år, medans obetade marker kan få träd och utvecklat buskage vid 5-20 år. Bete förlänger således dammens livslängd och skapar återkommande störningar som gynnar biologisk mångfald (Ibid.)

Principer vid skötsel

- Nivåreglering
- Gräsklippning och slåtter, med avslagning under sensommar-augusti. Lämna partier med olika gräshöjder.
- Bete om möjligt.

2.4 Angränsande vegetation och spridningskorridorer

Utformning

Att inkludera träd i gestaltningar av dammar är positivt menar Boverket (2010) som påpekar att infiltrationen av vattnet i marken blir bättre om träden har djupgående rötter. Samt menar dem att träd, buskage och annan vegetation kan användas för att stabilisera marken och minimera risken för skred och erosion. Det finns källor som menar att förekomsten av träd inte är en särskilt avgörande faktor på dammars biologiska mångfald (Biggs et al. 2005). Sedan finns det källor som nämner att skugga kan gynna några arter av amfibier (Pille & Säumel 2021). Enligt Nolbrant (2005) är det fördelaktigt att behålla vissa inhemska träd nära vattenmiljöerna sådana som vide, sälg och pil då de är av ett högt värde för nektar- och pollensökande insekter. Han föreslår att träden kan prioriteras och låtas åldras på platsen. Det är dock rekommenderat av Feuerbach (2014) att den södra delen av stranden hålls mer fri från träd för att solljus ska nå och öka den biologiska aktiviteten i vattnet (Feuerbach 2014). Astrid Berglund (WRS, muntl. 2024) påstår att vegetation och träd intill dammar kan vara bra men hållas måttligt sådant att träden inte beskuggar vattenytan. Att plantera träd minst 3 m från slänten kan vara en bra riktlinje. Det påpekas även av Flinn et al. (2008) att vattenkällor i närhet till skogsområden kan vara värdefulla för vissa arter och Lundqvist (2001) påpekar också behovet av flera olika kombinationer av vattenmiljöer och vegetation. Att det skulle vara bättre med en variation av angränsande miljöer exempelvis gräsmark och skog styrks av (Hamer et al. 2011).

Dammar och våtmarker kan i staden och på landsbygden förekomma som isolerade ekosystem (Oertli & Parris 2019). I en urban kontext utgörs barriärer vanligtvis av hårdgjord mark, vägar och parkeringar och på landsbygden är det homogena jordbruket en annan sorts spridningsbarriär för vissa arter. Johnson & Klemens (2005) påpekar att våtmarkerna inte är isolerade ekosystem i naturliga fall utan att de har kopplingar till angränsande marker och andra vatten i landskapet via både biotiska (levande organismer och organiskt material) och abiotiska faktorer (icke-organiskt material och energi) (Naeem et al. 2012 se Persson & Smith 2014). De menar att våtmarker och dammar behöver ses i ett landskapssammanhang för att förstå och kunna skapa gynnande strukturer och miljöer för flora och fauna. I landsbygden, i samband med jord- och skogsbruk är övergångszoner, ”ekoton”, intressanta för många arter. Dessa kan exempelvis vara skogsbryn eller strandzonen mot vattendrag och sjöar där det uppstår unika förutsättningar för flora och fauna i växtövergången (Concepción 2015). Sådana zoner förekommer vanligtvis vid gränser till skogs- och jordbruk där det ofta finns god tillgång på näring (Ibid.). Dessa är inte alltid densamma men kan likna skyddszoner som syftar till ej brukade remsor längs vattendrag eller dammar i jordbrukslandskapet som är menade att fördröja eller förhindra ytavrinning, erosion och läckage av näringsämnen samt begränsa läckage av bekämpningsmedel (Jordbruksverket 2024). Skyddszoner omkring våtmarker som brukar sträcka sig omkring 30 m från våtmarken anser Johnson & Klemens (2005) som otillräckligt skydd i vissa fall. Enligt Feuerbach (2014) bör en skyddszon intill en våtmark vara minst 6 m vid flack yta, till minst 30 m då marken lutar. Skyddszonerna blir även en värdefull biotop för insekter, amfibier och andra smådjur som således har en stor inverkan på livet i vattnet påpekar (Feuerbach 2014).

Pulliam (1988) se Persson & Smith (2014) påstår att ett perspektiv på konnektivitet, korridorer som låter flora och fauna sprida sig över landskapet, kan fungera enligt källa-sänka dynamiken. De förklarar "källa-sänka"-dynamiken där mindre miljöer exempelvis i ett stadslandskap separerade av barriärer i form av vägar och bebyggelse försörjs av arter från en "källa" som kan uppföra sig som ett park- eller skogsområde. Utan tillräcklig konnektivitet, det vill säga vid avsaknaden av spridningskorridorer mellan en sådan "källa" och mindre habitat kan potentialen för biologisk mångfald i dessa habitat minska. Det bör därför nämnas att de vattenmiljöer som kopplas till varandra via skyddszoner skulle kunna bidra med ett större område tillgängligt för arter att sprida sig över landskapet och kan tillåta källor att försörja mindre habitat. Detta stöds av Hamer et al. (2011) där groddjurs förekomst i mättes i australienska dammar och vattendrag. Studien inkluderade faktorer som djup, vegetation, konduktivitet, ålder men även vattenmiljöernas konnektivitet. Spridningen längs sådana skyddszoner framgick i två arter som tydligast, *Limnodynastes peronii* och *L. tasmaniensis* där det syntes ett samband på arternas spridning via skyddszonerna längst diken och mellan vattenmiljöer (Ibid.)

Mångfalden av växtlighet är större i vattenmiljöer som är nära angränsade andra vattenmiljöer konstaterar även Biggs et al. (2005) i sin rapport som menar att det är viktigt att ta hänsyn till vid effektiv återetablering av flora och fauna i respektive miljöer vilket också påpekas av (Per Nyström, muntl. 2024). Freshwater Habitats Trust 2010 menar också att komplex med varierade dammar till djup och yta är mycket fördelaktigt då det gör området mer motståndskraftigt gentemot vanliga hot mot biodiversitet sådant som invasiva arter, fisk och föroreningar. Freshwater Habitats Trust (2010) arbetar för att sådana komplex ska ha minimal risk att förorenas och bör därför inte kopplas till en förorenad källa. Ett framgångsrikt projekt som Freshwater Habitats Trust deltog i var vid anläggandet av ett dammkomplex, kallat Pinkhill Meadow, vid floden Thames i Storbritannien. Det skapades år 1990 och inkluderade då 40 olika dammar spridda över 5 hektar och angränsande floden. En av fördelarna med renare vatten är att undervattensväxter har lättare att etableras och växtligheten således ökar i dammen vilket skapar mer yta att leva på för evertebrater (Freshwater Habitats Trust 2010). Dessutom har komplex med dammar en tendens att ha dammar i olika successionsstadier (Freshwater Habitats Trust 2010). Att anlägga dammar angränsande dagvattendammar kan erbjuda en renare vattenkälla och bidra till att skapa en större vattentäkt yta.

Principer vid utformning

- Äldre träd bör behållas som erosionsskydd om de inte skuggar dammen.
- Prioritera inhemska träd sådana som vide, sälg och pil.
- Förutsätt minst en öppen sydlig del fri från träd.
- Skapa en skyddszon runt dammen och använd zonerna för att koppla dammar till andra dammar och/eller naturmiljöer.
- Variation av vegetation mellan ett nätverk av olika dammar kan vara bra.
- Skapa ett system med flera dammar.

Skötsel

Skötsel och underhåll av angränsande vegetation kan variera beroende av dammens placering. Träd och buskar intill dammar kan vara värdefulla, men ska inte förekomma i stort antal (Feuerbach & Strand 2010). Enligt (munt. Nyström 2024) kan buskage erbjuda skyddade hålor under rötterna för övervintring. Träd som tas ner, särskilt större kan ligga kvar och kan erbjuda habitat till exempelvis arter av vedlevande skalbaggar, steklar, vildbin och hålbbyggande småfåglar (Nolbrant 2005). Att döda trädstammar gränsar till vattenmiljöerna kan erbjuda variation och vara gömmen åt amfibier (Nolbrant 2005) samt menar Biggs (2003) att detta kan erbjuda en plats för trollsländors äggläggning. Att ha buskar och träd intill dammarna kan vara fördelaktigt för den biologiska mångfalden i dammen, men detta betyder mer skötselinsatser med åtminstone en årlig röjning av sly och buskar enligt Nolbrant (2005), vilket han rekommenderar bör utföras under juni-juli då näringen i rötterna är lägst. Astrid Berglund (WRS, muntl. 2024) styrker också behovet av skötsel för att hålla nere sly och stora buskage. Det bör dock påpekas att juni-juli perioden infinner sig under exempelvis fåglar häckningsperiod, därav är respektive period mindre lämpligt om man ska se till djurlivet. Det finns ingen period där någon organismgrupp inte påverkas men för att minimera konsekvenserna på den biologiska mångfalden bör dock röjning och gallring genomföras utanför den annars rekommenderade perioden juni-juli. Nolbrant (2005) menar att under insatserna bör den sydliga delen vara prioriterad för borttagning av sly då den är mer solexponerad. För dammar och våtmarker föreslår Woods et al. (2015) att regelbunden gräsklippning, skräpplockning, hantering av sly och buskar är de mest relevanta men det kan också bli nödvändigt med ytterligare åtgärder om invasiv flora förekommer kring dammen. Enligt Biggs (2003) så är invasiva arter av växter dock svåra att undvika i dagvattendammar med tillrinning från urbana miljöer. Det kan även behövas aktiv skötsel, manuell eller med maskiner, för att kontrollera träd och vegetation (Freshwater Habitats Trust 2010). Gräsklippning kan även vara nödvändigt i urbana miljöer samt där det kommer fler besökare.

Principer vid skötsel

- Röjning och gallring av vegetation bör om möjligt ske utanför den tid där djurlivet är mest aktivt därav utanför vår- och sommarmånaderna.
- Behåll vid gallring och röjning mindre partier med tätare buskage.
- Röjning och gallring av den sydliga delen prioriteras.
- Lämna död ved och högar av grenar intill vattenmiljön eller vid solbelysta ängar.
- Bete om möjligt.
- Slåtter i augusti.
- Rensa från invasiva växter om behovet finns.

2.5 Sammanfattning - Principer för utformning och skötsel

Principer vid utformning

- Dammen bör vara så stor som möjligt.
- Skapa småvatten eller separata dammar i närheten av huvuddammen.
- Ska vara grund, dock ha delar som ej understiger 1m vintertid, och ska hålla en permanent vattenvolym.
- Ej innehålla fisk.
- Skapa en större litoralzon, med lutningarna 1:20 eller 1:30, och en varierande strandlinje med uddar och vikar.
- Skapa en längre ”drawdown zone” (eulitoralzon).
- Använd bottenstrat av lermineral eller blandat med större fraktioner.
- Använd inhemska växter vid plantering.
- Minimera transport av förorenat sediment genom undervattentopografi och avledning vid muddring.
- Skapa en strand med en varierad markprofil och skapa gärna sandblottor om läget tillåter.
- Dammens form bör vara oregelbunden gärna med några uddar och vikar.
- Möjliggör manuell nivåreglering via dammens inlopp och utlopp.
- Skapa låga öar med ett bra avstånd till stranden.
- Så örter som kan pollineras (dock ej invasiva).
- Äldre träd bör behållas som erosionskydd om de inte skuggar dammen.
- Prioritera inhemska träd sådana som vide, sälg och pil.
- Förutsätt minst en öppen sydlig del fri från träd.
- Skapa en skyddszon runt dammen och använd zonerna för att koppla dammar till andra dammar och/eller naturmiljöer.
- Variation av vegetation mellan ett nätverk av olika dammar kan vara bra.

Principer vid skötsel

- Muddring, borttagning av vegetation och bottensediment bör genomföras restriktivt och utanför tidpunkten för exempelvis fåglars häckningsperiod och groddjurens lekperiod under vår- och sommarmånaderna.
- Undvika bekämpningsmedel, både mot ogräs och insekter, i dammens närmiljö.
- Om möjligt, låt vattenmiljön betas.
- Nivåreglering
- Gräsklippning och slåtter, med avslagning under sensommar-augusti. Lämna partier med olika gräshöjder.
- Rövning och gallring av vegetation bör om möjligt ske utanför den tid där djurlivet är mest aktivt därav utanför vår- och sommarmånaderna.
- Behåll vid gallring och rövning mindre partier med tätare buskage.
- Rövning och gallring av den sydliga delen prioriteras.
- Lämna död ved och högar av grenar intill vattenmiljön eller vid solbelysta ängar.
- Rensa från invasiva växter om behovet finns.

3 Diskussion och reflektioner

3.1 Diskussion

Det finns olika sätt att utforma och sköta en dagvattendamm för att öka förutsättningarna för flora och fauna att etablera sig där. Det bör dock tas i åtanke att biologisk mångfald är komplext och att det beror av många faktorer. Miljön för flora och fauna i en naturlig damm är i ständig förändring och beror på dammens dimension och djup, hur vattenmatrisen rör sig samt hur dammen utsätts för nederbörd vilket påverkar dammens naturliga igenväxning. I ett landskap med flera dammar med som försörjs på olika sätt via grundvatten eller ytvatten, bör inte flora och fauna påverkas i samma utsträckning av dammens successionsstadier, då flera dammar kan finnas i olika stadier och nya kan uppkomma. I fallet med dammar för dagvatten, kan ett nätverk av angränsande dammar i närheten vara mindre vanligt. För att upprätthålla dagvattenanläggningens funktion är skötselinsatser ofta nödvändiga vilket håller dammarna i ett förutbestämt successionsstadium. Dammarna kan dock med vissa specifika insatser, eller typ av utformning efterlikna variationen av olika dammars kvaliteter i en damm. Att skapa dammar som har ett större utbud av olika habitat, kan förutsätta en högre betadiversitet (skillnaden mellan arter mellan habitat i dammen), och således en högre gammadiversitet (de sammanlagda arterna i dammen).

Det finns mycket litteratur för hur en damm ska se ut för att öka den biologiska mångfalden i våtmarker, dock finns begränsad information på specifikt dagvattendammar och föroreningars påverkan på den flora och fauna som kan utvecklas där. Oberoende av vilka föroreningar det handlar om finns det arter som ställer större krav på att vattnet ska vara rent, vilket innebär låga värden av fosfor och kväve, tungmetaller, pesticider och mera kemiska avfall som har sina källor från mänsklig verksamhet. Det är svårt att förutsätta att vattnet som når en dagvattenanläggning är rent och då det påverkas av typen av avrinningsområde. Större vattensalamandern är ett exempel på en hotad art som har särskilt rent vatten som krav och ofta hittas i grunda småvatten. Att utforma dammarna för effektiv rening är en del av att skapa större förutsättningar för arter som denna och andra groddjur med liknande krav. Med fokuset dagvattenanläggningar i peri-urbana områden som gränsar till jordbruk, ökar sannolikheten att föroreningarna är fosfor, kväve och pesticider. I denna kontext är skyddszoner, 30 m remsa mellan brukad mark och vatten, betydande för att minska läckaget ut i dammen.

I de olika habitaterna (alfa-diversitet) är inte betydelsen av artmångfalden i varje det viktigaste, utan för att skapa en större artmångfald i dammen (gamma-diversitet) kan skillnaden av arter mellan habitaterna vara mer betydande (beta-diversitet). Litoralzonen ökar med svag lutning och formen på strandlinjen, och storleken på denna är en röd tråd genom litteraturen för vad som förutsätter en högre biologiska mångfalden i dammen. Det finns arter av växer som bara förekommer på intervall av djup vilket lägger grundförutsättningarna för bottenfauna som beror av respektive växter. Genom att minska lutningen skapas än mer yta tillgängligt för växtlighet som i sin tur erbjuder mikrohabitat och således ökar ytan som fauna kan utnyttja i dammen. Går det att skapa och inkludera habitat där det finns unika förutsättningar som tilltalar en hotad art kan detta öka artvariationen mellan habitat (beta-diversitet). Dagvattendammar kommer bli en väsentlig del och ett viktigt verktyg i framtiden för att uppehålla utsläpp av fosfor, kväve och andra föroreningar. Exempelfallet Pinkhill Meadow, ett skapat komplex med dammar vid floden Thames i Storbritannien Oxford, visar hur man kan anlägga dammar i närheten av en damm eller flod, för att öka landskapets biologiska mångfald. Detta skulle kunna vara ett förslag, att skapa dammar i närheten av dagvattendammar, som inte påverkas av vatten från dagvattendammens avrinningsområde och således har renare vatten. Spridningskorridorer är också viktiga strukturer men kan vara ett problem om detta gäller sammankoppling av vatten från dagvattendammar då ytvattnet förutom att vara förorenat kan föra med sig invasiv flora och fauna.

3.2 Metodreflektion

Det fanns mycket litteratur på ämnet våtmarker och biologisk mångfald men jag fann färre på dagvattendammar och dess kopplingar till biologisk mångfald som har resulterat i att utformning och skötsel vad gäller exempelvis våtmarker har applicerats på dagvattendammar i arbetet. Ett vanligt påstående i litteraturen var också hur förorenat vatten kan kopplas till minskad biologisk mångfald, men färre studier hittades på föroreningars direkta påverkan på biologisk mångfald i dagvattendammar. Det är dock möjligt att detta varit en egen uppfattning och att fler sökord bör ha prövats. Flera av källorna som används i arbetet är också äldre och det går att se hur det i senare källor mer betonar betydelsen av ekologiska korridorer som avgörande strukturer. Metoden för sökningen av litteratur utgick ofta från ”dammar” och specificerade inte alltid dagvattendammar. Detta gav ett resultat i arbetet där dagvattendammar rekommenderas att utformas som andra typer av dammar. Det bör därför påpekas att utformning och skötsel bör ta hänsyn till ramarna för en effektiv dagvattendamm för rening, exempelvis att en lång front förekommer och att en hårdgjord sedimentationsdel inkluderas för enkel tömning (Svenskt Vatten 2011). Arbetet har inte heller kommenterat närmare på dammar försörjda av ytvatten eller grundvatten, det bör därför även påpekas att det kan vara olämpligt att blanda vissa dammar för dagvatten med dammar försörjda med rent grundvatten. Valet att sammanställa principer är ett försök att förenkla och förmedla information i litteraturen som enklare kan översättas i praktiken. Det finns såklart ett behov att ta detta i beaktning då verkligheten är komplexare och platser kan ha specifika förutsättningar.

Intervjuarna gav hjälpsamma perspektiv, en på dagvattendammar och en på våtmarker dock skulle en forskare inom ekologi varit ett intressant komplement.

4 Slutsats

Biologisk mångfald ser ut att inkluderas vid utformningen och skötseln av dagvattenanläggningar och den mångfunktionella potentialen uppmärksammas då strukturerna blir mer och mer aktuella i och med klimatförändringar. Områdena som skapas kan utformas på ett sätt så att de gynnar både människor och flora/fauna. Att utforma för biologisk mångfald kan vara något kostsamt då det kräver ingripande skötsel av olika slag men det finns flera motiveringar för insatserna som går att utforska närmare, sådana som exempelvis kan öka säkerheten, funktionen och höja det estetiska värdet. För att skapa variation är störningar, gärna som efterliknar det naturliga, väsentliga för att hålla tillbaka dominant vegetation och låta annan tillväxt uppstå. Hänsyn till redan existerande flora och fauna på platsen, särskilt vid mer extrema skötselåtgärder som muddring, bör tas med vid bestämmelserna för tidpunkt och relevans av dessa. Detta förespråkar också värdet av utredningar som kan göras av biologer innan anläggning för att se om hotade arter finns i närheten och går att gynna med utformningen av dammen. Dagvattendammens reningskapacitet ökar med en större yta och mer vattenvegetation där uppehållstiden för vattnet blir längre, där samma faktorer kan gynna biologisk mångfald. Det blir tydligt hur dagvattendammar är betydelsefulla strukturer för biologisk mångfald och att det finns mer fördelaktiga utformningar och skötselinsatser att följa, där dagvattendammar även kan utnyttjas i en större skala där de kan ingå i viktiga spridningskorridorer.

5 Referenslista

Muntliga Källor

Berglund, Astrid; konsult och landskapsarkitekt på WRS. Intervju via videomöte 08-02-2024.

Nyström, Per; naturvårdskonsult på Ekoll AB. Intervju via videomöte 22-02-2024.

Litteratur

Abrahamns, C. (2005). *The ecology and management of drawdown zones*. British Wildlife 16(6):395-402. Nottingham Trent University.

https://www.researchgate.net/publication/286715374_The_ecology_and_management_of_drawdown_zones [2024-03-20]

Andersson, J., Stråe, D., Byström, Y., van der Nat, D., Granath, M. & WRS Uppsala AB (2013).

Skötsel av dagvattendammar - en handbok. (Rapport Nr 2013-0555-A) Oxunda Vattensamverkan. <https://www.oxunda.se/files/contentFiles/dokument/dagvatten/skotsel-av-dagvattendammar/Skotsel-av-dagvattendammar-en-handbok.pdf> [2024-02-06]

Berglund, A., Jönsson, R., Andersson, J. & Persson J. (2022). *Kostnader och erfarenheter vid anläggning, drift och underhåll av dagvattendammar*. Kretslopp och Vatten, Göteborg Stad. (Rapport 2022:06 Avlopp och Vatten) [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/04bad69a-43f0-4f16-8e26-3727cabb5d94/RAPPORT+2022-06+Kostnader+och+erfarenheter+vid+anl%C3%A4gning+drift+och+underh%C3%A5ll.pdf](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/04bad69a-43f0-4f16-8e26-3727cabb5d94/RAPPORT+2022-06+Kostnader+och+erfarenheter+vid+anl%C3%A4gning+drift+och+underh%C3%A5ll.pdf?MOD=AJPERES)

[2024-03-15]

Biggs, J. (2003). *Maximising the ecological benefits of sustainable drainage schemes*. (Rapport SR 625). HR Wallingford. <https://eprints.hrwallingford.com/502/1/SR625-Maximising-ecological-benefits-sustainable-drainage-schemes.pdf> [2024-02-12]

Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P. & Wheatherby, A. (2005). *15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of Pond Conservation*.

Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 15: 693-714. <https://doi.org/10.1002/aqc.745> [2024-02-12]

- Boverket (2010). *Mångfunktionella ytor – Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer*
Genom grönstruktur. (Boverket mars 2010)
https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf [2024-02-13]
- Concepción, E.D., Moretti, M., Altermatt, F., Nobis, M.P. & Obrist, M.K. (2015). *Impacts of urbanization on biodiversity: the role of species mobility, degree of specialization and spatial scale*. *Oikos*. (2015) 124: 1571-1582.
<https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/oik.02166> [2024-02-15]
- Fahrig, L. (2003). *Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. Vol. 34:487-515.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419> [2024-02-20]
- Feuerbach, P. & Strand, J. (2010). *Vatten och mångfald i jordbrukslandskapet – Att arbeta med vattenbiotoper ur ett nordeuropeiskt perspektiv*. Naturvårdsverket.
- Feuerbach, P. (2014). *Praktisk handbok för våtmarksbyggare*. 3 uppl., Hushållningssällskapet Halland.
- Flinn, K.M., Lechowicz, M.J. & Waterway, J.M. (2008). *Plant species diversity and composition of wetlands within an upland forest*. *American Journal of Botany*. 95(10):1216-24.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21632326/> [2024-02-09]
- Freshwater Habitats Trust (2010). *Aggregates best practice case study – Pond Complex creation at Eye Landfill, Peterborough - A 50-year project to create a network of clean water ponds for freshwater wildlife*. [Faktablad]. Freshwater Habitats Trust.
<https://freshwaterhabitats.b-cdn.net/app/uploads/2022/11/eye-landfill-2010.pdf> [2024-02-06]
- Freshwater Habitats Trust (2009). *Pond creation toolkit sheet 4 - Pond design – A 50-year project to create a network of clean water ponds for freshwater wildlife*. [Faktablad]. Freshwater Habitats Trust.
<https://freshwaterhabitats.b-cdn.net/app/uploads/2022/11/pond-design.pdf> [2024-02-06]
- Havs- och vattenmyndigheten (2020). *Statusklassning av ytvatten*.
<https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-ochsamverkan/vattenforvaltning/nationell-vagledning/statusklassning-av-ytvatten.html> [2024-05-14]
- Havs- och vattenmyndigheten (2016). *Vattenpest – Elodea canadensis*.
<https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/invasiva-frammande-arter/sok-frammande-arter/fakta/vattenpest.html> [2024-04-25]
- Havs- och vattenmyndigheten (2023). *Algblomning*. <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/overgodning-och-algblomning/algblomning.html> [2024-05-20]

- Hamer, A.J., Smith, P.J. & McDonnell, M.J. (2011). *The importance of habitat design and aquatic connectivity in amphibian use of urban stormwater retention ponds*. *Urban Ecosyst.* (2012) 15:451–471. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11252-011-0212-5> [2024-02-12]
- Hernandez-Santin, C., Amati, M., Bekessy, S. & Desha, C. (2022). *A Review of Existing Ecological Design Frameworks Enabling Biodiversity Inclusive Design*. *Urban Science.* (2022) 6(4):95. <https://doi.org/10.3390/urbansci6040095> [2024-02-15]
- Johansson, F., Bini, L.M., Coiffard, P., Svanbäck, R., Wester, J. & Heino, J. (2019). *Environmental variables drive differences in the beta diversity of dragonfly assemblages among urban stormwater ponds*. *Ecological Indicators*. Vol. 106:105529. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105529> [2024-02-13]
- Johnson, E.A. & Klemens, M.W. (2005). *Nature in Fragments – The Legacy of Sprawl*. New York: Columbia University Press. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/slub/ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=909215> [2024-02-12]
- Larm, T. & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. (Rapport Nr 2019-20). Svenskt Vatten AB. <https://www.svensktvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf> [2024-02-03]
- Lingdell, P. & Engblom, E. (2009). *Vad säger bottenfaunan? – Utvärdering av bottenfaunaundersökningar inom kalkningsverksamheten*. (Rapport 5634) Naturvårdsverket. <https://www.yumpu.com/sv/document/view/19724267/pdf-39-mb-naturvardsverket> [2024-02-06]
- Lundqvist, E. (2001). Successionens betydelse i odlingslandskapet – våtmarker. Blomberg, A & Burman, A (red.) *Mångfaldskonferensen 2000: Biodiversitet i odlingslandskapet*. CBMs Skriftserie 4, Centrum för biologisk mångfald, Uppsala. 55-56. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/cbm/dokument/publikationer-cbm/cbm-skriftserie/skrift4.pdf> [2024-02-12]
- Nationalencyklopedin (u.å.). *biologisk mångfald*. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/biologisk-mångfald> [2024-05-20]
- Naturskyddsföreningen (2021). *Biologisk mångfald – en överlevnadsfråga*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/biologisk-mangfald-en-overlevnadsfraga/> [2024-02-01]
- Naturvårdsverket (2023). *Därför är våtmarker viktiga*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/varfor-ar-vatmarker-sa-viktiga/> [2024-02-13]

- Naturvårdsverket (2024). *Invasiva främmande arter - Definition*. Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/invasiva-frammande-arter/vad-ar-ifa/definition/> [2024-05-12]
- Naturvårdsverket (2020). *Global utvärdering av biologisk mångfald och ekosystemtjänster – sammanfattning för beslutsfattare*. (Rapport 6917 Januari 2020). Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/4ac548/globalassets/media/publikationer-pdf/6900/978-91-620-6917-9.pdf> [2024-05-22]
- Naturvårdsverket (u.å.). *Utsläpp i siffror – Utsläppskällor*.
<https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Utslapp-till-vatten/Dataunderlag/Utslappskallor/> [2024-02-08]
- Nolbrant, P. (2005). *Inventering av 24 dagvattendammar och våtmarker i Falkenberg – bedömning av förutsättningarna för våtmarksberoende arter och förslag till skötsel*. FAVRAB – Falkenbergs Vatten & Renhållnings AB.
<https://www1.falkenberg.se/favrab/Admin/files/Inv24damm.pdf> [2024-12-16]
- Oertli, B. & Parris, M.K. (2019). *Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity*. *Ecosphere*. 10(7): e02810. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2810> [2024-02-15]
- Persson, A.S. & Smith, H.G. (2014). *Biologisk mångfald i urbana miljöer – förutsättningar, fördelar och förvaltning*. (Centrum för miljö- och klimatforskning, Syntes NR 02) Lunds universitet.
https://www.cec.lu.se/sv/sites/cec.lu.se.sv/files/urban_biodiversitet_final_20140515.pdf [2024-02-15]
- Persson, J. (1998). *Utformning av dammar – En litteraturstudie med kommentarer om dagvatten-, polerings- och miljödamm*. 2 uppl., (Rapport B:64). Institutionen för vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola.
https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/179692/local_179692.pdf [2024-01-29]
- Pille, L. & Säumel, I. (2021). *The water-sensitive city meets biodiversity - habitat services of rain water management measures in highly urbanized landscapes*. *Ecology and Society*. 26(2):23.
<https://doi.org/10.5751/ES-12386-260223> [2024-02-20]
- Sepkoski, J. (1988). *Alfa, beta or gamma: where does all the diversity go?* *Paleobiologi*. Vol. 14(3):221-34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11542147/> [2024-02-25]
- SMHI (2023). *Hydrologi och våtmarkers ekosystem*.
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/vatmarker/hydrologi-och-vatmarkers-ekosystem-1.182195> [2024-02-19]

- Stockholm Vatten och Avfall (u.å.). *Hållbar dagvattenhantering*.
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/hallbar-dagvattenhantering2/>
[2024-01-30]
- Svenskt Vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering - rådd vid planering och utformning*.
Publikationer. (Rapport P105). Svenskt Vatten AB.
- Sveriges miljömål (2020). *Ekologisk och kemisk status för kustvatten enligt vattenförvaltningsförordningen*. <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/hav-i-balans-samt-levande-kust-och-skargard/ekologisk-och-kemisk-status-for-kustvatten/> [2024-04-25]
- Va-Guiden (u.å.). *Dammar och våtmarker*. <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/dammar-och-vatmarker/> [2024-02-14]
- Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R. & Kellagher, R. (2015). *The SuDS Manual*. 5 uppl., (C753 CIRIA 2015 RP992)
https://www.unisdr.org/preventionweb/files/49357_ciriareportc753thesudsmanualv5.comp.pdf
f [2024-02-03]

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.