



Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

Vandhuller og pondscapes

EN TEKNISK HÅNDBOG I BRUGEN AF VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM
NATURBASEREDE LØSNINGER TIL AFBØDNING AF OG TILPASNING TIL
KLIMAFORANDRINGER





Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

Vandhuller og pondscapes

EN TEKNISK HÅNDBOG I BRUGEN AF VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM
NATURBASEREDE LØSNINGER TIL AFBØDNING AF OG TILPASNING TIL
KLIMAFORANDRINGER

PONDERFUL PARTNERS



University of Vic – Central University of Catalonia (UVic-UCC, Spanien) – Sandra Bruçet (PI, Project coordinator), Diana van Gent (Project Manager)

IGB im Forschungsverbund Berlin (Tyskland) – Thomas Mehner (PI)

Katholieke Universiteit Leuven (KUL, Belgien) – Luc De Meester (PI)

Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO, Schweiz) – Beat Oertli (PI)

Universitat de Girona (UdG, Spanien) – Dani Boix (PI)

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH (Tyskland) – Manuel Lago (PI)

University College London (Storbritannien) – Carl Sayer (PI)

CIIMAR - Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (Portugal) – José Teixeira (PI)

Aarhus Universitet (AU, Danmark) – Thomas A. Davidson (PI)

Uppsala Universitet (UU, Sverige) – Malgorzata Blicharska (PI)

Bangor University (BU, Storbritannien) – Sopan Patil (PI)

Technische Universität München (TUM, Tyskland) – Johannes Sauer (PI)

ISARA (Frankrig) – Joël Robin (PI)

Middle East Technical University (METU, Kalkun) – Meryem Beklioğlu (PI)

Freshwater Habitats Trust (FHT, Storbritannien) – Jeremy Biggs (PI)

Universidad de la República (UdelaR, Uruguay) – Mariana Meerhoff (PI)

Randbee Consultants SL (Spanien) – Juan Arevalo Torres (PI)

Amphi International APS (Danmark) – Lars Briggs (PI)

Vandhuller og pondscapes

EN TEKNISK HÅNDBOG I BRUGEN AF VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER TIL AFBØDNING AF OG TILPASNING TIL KLIMAFORANDRINGER

KREDITERING

Redaktører

Jeremy Biggs (FHT), Sarah Hoyle (FHT), Inês Matos (CIIMAR), Beat Oertli (HES-SO), José Teixeira (CIIMAR)

Forfattere

Jeremy Biggs (FHT), Hugh McDonald (Ecologic), Pascale Nicolet (FHT), Beat Oertli (HES-SO)

Bidragydere

Meryem Beklioğlu (METU), Malgorzata Blicharska (UU), Dani Boix (UdG), Lars Briggs (AMPHI), Magnus Dyhrberg (AMPHI), Alfred Figueras Anton (AMPHI), Sandra Brucet (UVic-UCC and ICREA), Thomas A. Davidson (AU), Nairomi Eriksson (UU), Alex Harcourt (FHT), Manuel Lago (Ecologic), Pieter Lemmens (KUL and IGB), Ewa Livmar (UU), Beatriz Martin (Randbee), Sílvia Martins (CIIMAR), Mariana Meerhoff (UdelaR), Thomas Mehner (IGB), Rebecca Miller (FHT), Ewa Orlikowska (Karlstad University), Jacques-Aristide Perrin (ISARA), Joël Robin (ISARA), Ditte Rens (KUL), Simon Ryfisch (UU), Carl Sayer (UCL), Levin Scholl (Ecologic), José Teixeira (CIIMAR), Irene Tornero (UdG), Penny Williams (FHT)

Kapitel 6 succeshistorier:

UK: Williams P., Biggs J.

Suiça: Boissezon A., Sordet A., Fahy J., Demierre E., Hornung J., Oertli B.

Bélgica: Tommelen - Lemmens P., von Plüskow L-M., Wijns R., De Meester L.

Dinamarca: Rasmussen M., Briggs L. Levi E. E., Davidson T. A.

Turquia: Acet D., Avci F., Kiran H., Akpınar M. B., Dolcerocca A., Akyürek Z., Beklioğlu M.

Uruguay: Passadore-Romero C., Gobel N., Colina M., Calvo C., Canavero A., Carballo C., Cuassolo F., Gallo L., Guerra E.G., Heber E., Lacerot G., Laufer G., López-Rodríguez A., Pais J., Rodríguez-Tricot L., Sosa-Panzerá L., Teixeira-de-Mello F., Arim M., González-Bergonzoni I., Meerhoff M.

Catalunha, Espanha: Benejam L., Brucet S., Quintana, X.D., Boix, D., Gamero J., Lindoso D., Ribas A.

Alemanha: Mehner T., Mehner P., Lemmens P., von Plüskow L.M.

Citation: Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., McDonald, H., Nicolet, P., Oertli, B., Teixeira, J. (2024). Vandhuller og pondscapes: En teknisk håndbog i brugen af vandhuller og pondscapes som naturbaserede løsninger til afbødning af og tilpasning til klimaforandringer, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR www.doi.org/10.5281/zenodo.14536232.

ISBN: 978-989-35923-3-5



Dette projekt har modtaget støtte fra Den Europæiske Unions Horizon 2020 Research and Innovation Program under tilskudsaf tale nr. ID869296

Ansvarsfraskrivelse: Hverken Europa-Kommissionen eller nogen person, der handler på vegne af Kommissionen, er ansvarlig for brugen af de følgende oplysninger. Synspunkterne, der udtrykkes i denne publikation, er forfatternes eget ansvar og afspejler ikke nødvendigvis Europa-Kommissionens synspunkter.



Sammenfatning

Denne tekniske håndbog giver praktiske råd om beskyttelse, forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscales med henblik på afbødning af og tilpasning til virkningerne af klimaforandringer. Håndbogen er et resultat af EU Horizon 2020-projektet **PONDERFUL**, der løb fra december 2020 til 2024.

Vandhuller er små vandområder med en overflade på 1 m² til 5 ha, som kan være permanente eller midlertidige, menneskeskabte eller naturligt dannede. Når de findes i grupper, danner de pondscales, et landskab med et netværk af vandhuller af forskellige størrelser, former og dybder. Vandhuller leverer en række naturbidrag til mennesker ("Natures Contribution to People"), defineret af Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) som naturens positive og negative virkninger på menneskers livskvalitet. De er vigtige for os som en hjælp til håndteringen af store samfundsudfordringer.

Selv om vandhuller – formentlig på grund af deres lille størrelse – ofte overses i ferskvandsvidenskab, -politik og -praksis, udgør de i mange dele af verden den største del af vandmiljøet og fungerer som et opholdssted for mange truede arter. De er det mest udbredte ferskvandshabitat og findes fra bjergtoppe til skove og flodsletter og udgør oaser af vand i selv de tørreste områder. De omfatter omkring 30 % af verdens vandområder, men eftersom de ofte ikke kan ses på satellitbilleder, er det vanskeligt at opgøre deres antal med sikkerhed.

På grund af deres lille størrelse er vandhuller lette at arbejde med og har et enormt potentiale som naturbaserede løsninger, der gavner både natur og mennesker. Fra små vandhuller, der støtter sjældne padder og insekter, til store netværk af vandhuller, der hjælper med at tilbageholde oversvømmelsesvand, spiller de en vigtig rolle. Vandhullers biologiske rigdom betyder, at de har stor betydning for at opretholde menneskehedens muligheder i fremtiden.

Selv om vandhuller har eksisteret i milliarder af år, er de i dag ofte menneskeskabte. Denne håndbog drager fordel af vores voksende viden om vandhuller gennem de sidste 20 år, herunder arbejdet i **PONDERFUL**, der har samlet denne viden for at oplyse om praktisk landskabsforvaltning i Europa – og resten af verden.

Truslerne mod vandhuller og pondscales er velkendte og omfatter tab af levesteder, forurening, ikke-hjemmehørende arter og klimaforandringer. Mange af de økosystemtjenester, som vandhuller leverer, er blevet svækket eller forsvundet på grund af ændringer i arealanvendelse og klimaforandringer. I denne håndbog beskriver vi praktiske tilgange til at standse, tilpasse eller afbøde disse påvirkninger.

Vandhuller og pondscales er ikke isolerede, men danner sammen med andre former for vandområder et netværk af ferskvandshabitater. Selv om mange arter er unikke for vandhuller, findes nogle tillige i floder, vandløb, søer og vådområder. I **PONDERFUL** har vi udviklet nye modelleringsværktøjer, landskabsscenerier og et beslutningsværktøj baseret på flere kriterier for at hjælpe politikere og forvaltere med at udnytte disse netværk og planlægge brugen af vandhuller og pondscales så effektivt som muligt.

I kapitel 1 og 2 introduceres vandhuller og pondscales' rolle og karakteristika samt de økosystemtjenester og naturbaserede løsninger, som de leverer. I kapitel 3 opsummerer vi, hvordan vandhuller og pondscales leverer seks brede kategorier af økosystemtjenester, der adresserer 11 af de samfundsmæssige udfordringer, som IUCN har identificeret, herunder biodiversitetsforbedring, reduktion af katastroferisici, forbedring af menneskers sundhed, afbødning og tilpasning til klimaforandringer, bedre vandforvaltning, forbedret fødevarer sikkerhed og social og økonomisk udvikling.

Ved første øjekast kan det virke usandsynligt, at disse små ferskvandshabitater kan have en indflydelse på så store problemer, men i denne håndbog viser vi, hvordan vandhuller og pondscales kan levere mange forskellige naturbidrag til mennesker.

Vi har grupperet naturbidragene fra vandhuller i følgende kategorier for at give en effektiv praktisk vejledning:

- **Tilpasning til og afbødning af klimaforandringer.** Vandhuller er væsentlige kilder til og fungerer som et lager for drivhusgasser og kulstof. Deres høje antal og høje niveau af biogeokemisk aktivitet betyder, at de spiller en vigtig rolle i styringen af kulstofkredsløbet. **PONDERFUL** og andre data viser, at vi kan reducere drivhusgasemissionerne fra vandhuller og pondscales til det lavest mulige niveau ved at sikre, at de er så fri for forurening som muligt, og samtidig drage nytte af deres potentiale for at binde kulstof.
- **Regulering af risici (inklusive oversvømmelser og hedebølger).** Vandhuller har historisk set bidraget til at regulere risici fra oversvømmelser, men de kan også sikre, at vand er til stede i landskabet i længere tid i det stadigt hyppigere varme og tørre vejr. Vandhuller og pondscales kan også bidrage til at køle landskaber, især i byområder.



- **Regulering af ferskvandskvalitet og -kvantitet.** Vandhuller bruges ofte til at "rengøre" forurenede vand, der løber ind i andre ferskvandshabitater, ved at holde vandet tilbage og rense det, mens det strømmer gennem oplandet. Vi giver praktisk rådgivning for at sikre, at denne rensefunktion ikke skader det biologiske bidrag, som de naturbaserede løsninger skal levere. Vi viser også, hvordan etableringen af nye rene vandhuller, beskyttet mod forureningskilder, er en hurtig og nem måde at tilføre mere rent vand til landskabet på frem for kun at anvende vandhuller til at oprense forurening. Ved at styrke netværket af ferskvandshabitater kan vandhuller til gengæld øge den terrestriske biodiversitet, især i tørre egne. Nye fund i **PONDERFUL**-projekterne foreslår nemme måder at opnå dette på ved hjælp af en kombination af vandhullerforvaltning, genopretning og etablering.
- **Støtte til bestøvning.** Vandhuller understøtter bestande af organismer, der bestøver afgrøder. Forvaltning eller genopretning af tilgroede og forsømte vandhuller kan øge antallet af bestøvere væsentligt, og landbrugslandskaber kan drage stor fordel af denne tjeneste.
- **Læring, inspiration, menneskers sundhed og velvære.** Vandhuller er kendt for deres evne til at øge menneskers bevidsthed om naturen og forbedre deres velvære. Håndbogen giver vejledning i praktiske teknikker til forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller, som kan bruges til at understøtte disse fysiske og mentale sundhedsbidrag fra naturen til mennesker.
- **Habitatoprettelse og -vedligeholdelse.** Centralt for vandhullers værdi er deres betydning som levesteder og for opretholdelsen af biodiversiteten i ferskvand. Vi opsummerer de vigtigste praktiske foranstaltninger, der er nødvendige for at beskytte, forvalte, genoprette og etablere vandhuller og pondscares med henblik på at maksimere deres fordele i forhold til at skabe og vedligeholde levesteder.

Afgørende for leveringen af de naturbidrag til mennesker, som vandhuller og pondscares tyder, er de praktiske metoder til at beskytte, forvalte, genoprette og etablere vandhuller og pondscares. I kapitel 4 giver vi detaljerede oplysninger til forvaltere om foranstaltninger til at opnå dette. Dette inkluderer vejledning i, hvordan man planlægger og prioriterer pondscapeprojekter, og hvordan man risikovurderer de forskellige muligheder for at forvalte, genoprette eller etablere vandhuller. Der er rådgivning om, hvordan man sikrer, at arbejdet med vandhuller passer ind i "afbødningshierarkiet", så skader på økosystemer i infrastruktur og andre byggeprojekter så vidt muligt undgås. Vi opsummerer de vigtigste begreber for effektiv forvaltning af vandhuller og pondscares, herunder forståelse af vandhulleroplundet, vigtigheden af "rent vand", betydningen af forskellige vandkilder til vandhullerne, og hvordan dette påvirker leveringen af forskellige bidrag fra naturen til mennesker. Derudover gennemgår vi praktiske emner vedrørende langsigtet forvaltning af vandhuller og pondscares. Bemærk, at mange lande udarbejder nationale retningslinjer for overvågning og forvaltning af vandhuller, og i tilfælde af uoverensstemmelser har de nationale retningslinjer og lovgivning forrang i det pågældende land.

Vi beskriver de praktiske teknikker og fordele og ulemper ved forvaltning, genopretning og etablering, herunder konceptet "genoplivning af "spørgelsesdamme".

Ændring af vandhuller og pondscares gennem forvaltning eller genopretning spænder fra lav indvirkning og hyppig forvaltning i den ene ende af spektret til høj påvirkning og sjælden genopretning i den anden. Forvaltning af vandhuller og pondscares efterligner ofte naturlige former for forstyrrelser, der måske ikke længere forekommer i det moderne landskab. Genopretning involverer derimod ofte et højt niveau af forstyrrelse, herunder opgravning for at fjerne sediment og vegetation eller omfattende træ- og buskvækst, herunder fældning af store træer.

Mange af de problemer, der begrænser eksisterende vandhullers potentiale til at levere bidrag fra naturen til mennesker, vedrører forurening, og vi beskriver metoder, der kan bruges til at forhindre, at landbrugsforvaltningen forurener vandhuller. Enhver indgriben, der er nødvendig for at forvalte vandhuller og pondscares, vil sandsynligvis have både positive og negative effekter. Vi giver derfor også detaljeret praktisk vejledning om risikovurdering af arbejdet med vandhuller og pondscares.

Værdien af nye vandhuller beskrives sammen med metoden til at etablere nye vandhuller, der optimerer fordelene for biodiversitet og leveringen af andre økosystemtjenester. Etableringen af nye vandhuller simulerer gamle og naturlige processer, der har fungeret gennem millioner af år, som på den mest naturlige måde leverer naturbidrag til mennesker. Nye vandhuller kan etableres på det mest optimale sted til levering af disse økosystemtjenester, mens eksisterende vandhuller ofte er begrænset af deres placering og omgivelser. Etablering af nye, ikke-forurenede, rene vandhuller bidrager væsentligt til skabelsen af ferskvandshabitater, og vi giver detaljeret vejledning om etableringsprocessen for at sikre, at brugen af nye vandhuller som naturbaserede løsninger giver de største fordele for biodiversiteten. Vi yder detaljeret vejledning om, hvordan man finder kilder til rent vand til vandhuller af høj kvalitet, hvordan man beskytter vandhuller mod forurening samt en simpel praktisk tjekliste i designfaserne.

Vi introducerer konceptet CLIMA-vandhuller, udviklet gennem **PONDERFUL**. Disse er vandhuller designet specifikt til at afbøde de problemer, der forårsages af klimaforandringer, og adresserer de tre store problemer, vi står over for, nemlig tab



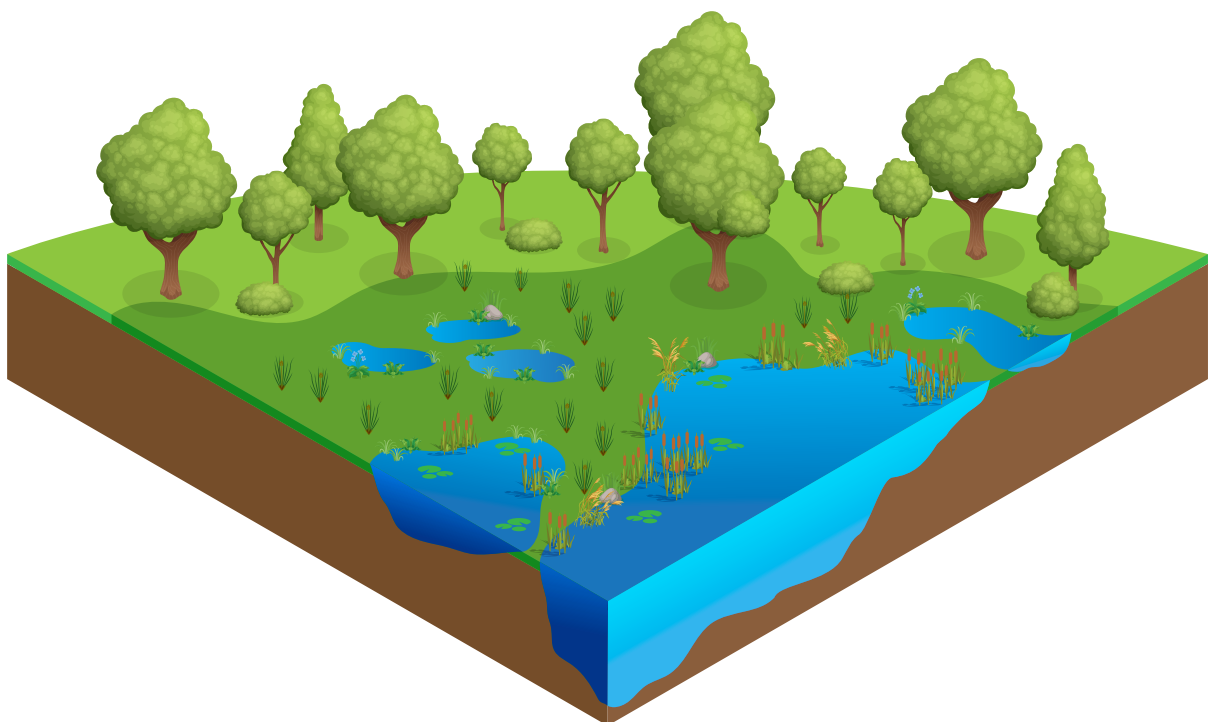
af biodiversitet, overskydende drivhusgasser i atmosfæren og opretholdelse af en række af naturens bidrag til mennesker og økosystemtjenester.

For at sikre, at brugen af vandhuller og pondscapes som naturbaserede løsninger gavner både mennesker og natur, er overvågning vigtig. Vi opsummerer overvågningsmetoder for vandhuller og pondscapes og de økosystemtjenester, de leverer. Overvågning af vandhuller er oftest forbundet med vurdering af økologisk status. Dette er afgørende for at sikre, at de opfylder deres fulde potentiale som naturbaserede løsninger, og omfatter generelt en kombination af fysisk-kemiske metoder og biologiske undersøgelser. For at vurdere effektiviteten af andre naturbidrag til mennesker er det normalt nødvendigt at bruge metoder, der er mere bredt anvendt og ikke specifikke for vandhuller (f.eks. flowmodellering og overvågning for at vurdere effektiviteten af oversvømmelseskontrol samt spørgeskemaundersøgelser for at vurdere, i hvilket omfang vandhuller leverer mentale eller fysiske fordele for mennesker). Vi gør opmærksom på, at der til stadighed udvikles nye metoder til vurdering af naturens bidrag til mennesker, og anbefaler, at forvaltere og praktikere samarbejder med forskere for at sikre, at de nye metoder opfylder deres behov.

Vi lægger særlig vægt på det nødvendige design i udformningen af vandhuller og pondscapes til at beskytte, opretholde og genskabe biodiversitet set i lyset af klimaforandringerne, eftersom det er et grundlæggende krav til alle naturbaserede løsninger, at de gavner naturen. Vi er så heldige, at der findes gode beviser for, hvad der gør og ikke gør en forskel for biodiversiteten, hvilket gør det muligt sikkert at forudsige, hvordan man designer vandhuller og pondscapes, der kommer både mennesker og natur til gavn.

I kapitel 5 beskriver vi kort finansiering og promovering af pondscapes. Det kan være en udfordring at finde finansiering til vandhuller, fordi deres rolle og værdi har været undervurderet. Men med en voksende forståelse af vigtigheden af vandhuller og pondscapes – og vigtigheden af at adressere ferskvands- og klimakrisen – forventer vi, at denne "ressourceknaphed" gradvist kan blive afhjulpet. Nøglefaktorer i lokal, national og international politik, der fremhæver værdien af vandhuller, omfatter den nyligt vedtagne EU-lov om naturrestaurering samt RAMSAR-konventionen om vådområder med sigte på bevaring og forvaltning af små vådområder.

Kapitel 6 indeholder succeshistorier fra **PONDERFUL**-demonstrationsområder. Disse casestudier viser den store variation af måder, hvorpå vandhuller og pondscapes leverer bidrag fra naturen til mennesker på.



Forord



”Overalt i verden har mennesker og dyreliv altid været afhængige af vådområder. Nu, hvor klimaforandringerne omformer vores daglige liv og naturlige landskaber, er disse ferskvandsområder blevet endnu vigtigere for biodiversiteten og menneskers sundhed.

Vandhuller – små, men utroligt vigtige ferskvandsvådområder – er biodiversitetshotspots, der understøtter en rig mangfoldighed af planter og dyr. Under et nyligt besøg i Storbritannien i begyndelsen af 2024 erfarede jeg, hvordan vandhuller, der var forsvundet fra landbrugslandskabet, blev genoprettet med en overraskende tilbagekomst af plante- og insekterarter, som man ellers troede, var forsvundet. Disse små, men vigtige økosystemer leverer også en række økosystemtjenester – lige fra filtrering af forurenende stoffer til beskyttelse mod oversvømmelser, og de spiller en central rolle for menneskers velvære.

Desværre er vandhuller, ligesom mange små vådområder, truet af forurening og ændret arealanvendelse. Klimaforandringer lægger yderligere pres på disse levesteder, samtidig med at vores behov for rent ferskvand af høj kvalitet stiger. Dette afspejles i den nylige anerkendelse af deres betydning i RAMSAR-konventionen i form af vedtagelsen af resolution XIII.21: Bevarelse og forvaltning af små vådområder et vigtigt skridt i beskyttelsen og den kloge forvaltning af disse vitale systemer. Vandhuller findes i alle lande på vores ”blå planet”, og deres genopretning bør prioriteres af regeringer og andre interessenter. For at sikre sunde vandhuller og vådområder i fremtiden skal lodsejere også oplyses om, hvordan man genopretter, forvalter og etablerer vandhuller og pondscapes af høj kvalitet. Denne viden og dette samarbejde bliver afgørende for vores fælles indsats for at tilpasse os et klima i forandring.

Ved at samarbejde om at genoprette, forvalte og etablere vandhuller og pondscapes kan vi fortsat nyde gavn af de enorme fordele, som disse små, men betydningsfulde økosystemer giver.”

Dr. Musonda Mumba, Generalsekretær for RAMSAR-konventionen



”Der går næppe en dag uden nyheder om ekstreme vejrhændelser, hedeølger eller jordskred. Vi står over for en global nødsituation forårsaget af sammenhængende klimaforandringer og tab af biodiversitet. Vi har derfor akut brug for at fremskynde implementeringen af teknologiske, naturbaserede og samfundsmæssige løsninger.

Dette kræver tværfaglige teams og viden. Vi skal fortsætte og opskalere frugtbart samarbejde og fremme implementeringen af naturbaserede løsninger fra lille til stor skala i både landdistrikter og byområder, samtidig med at vi udbygger vores viden.

Lige nu er vi imidlertid stadig fanget i en ond cirkel, hvor ambitionsniveauet for emissioner stadig er for svagt til at nå Parisaftalens mål, og det stigende tab af biodiversitet og forringelse af økosystemer svækker disses kapacitet til at imødegå klimaudfordringerne. Dette kan vi ændre ved at tilpasse og styrke ambitionerne for klima og biodiversitet for på den måde at komme ind i en positiv spiral, hvor en kraftig reduktion af emissioner medvirker til at mindske klimaforandringernes indvirkning på de økosystemer, som leverer de væsentlige tjenester, som vores samfund og økonomi er afhængig af. Samtidig skal vi bremse det voldsomme menneskelige pres på vores økosystemer og biodiversitet, så de og vi bedre kan håndtere klimaforandringernes påvirkninger.

At begrænse den globale opvarmning for at sikre et beboeligt klima og beskytte biodiversiteten er gensidigt understøttende mål, og deres opnåelse er afgørende for at gavne mennesker på en bæredygtig og retfærdig måde. At behandle klima, biodiversitet og menneskesamfund som sammenkoblede systemer er nøglen til at få succesfulde resultater af politiske indgreb.

PONDERFUL-projektet har vist, hvordan vandhuller og pondscapes som naturbaserede løsninger kan imødegå sociale, økonomiske og miljømæssige udfordringer. Denne brugervenlige håndbog for alle, der arbejder med beskyttelse, forvaltning, genopretning eller etablering af vandhuller, vil opmuntre til etableringen, genopretning og beskyttelse af vandhuller.

De praktiske overvejelser om, hvordan man implementerer naturbaserede løsninger, er rettidige og yderst relevante. Som politiker anbefaler jeg varmt denne overskuelige guide til brug af vandhuller og pondscapes som naturbaserede løsninger.

Vi ved, hvad der skal gøres, vi har den nødvendige viden, vi har midlerne, vi har forpligtelsen, som er kommet til udtryk på de højeste politiske niveauer. Efter min mening er den største udfordring tiden. Spørgsmålet er ikke længere hvad og hvordan. Spørgsmålet er, om det vil lykkes os at gøre det, der skal gøres, inden for den korte tid, der er til rådighed.



Det er stadig op til os, om vi vil fortsætte med at stjæle fremtiden fra vores børn og børnebørn gennem en fortsat uholdbar udvikling, et uholdbart forbrug og uholdbare produktionsmønstre, eller om vi vil sikre fremtiden for dem gennem beskyttelse, bevaring, genopretning, bæredygtig anvendelse og forvaltning af økosystemer ved hjælp af en retfærdig og kulstoffri økonomi med mennesker og natur i centrum. Som mor og bedstemor er det efter min mening kun den sidste mulighed, der er acceptabel.”

Karin Zaunberger, International Relations Officer, Europa-Kommissionens Generaldirektorat for Miljø

Hvem henvender denne sig håndbog til?

Denne håndbog henvender sig til personer, der arbejder med planlægning, design og gennemførelse af praktiske projekter, som anvender vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger på sociale, økonomiske og miljømæssige udfordringer. For politiske beslutningstagere og lovgivere findes en hurtig vejledning i brugen af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger i **PONDERFUL Policy Guidance-dokumentet**. Har du brug for detaljerede videnskabelige oplysninger om brugen af vandhuller og pondscares, kan du finde disse under Referencer og Yderligere læsning i slutningen af håndbogen. Mere tekniske introduktioner til vandhullers økologi findes i ”Ponds, Pools and Puddles” (engelsk) og ”Mares et Étangs Ecologie, conservation, gestion, valorisation” (fransk).

HVAD DU FINDER I DENNE HÅNDBOG?

Denne håndbog giver en introduktion til brugen af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger til at håndtere syv samfundsmæssige udfordringer identificeret af IUCN, nemlig tilpasning til og afbødning af klimaforandringer, reduktion af risikoen for naturkatastrofer, miljøforringelse og tab af biodiversitet, menneskers sundhed, socioøkonomisk udvikling, fødevarer sikkerhed og sikring af vandressourcer.

OVERSIGT OVER HÅNDBOGEN

Teksten er inddelt i fem hovedkapitler:

- Overblik over problemstillinger og anvendelse af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger
- Vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger: en detaljeret introduktion
- Praktiske teknikker til forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger
- Omkostninger og praktiske begrænsninger
- Succeshistorier: eksempler på brugen af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger.

SÅDAN LÆSER DU HÅNDBOGEN

Vi anbefaler, at du starter med resuméet for at danne dig et hurtigt overblik over indholdet, efterfulgt af kapitel 2. Derefter foreslår vi, at du udvælger de succeshistorier fra kapitel 6, som matcher dine interesser, og til sidst gennemgår den detaljerede fremgangsmåde i kapitel 3, 4 og 5.

Hold øje med '**Best practice**' tips gennem hele håndbogen for hurtige råd om brugen af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger.

Ansvarsfraskrivelse

Denne håndbog repræsenterer resultaterne fra **PONDERFUL**-projektet og opsummerer tilgange til forvaltning af vandhuller, der dækker mange lande. Mange lande udarbejder nationale retningslinjer for overvågning og forvaltning af vandhuller, og i tilfælde af uoverensstemmelser har de nationale retningslinjer og lovgivning forrang i det pågældende land. Se Miljøstyrelsens hjemmeside mst.dk for beskrivelse af de danske overvågningsprogrammets formål og indhold i henhold til habitat- og vandrammedirektivet og øvrige lovgivning på området. Kontakt gerne Miljøstyrelsen ved spørgsmål og i tvivlstilfælde.





INDHOLD

| | |
|---|------------|
| 1. Introduktion – baggrund og kontekst | 15 |
| 1.1 Hvad er naturbaserede løsninger? | 15 |
| 1.2 Hvad er økosystemtjenester og naturens bidrag til mennesker? | 16 |
| 1.3 Hvem henvender denne tekniske håndbog sig til, og hvordan skal den bruges? | 19 |
| 2. Vandhuller og pondscales – en oversigt | 23 |
| 2.1 Hvad er et vandhul? | 23 |
| 2.2 Hvad er et pondscape? | 23 |
| 2.3 Trusler mod vandhuller og pondscales | 24 |
| 2.4 Forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller | 27 |
| 3. Vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger til at håndtere samfundsmæssige udfordringer | 29 |
| 3.1 Introduktion til vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger | 29 |
| 3.2 Vandhuller og pondscales som leverandører af økosystemtjenester og naturbidrag til mennesker: en oversigt | 32 |
| 3.3 Vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger til afbødning af og tilpasning til klimaforandringer | 33 |
| 3.4 Vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger til etablering og vedligeholdelse af levesteder | 36 |
| 3.5 Bedste strategier og tips til forbedring af økosystemtjenester og naturbidrag til mennesker fra vandhuller | 41 |
| 4. Praktiske teknikker til forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscales med henblik på tilpasning til klimaforandringer | 53 |
| 4.1 Principperne for forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscales | 53 |
| 4.2 Vurdering og overvågning af vandhuller og pondscales | 72 |
| 4.3 Forvaltning og genopretning af vandhuller og pondscales | 79 |
| 4.4 Etablering af vandhuller og pondscales | 86 |
| 4.5 Praktiske overvejelser som forberedelse til forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller | 93 |
| 4.6 Design af vandhuller og pondscales – brug af CLIMA-vandhuller | 93 |
| 5. Omkostninger og praktiske begrænsninger: finansiering og promovning af pondscape-projekter | 99 |
| 5.1 Praktiske udfordringer og omkostninger ved etablering af vandhuller | 99 |
| 5.2 Fremmelse af naturbaserede løsninger fra vandhuller og pondscales | 103 |
| 6. Pondscales som naturbaserede løsninger: succeshistorier fra PONDERFUL demonstrationsområder | 105 |
| 6.1 Pondscales til biodiversitet | 106 |
| 6.2 Pondscales som naturbaserede løsninger til reduktion af oversvømmelsesrisici | 112 |
| 6.3 Pondscales som rensningssystemer | 114 |
| 6.4 Pondscales med en optimeret kulstofbalance | 115 |
| 6.5 Pondscales til fødevarereproduktion | 116 |
| 6.6 Pondscales som naturbaserede løsninger for turisme og sundhed | 117 |
| 6.7 Vandhuller til oplysning | 119 |
| 6.8 Pondscales som naturbaserede løsninger til identitetsstøtte | 121 |
| 6.9 Arealanvendelse i pondscaPET som en naturbaseret løsning til forbedring af kvaliteten af levesteder | 122 |
| 6.10 Beskyttelse af et pondscape | 124 |
| 6.11 Multifunktionalitet på pondscape-niveau | 125 |
| 7. Yderligere læsning og praktiske ressourcer | 127 |
| 8. Referencer | 131 |





1. Introduktion – baggrund og kontekst

PONDERFUL (POND Ecosystems for Resilient Future Landscapes in a changing climate) var et Horizon 2020 "Research and Innovation Programme"-projekt, som undersøgte, hvordan vandhuller og pondscares kan bruges som naturbaserede løsninger til klimatilpasning og levering af økosystemtjenester samt naturbidrag til mennesker (herunder bevarelse af biodiversitet). Vandhuller defineres her som små søer med et areal på op til 5 hektar. De kan være enten permanente eller sæsonafhængige og naturligt dannede eller menneskeskabte. Et pondscape er et netværk af vandhuller, der ligger spredt i landskabet, og som skaber levesteder for ferskvandsorganismer og leverer en lang række økosystemtjenester til mennesker.

PONDERFUL-projektet løb fra 2020 til 2024 og blev finansieret af EU's Horizon 2020-program under emnet "Samspillet mellem klimaforandringer, biodiversitet og økosystemtjenester".

Vandhuller er jordens mest talrige type vandområde og udgør ca. 30 % af det samlede vandareal. Omkring 70 % af alle ferskvandsarter i Europa findes i vandhuller, som rummer flere sjældne, hjemmehørende og truede arter end søer, floder og vandløb. Alligevel har vandhullers betydning traditionelt været undervurderet.

Under ledelse af University of Vic - Central University of Catalonia (Spanien) har **PONDERFUL**-projektet leveret nye data, og denne håndbog er udarbejdet til at fremme brugen af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger på samfundets udfordringer.



1.1 Hvad er naturbaserede løsninger?

Denne håndbog fokuserer på, hvordan vandhuller og pondscares kan beskyttes, forvaltes, genoprettes og etableres for at levere naturbaserede løsninger, der kan bidrage til at mindske virkningerne af de globale klimaforandringer. Naturbaserede løsninger udnytter sunde økosystemers naturlige funktioner til at beskytte miljøet og yde økonomiske og sociale fordele. Disse løsninger adresserer udfordringer såsom klimaforandringer, tab af biodiversitet, fødevarerikkerhed og sikring af vandressourcer samt menneskers sundhed og trivsel. I håndbogen anvender vi definitioner fra IUCN, EU og FN til at definere naturbaserede løsninger som foranstaltninger, der skaber fordele for både biodiversitet og menneskers trivsel.

- FN definerer naturbaserede løsninger som foranstaltninger til beskyttelse, bevarelse, genopretning, bæredygtig anvendelse og forvaltning af naturlige eller modificerede terrestriske, ferskvands-, kyst- og marine økosystemer. Disse løsninger imødegår sociale, økonomiske og miljømæssige udfordringer, samtidig med at de gavner menneskers trivsel, økosystemtjenester, modstandsdygtighed og biodiversitet.
- Den Europæiske Kommission definerer naturbaserede løsninger som omkostningseffektive tiltag, som giver miljømæssige, sociale og økonomiske fordele og samtidig bidrager til at opbygge modstandsdygtighed. Disse løsninger integrerer mere natur og flere forskellige naturlige funktioner og processer i byer, på landet og i havområder gennem lokalt tilpassede, ressourceeffektive og systemiske indgreb. ^[1]



- IUCN definerer naturbaserede løsninger som tiltag, der håndterer samfundsmæssige udfordringer ved at beskytte, bæredygtigt forvalte og genoprette naturlige og modificerede økosystemer til gavn for både mennesker og natur.

I denne håndbog anvender vi definitionerne af naturbaserede løsninger synonymt med Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services' (IPBES) definition af "naturens bidrag til mennesker".

Et enkelt vandhul kan naturligvis ikke løse alle samfundets udfordringer. Et netværk af vandhuller, også kaldt et "pondscape", giver flere fordele. Vi fokuserer i håndbogen på pondscapes på landskabsniveau og vejleder i fastsættelsen af klare og realistiske mål for hvert enkelt vandhul i det pågældende pondscape.

Håndbogen viser, hvordan man implementerer naturbaserede løsninger gennem beskyttelse, forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller, og hvordan disse kan bidrage med naturgoder til mennesker. Kapitel 2 og 3 ser på, hvordan vandhuller kan bidrage til løsninger af samfundsmæssige udfordringer. Kapitel 4 beskriver detaljeret metoder til arbejdet med vandhuller og pondscapes til levering af økosystemtjenester og naturgoder til mennesker. Kapitel 5 gennemgår kort politiske og finansielle aspekter, der påvirker anvendelsen af vandhuller som naturbaserede løsninger, mens kapitel 6 præsenterer succeshistorier om anvendelsen af vandhuller og pondscapes som naturbaserede løsninger.

Boks 1. Samfundsmæssige udfordringer, naturbaserede løsninger, økosystemtjenester og naturens bidrag til mennesker

Biodiversitets- og klimakrisernes presserende karakter har skabt et ofte specialiseret fagsprog til at beskrive de fordele og "tjenester", som vi får fra naturen. I denne håndbog anvender vi denne terminologi så korrekt som muligt og gør den samtidig tilgængelig for praktikere.

KORT BESKREVET:

Samfundsmæssige udfordringer er de trusler, som vi alle står over for (f.eks. tørke, fødevaremangel, vandknaphed, tab af biodiversitet), og vi anvender IUCN's definition af disse udfordringer. Mange af disse trusler kan imødegås med **naturbaserede løsninger**, dvs. praktiske teknikker baseret på habitater og arter, der udnytter økosystemernes væsentlige kvaliteter bedst muligt til at imødegå samfundsmæssige udfordringer til gavn for både mennesker og naturen (her bruger vi definitionen fra IUCN og tager også hensyn til EU's og FN's definitioner af naturbaserede løsninger, som ligner hinanden). Eksempler på naturbaserede løsninger omfatter etablering af nye vandhuller eller genopretning af floder og vandløb for at reducere oversvømmelser.

Naturbaserede løsninger, der adresserer samfundsmæssige udfordringer, forsyner os med tjenester fra naturen, som vi nyder gavn af. To klassifikationer er blevet anvendt til at kategorisere disse fordele: **økosystemtjenester** og, senest, **naturens bidrag til mennesker**.

1.2 Hvad er økosystemtjenester og naturens bidrag til mennesker?

Økosystemtjenester er de mange fordele, som naturen giver mennesker, og omfatter forsyning, regulering, understøttende og kulturelle bidrag (se Fig. 1). Nogle er direkte bidrag, som inkluderer vand, ren luft, mad og råvarer, mens andre er indirekte bidrag, der omfatter fysisk og mental sundhed, turisme, viden og læring. Vandhuller bidrager også med miljømæssige fordele som sund jord og levesteder for dyrelivet. Disse fordele bliver i stigende grad betegnet som "naturens bidrag til mennesker", et begreb, som IPBES har introduceret. Begrebet omfatter både positive bidrag, dvs. økosystemtjenester (på engelsk "ecosystem services"), og negative bidrag såsom sygdomsoverførsel og prædation. I denne håndbog anvender vi primært IPBES-terminologien, men nævner lejlighedsvis "økosystemtjenester" for at hjælpe læseren med at forstå sammenhængen.

Naturens bidrag til mennesker skabes ikke kun af naturen selv, men gennem komplekse sociale og økologiske processer. Naturbaserede løsninger indgår i mange eller alle faser for at sikre, at mennesker fortsat nyder godt af naturens bidrag. Håndbogen fokuserer på de 11 naturbidrag til mennesker, der er mest relevante for vandhuller og pondscapes, herunder etablering og vedligeholdelse af habitater, bestøvning, regulering af vandkvalitet og -mængde, beskyttelse mod risici og ekstreme vejrforhold, regulering af klimatiske hændelser, fysiske og mentale oplevelser, læring og inspiration, identitetsstøtte, mad til mennesker og dyrefoder.



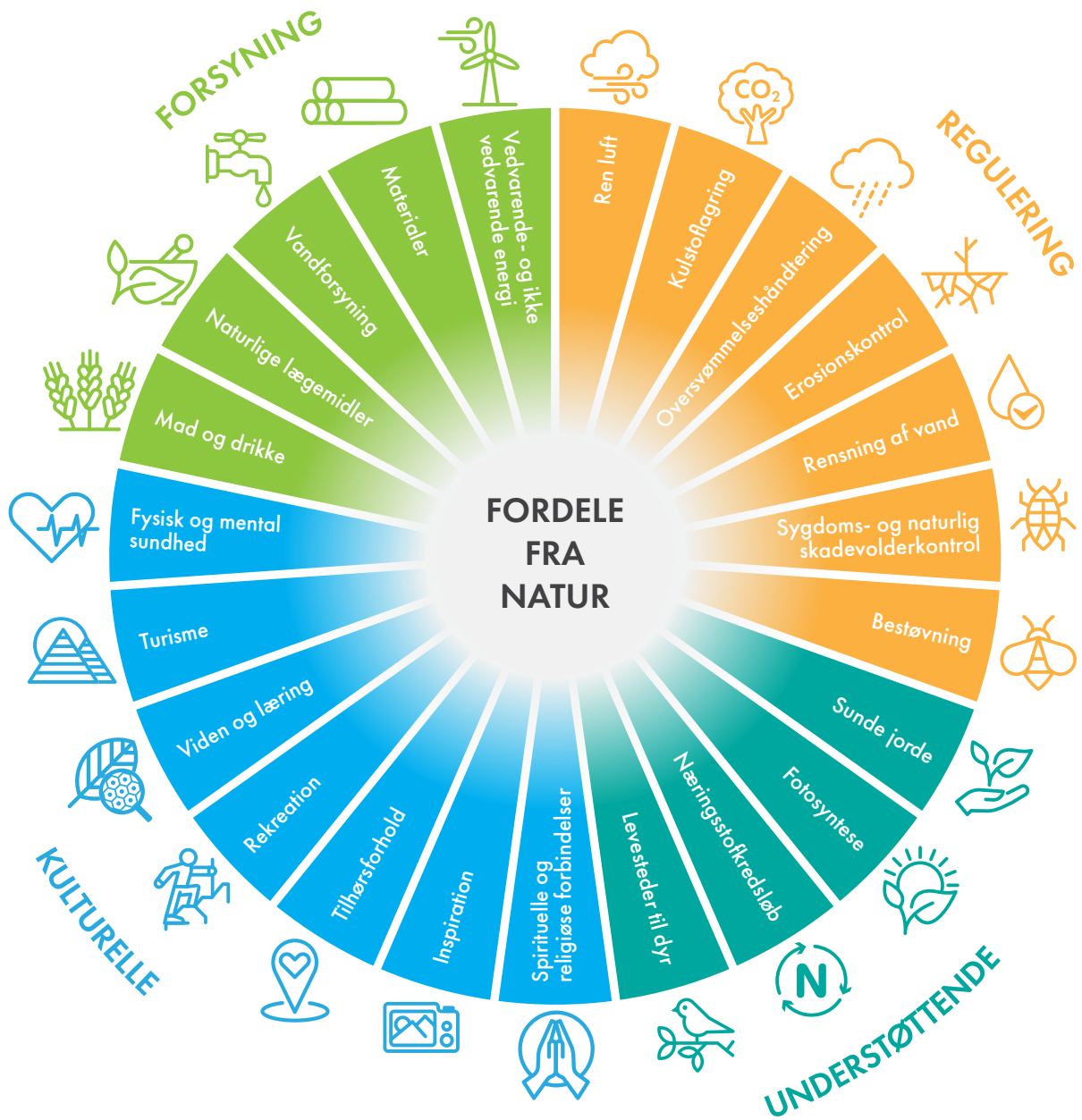


Fig. 1 - Økosystemtjenester er de fordele, som mennesker får fra sunde økosystemer, herunder vandhuller og pondscapes.



Tabel 1 - Naturens bidrag til mennesker fra vandhuller og pondscares

**REGULERING AF RISICI OG EKSTREME HÆNDELSER**

Definition: Reduktion af indvirkninger på mennesker eller deres infrastruktur forårsaget af f.eks. oversvømmelser, vind, storme, orkaner, hedeølger, tsunamier, høje støjniveauer og brande.

Bidrag: Vandhuller og pondscares kan bruges til at regulere oversvømmelsesrisici, holde vand i landskabet i tørre perioder og give nedkøling ved høje temperaturer (især i byer).

**REGULERING AF FERSKVANDSMÆNGDEN**

Definition: Økosystemers regulering af mængden, placeringen og tidspunktet for strømmingen af overflade- og grundvand, der bruges til drikkevand, kunstvanding, transport, vandkraft og som støtte for immaterielle bidrag.

Bidrag: Vandhuller opmagasinerer vand, hvilket gør dem værdifulde til regulering af afstrømning og som naturlig oversvømmelseskontrol.

**REGULERING AF FERSKVANDSKVALITETEN**

Definition: Regulering af vandkvaliteten via økosystemers eller bestemte organismers filtrering af partikler, patogener, overskydende næringsstoffer og andre kemikalier, både direkte og indirekte.

Bidrag: Hvert vandhul har et rensningspotentiale, som øges med størrelse og dybde. Derfor kan den samlede effekt af mange vandhuller betyde, at et stort pondscape med høj tæthed af vandhuller har et betydeligt potentiale for vandrensning.

**REGULERING AF KLIMAET**

Definition: Økosystemers klimaregulering (herunder regulering af global opvarmning) gennem positive eller negative effekter på drivhusgasemissioner (f.eks. biologisk binding af kulstof, metanemissioner fra vådområder).

Bidrag: Vandhuller og pondscares spiller en betydelig rolle i bindingen af kulstof og reguleringen af drivhusgasser; forvaltning af vandhuller og pondscares er afgørende for forvaltningen af kulstofcyklussen.

**FØDEVARER OG FODER**

Definition: Produktion af fødevarer fra vilde, forvaltede eller tamme organismer, f.eks. fisk, oksekød, mejeriprodukter, spiselige afgrøder, vilde planter, svampe og honning.

Bidrag: Vandopmagasinerende, der understøtter vilde og tamme dyr og afgrøder, er sandsynligvis en af de ældste naturbaserede løsninger knyttet til vandhuller i landbrugslandskaber.

**BESTØVNING**

Definition: Dyrs medvirken til overførsel af pollen mellem blomster og spredning af frø, larver eller sporer fra organismer, der er gavnlige eller skadelige for mennesker.

Bidrag: Et stort antal bestøvere omkring og nær vandhuller og i pondscares fremmer bestøvning.

**FYSISKE OG MENTALE OPLEVELSER**

Definition: Landskabers, havområders, habitaters eller organismers tilvejebringelse af muligheder for fysiske og mentale gavnlige aktiviteter, heling, afslapning, rekreation, fritid og turisme samt æstetisk nydelse baseret på tæt kontakt med naturen.

Bidrag: Vandhuller muliggør en række oplevelser, herunder kontakt med vand (f.eks. svømning) og natur (turisme og fritid).





LÆRING OG INSPIRATION

Definition: Landskabers, havområders, habitaters eller organismers tilvejebringelse af muligheder for menneskelig trivsel gennem oplysning og viden.

Bidrag: Vandhuller og pondscares er vigtige ressourcer til læring om og inspiration fra naturen.



IDENTITETSSTØTTE

Definition: Landskaber, havområder, habitater eller organismer danner grundlag for religiøse, åndelige og sociale oplevelser af sammenhold.

Bidrag: Vandhuller understøtter socialt sammenhold (f.eks. kampagner som "Toads on Roads", Storbritannien), regional identitet (f.eks. fiskedamme, Tjekkiet, og "Fêtes des Mares", der fejrer vandhuller, Frankrig).



HABITATOPRETTELSE OG VEDLIGEHOLDELSE

Definition: Økosystemers – eller organismer i økosystemers – udvikling og den fortsatte etablering af økologiske forhold, der er nødvendige eller gunstige for levende væsener, der direkte eller indirekte har betydning for mennesker.

Bidrag: Vandhuller bidrager væsentligt til ferskvands- og terrestrisk biodiversitet på vandhuls- og fuldt landskabsniveau.



VEDLIGEHOLDELSE AF MULIGHEDER

Definition: Kapaciteten af økosystemer, habitater, arter eller genotyper til at bevare mulighederne for at understøtte en høj livskvalitet

Bidrag: Ved at opretholde biodiversiteten vandhuller og pondscares spille en væsentlig rolle i at bevare mulighederne for fremtidig forvaltning af miljøet.

1.3 HVEM HENVENDER DENNE TEKNISKE HÅNDBOG SIG TIL, OG HVORDAN SKAL DEN BRUGES?

Denne tekniske håndbog henvender sig til alle, der arbejder med beskyttelse, forvaltning, genopretning eller etablering af vandhuller, herunder:

- Lodsejere.
- Forvaltere af jord, vand og biodiversitet.
- Ingeniører og landskabsarkitekter involveret i vandforvaltning.
- NGO'er og civilsamfundsorganisationer.
- Politikere og lovgivere.
- Virksomheder, der investerer i det naturlige miljø.
- Undervisere, lærere, studerende og forskere.
- Lokale, regionale og nationale myndigheder.

Håndbogen deler viden fra hele **PONDERFUL**-konsortiet og vejleder alle, der søger at fremme biodiversitet og menneskers trivsel vha. vandhuller og pondscares. Den integrerer resultater fra **PONDERFUL**-projektets innovative forskning og erfaringer opnået gennem mere end 30 års arbejde med vandhuller. Vores mål er at sikre videnskabeligt funderede råd baseret på den nyeste evidens, herunder den omfattende dataindsamling i **PONDERFUL**. Vi fremhæver den afgørende rolle, som vandhuller og pondscares spiller i leveringen af økosystemtjenester, naturbidrag til mennesker og, ikke mindst, håndteringen af biodiversitetskrisen i ferskvand.

Vi hjælper med at identificere målene for beskyttelse, forvaltning, genopretning og/eller etablering af vandhuller og pondscares. Vi opstiller også nøgleprincipper for udformningen og forvaltningen af vandhuller eller et netværk af vandhuller – kaldet 'pondscares'. Håndbogen inkluderer eksempler fra demonstrationsområder i **PONDERFUL**, der dækker et bredt udvalg af pondscares i hele Europa suppleret med eksempler fra Mellemeøsten og Sydamerika.



Vi håber, at denne tekniske håndbog vil give inspiration til arbejdet med beskyttelse, forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscares af høj kvalitet til gavn for både biodiversitet og mennesker.



© Ross Birnie







2. Vandhuller og pondscapes – en oversigt

Der er i dag bred enighed om, at vandhuller og andre små vandområder udgør en særdeles vigtig, men sårbar del af ferskvandslandskabet, og at deres beskyttelse og forvaltning skal integreres fuldt ud i de eksisterende lovgivningsmæssige rammer. Et hovedformål med **PONDERFUL**-projektet var at sikre, at disse små økosystemer anerkendes på samme måde som floder, vandløb og søer.

Vandhullernes betydning for biodiversitet og økosystemtjenester har længe været undervurderet og overset af både forskere og politiske beslutningstagere. På trods af deres beskedne størrelse spiller vandhuller en afgørende rolle i at støtte biodiversiteten og at levere mange andre vigtige økosystemtjenester. Vi forventer, at denne håndbog vil bidrage til at øge deres anvendelse som en almindelig miljømæssig løsning.

2.1 HVAD ER ET VANDHUL?

Denne håndbog introducerer en bred vifte af vandområder, der klassificeres som vandhuller. Disse spænder fra vandhuller, der er etableret i rekreativt og oplysningsmæssigt øjemed, herunder vandforsyning til mange forskellige formål (f.eks. reduktion af oversvømmelsesrisiko, forureningskontrol og fiskeproduktion) til naturlige vandhuller i landskabet på steder, der sjældent besøges af mennesker, men som er rige på biodiversitet.

Vandhuller defineres i denne tekniske håndbog som små områder, der er permanent eller midlertidigt dækket af vand med et overfladeareal fra 1 m² til 5 ha. De kan være menneskeskabte eller dannet naturligt.^[2, 3]

Denne definition omfatter også semi-permanente vandhuller og temporære vandhuller. De er almindelige i hele Europa, dog hyppigst i Sydeuropa, og tørrer ofte ud om sommeren, men de understøtter begge specialiserede plante- og dyresamfund, herunder mange sjældne og truede arter. Definitionen omfatter også vandhuller med brakvand. Vandhuller er normalt lavvandede (op til 5 m dybe), men kan undertiden være dybere.

2.2 VAD ER ET PONDSCAPE?

Et pondscape er en gruppe vandhuller, ofte af forskellig størrelse, form og dybde, der ligger spredt i landskabet og danner et netværk, der fungerer som levesteder for flere arter end et enkelt sammenhængende vandområde af samme størrelse, og som leverer mange forskellige økosystemtjenester til mennesker. Pondscapet kan omfatte alt fra en håndfuld til hundredvis af vandhuller. Biologisk set vil vandhullerne danne et netværk af habitater, selv om de ikke er fysisk forbundet med hinanden, fordi ferskvandsplanter og dyr er tilpasset til at sprede sig mellem dem.

Vandhullerne vil også indgå i netværket af andre ferskvandsområder i landskabet såsom vandløb, floder og vådområder. Selv om visse ferskvandsarter er afhængige af specifikke typer vandområder, kan mange leve i alle disse habitater. Ud over være afgørende for biodiversiteten og bevarelsen af arter er dette netværk også afgørende for leveringen af en række økosystemtjenester i landskabet. Pondscapes omfatter både de akvatiske habitater, der udgør selve vandhullerne, og de terrestriske habitater, hvori disse vandområder findes.

Når man ser på vandhuller som naturbaserede løsninger, der gavner både biodiversitet og menneskers trivsel, er det vigtigt at betragte hele pondscapet. Dette indebærer eksempelvis, at nogle vandhuller udformes til eller forvaltes som fritidsdestinationer for mennesker eller til at opsamle forurening, hvilket medfører forstyrrelse eller forurening til skade for følsomme planter og dyr. Samtidig kan andre vandhuller etableres med fokus udelukkende på biodiversitet.



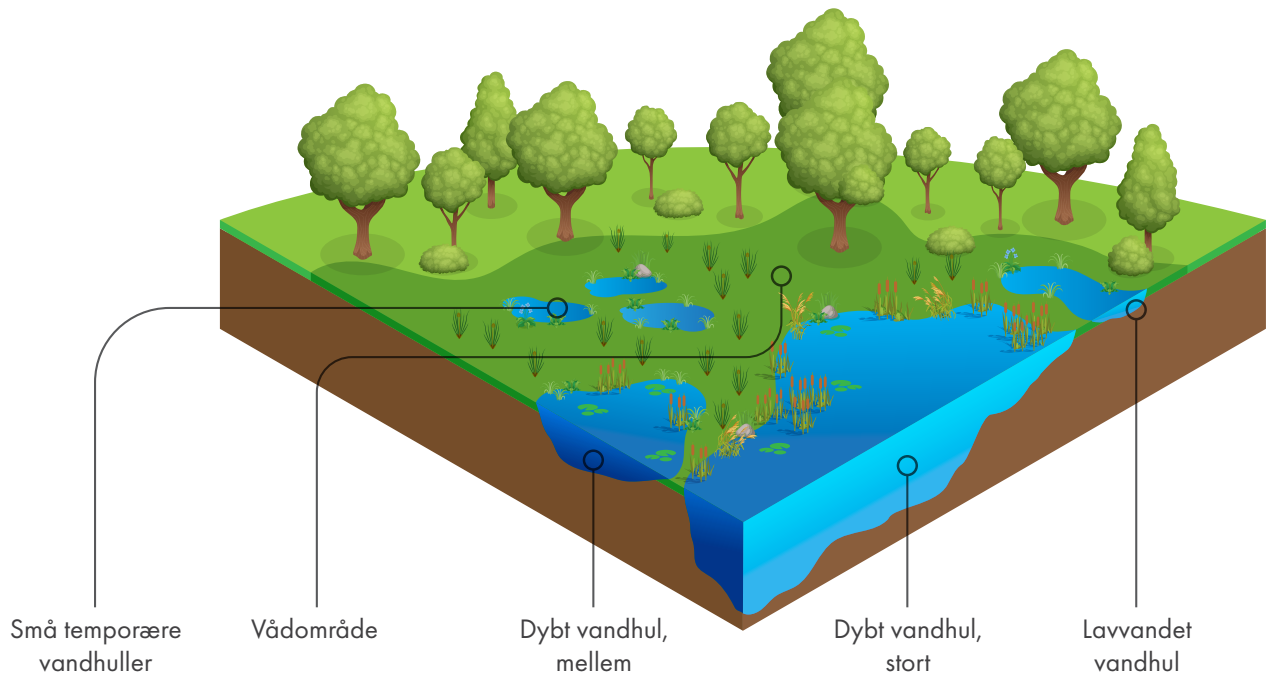


Fig. 2 - Et pondscape omfatter en række vandhuller af forskellig alder, størrelse, form og dybde.

2.3 TRUSLER MOD VANDHULLER OG PONDSCAPES

Det anslås, at 50-90 % af Europas vandhuller forsvandt i løbet af det 20. århundrede, hovedsageligt på grund af habitatødelæggelse forårsaget af intensivning af landbruget og urbanisering. Historisk set var vores omgivelser dengang meget vådere med mange flere vandhuller end i dag. Dertil kommer, at de fleste tilbageværende vandhuller er påvirket af forurening. I dette afsnit vil vi undersøge effekter af tabet af vandhuller og de største trusler mod vandhuller og pondscales.

Tab af habitater

Tabet af ferskvandshabitater har haft katastrofale konsekvenser for vores dyreliv. I Verdensnaturfondens "Living Planet Report 2022"^[4] fremgår det, at antallet af globalt overvågede ferskvandspopulationer faldet med 83 % siden 1970, hvilket er mere end for terrestriske og marine arter. Mange arter, der tidligere var almindelige i Europas vandhuller, er nu truet eller i fare for at uddø. Reduktionen af antallet af vandhuller har også medført en lavere tæthed af vandhuller og fjernet forbindelserne i form af pondscales i habitatnetværket. Dette øger risikoen for lokal, regional eller endog national uddøen af arter og reducerer antallet af vandhuller, der leverer økosystemtjenester.

Tabet af habitater har også haft en betydelig indflydelse på samfundet. Mange af de forsvundne vandhuller og pondscales spillede en vigtig rolle som vandforsyning til mennesker, landbrug og husdyr samt som steder for rekreative aktiviteter. I dag understreger forskningen vandområdets betydning for menneskers velbefindende og velvære, hvilket bidrager til vores forståelse af den betydelige indvirkning, som tabet af vandhuller og pondscales har haft på mennesker og kulturer.

Forurening

Forurening med næringsstoffer og miljøfarlige stoffer udgør en af de største trusler mod vandhuller, biodiversiteten, som de understøtter, og de økosystemtjenester, som de leverer. Biodiversiteten i ferskvand er særlig afhængig af rent vand for at overleve, og selv små mængder forurening kan skade levesteder og de mest følsomme plante- og dyrearter. Selvom tabet af vandhuller generelt er aftaget eller stabiliseret, udgør forurening stadig en omfattende trussel, og der er tegn på fortsat biodiversitetstab i vandhuller på tværs af landskabet, selv om antallet af vandhuller forbliver konstant.

Forringelsen af vandkvaliteten i vandhuller og andre vådområder skyldes menneskelige aktiviteter som f.eks. landbrug, husdyrhold, turisme, boligudvikling og infrastrukturprojekter som veje og jernbaner. Ifølge Det Europæiske Miljøagentur er 22 % af Europas floder og større søer samt 28 % af grundvandsarealerne markant påvirket af diffus forurening fra konventionelt landbrug, herunder næringsstoffer som kvælstof- og fosforforbindelser samt pesticider. Selvom der ikke findes EU-dækkende statistikker for forureningen af vandhuller, tyder undersøgelser i **PONDERFUL**-projektet på, at omkring 80 % af de undersøgte områder havde høje næringsstofkoncentrationer, hvilket indikerer udbredt forurening med kvælstof og fosfor.



Dårlig vandkvalitet er til skade for hele ferskvandsmiljøet, men vandhuller er særligt sårbare over for dårlig vandkvalitet på grund af deres lille størrelse og lavvandede natur, hvilket betyder, at de har et lavt vandvolumen til at fortynde forurenende stoffer. Desuden er en stor del af deres biodiversitet meget følsom over for vandforurening (f.eks. padder, guldsmede og døgnfluer). For vandhuller, der er forbundet med vandløb og grøfter, er risikoen endnu større, da vandhuller ofte tilføres forurenede vand.



Habitatødelæggelse og vandforurening udgør en trussel mod vandhuller og pondscares.

Klimaforandringer

Klimaforandringerne påvirker allerede ferskvandsmiljøet markant. For eksempel vil en stigende vandstand i havet sandsynligvis skade kystnære vådområder, herunder vandhuller, og bestandene af specialiserede planter og dyr, der lever her^[5]. De højere gennemsnitstemperaturer og ændringer i årstidernes tidsmæssige mønstre fører også til ændringer i vandhulsrelaterede arters yngleadfærd, livscyklus og geografiske udbredelsesområder.

Ekstreme vejrforhold udgør en yderligere trussel mod vandhuller og pondscares. Høje nedbørsmængder og oversvømmelser kan for eksempel øge forureningsudledningen til alle typer vandhuller. Temporære vandhuller, der er afhængige af regelmæssig udtørring, oplever allerede længere perioder med tørke som følge af klimaforandringer^[6], både i Sydeuropa og på højere breddegrader. Alvorlig tørke forventes at reducere den tid, temporære vandhuller holder på vandet, hvilket kan skade de plante- og dyresamfund, som de understøtter, især i Middelhavsområdet, hvor nogle vandhuller nu er permanent tørret ud. Selv hvor vandhullerne ikke tørrer helt ud, kan vandstanden i semi-permanente og temporære vandhuller blive lavere som følge af mindsket nedbør og øget fordampningshastighed, hvilket kan øge eutrofieringen, da opløste næringsstoffer bliver mere koncentreret.

Klimaforandringerne medfører funktionelle ændringer i vandhullernes plante- og dyresamfund i form af flere tørketolerante arter og færre funktionelle grupper af hvirvelløse dyr. Disse ændringer vil sandsynligvis ændre økosystemernes funktion og resultere i et alvorligt tab af ferskvandsbiodiversitet samt begrænse de økosystemtjenester, som temporære vandhuller normalt leverer. Faldet i omfanget af økosystemtjenester omfatter bl.a. reduceret vandforsyning til husdyr og øgede kulstofemissioner, eftersom vandhullerne udtørre hyppigere.

Ikke-hjemmehørende arter

Ikke-hjemmehørende arter udgør en global trussel mod ferskvandsøkosystemer, herunder enkelte vandhuller og hele pondscares. Ikke-hjemmehørende planter og dyr påvirker vandhuller ved at udkonkurrere hjemmehørende arter og overtage deres plads og ressourcer.

For eksempel konkurrerer ikke-hjemmehørende vandplanter som newzealandsk korsarve (*Crassula helmsii*) med de hjemmehørende planter om plads og ressourcer. Ikke-hjemmehørende fisk, såsom *Carassius auratus*, der har en hurtig reproduktionsevne, kan medføre tilbagegang for hjemmehørende fisk og andre akvatiske arter. Den ikke-hjemmehørende flodkrebs *Procambarus clarkii* kan også skade plantesamfundene i temporære vandhuller i Middelhavsområdet. Ikke-hjemmehørende



arter kan bringe sygdomme og parasitter med sig, hvilket udgør en særlig risiko for hjemmehørende arter, især for paddebestande. Ikke-hjemmehørende krebs er også en udfordring andre steder i Europa, selv om vandhuller generelt ikke er så påvirkede, fordi de er mere isolerede fra netværket af floder og vandløb. Ikke-hjemmehørende terrapiner (f.eks. nordamerikansk terrapin *Trachemys scripta*) forekommer også ofte i europæiske vandhuller.

Det er ofte yderst vanskeligt eller umuligt at kontrollere etablerede ikke-hjemmehørende arter i vandhuller, hvilket understreger vigtigheden af at forhindre deres introduktion. En hurtig indsats for at udrydde ikke-hjemmehørende arter, så snart de koloniserer vandhuller, kan nogle gange forhindre, at de etablerer og spreder sig.



© Rhododendrites



© Ashley Balsam Baz



© Miroslav Cvetič

Ikke-hjemmehørende arter: *Trachemys scripta* (over), *Crassula helmsii* (venstre), *Carassius auratus* (højre).



Ændringer i arealanvendelse og forvaltningspraksis

Vandhuller og pondscales blev traditionelt brugt til en lang række forskellige formål i landbruget, skovbruget og industrien og blev aktivt forvaltet i overensstemmelse hermed. Men med den intensiverede arealanvendelse og industri er forvaltningen af vandhuller blevet opgivet i mange områder. Dette har resulteret i tilgroning, opmudring, overskygning og tab af biodiversitet på både vandhuls- og pondscape-niveau. Især områder, hvor traditionel husdyrgræsning er blevet erstattet af mere intensive dyrkningsformer, har oplevet tab af vandhuller og manglende eller dårlig forvaltning af de tilbageværende vandhuller. Manglende forstyrrelse, eksempelvis hegn, der lukker husdyr ude, eller, omvendt, for meget forstyrrelse, såsom overgræsning, kan begge reducere vandhullernes biodiversitetsværdi. Dårlig forvaltning kan også påvirke vandhullernes funktion i forhold til vandfordeling og kontrol af forurening.

2.4 FORVALTNING, GENOPRETNING OG ETABLERING AF VANDHULLER

Vandhuller er stadig utilstrækkeligt repræsenteret i miljølovgivningen, selv om der gøres visse fremskridt. I Europa er der tre hovedlovgivninger, der yder varierende grader af støtte til beskyttelse og forvaltning af vandhuller og pondscales:

- Naturgenopretningsloven
- Vandrammedirektivet
- Habitatdirektivet

Vandhuller og pondscales i politik

Individuelle EU-medlemsstater og lande uden for Europa har også nationale og regionale love til beskyttelse af små vandområder. RAMSAR-konventionen har for nylig vedtaget en resolution om bevarelse og forvaltning af små vådområder, inklusive vandhuller (Resolution XIV.15 "Enhancing the conservation and management of small wetlands"). Vandhuller er også repræsenteret i Global Wetland Outlook 2018 og Global Wetland Outlook 2021, hvor konventionen indlemmer vandhuller i sin definition af vådområder.

Vandhuller og pondscales i politik er detaljeret dækket i **PONDERFUL's** politiske vejledningsdokument: *Brug af vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger*.





3. Vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger til at håndtere samfundsmæssige udfordringer

3.1 INTRODUKTION TIL VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER

Vandhuller og pondscares kan bidrage til løsninger på samfundsmæssige udfordringer. Disse omfatter beskyttelse og forbedring af biodiversitet, reduktion af katastroferisici (f.eks. oversvømmelser og brandslukning) samt beskyttelse af menneskers sundhed (f.eks. forbedring af fysisk sundhed og mental trivsel). De bidrager også til afbødning af og tilpasning til klimaforandringer, fungerer som vandressourcer til husdyr eller kunstvandning og understøtter social og økonomisk udvikling, herunder fritidsaktiviteter som eksempelvis vandreture og vandsport, naturoplevelser såsom iagttagelse af vilde dyr samt fødevarerproduktion som fiskeri og husdyravl. Som beskrevet i denne håndbog, er disse naturbaserede løsninger særligt velegnede til at imødegå flere af de store udfordringer, som klimaforandringerne har medført.

I denne håndbog anvender vi rammen udviklet af IUCN, som anerkender den voksende videnskabelige konsensus om, at "naturen er afgørende for menneskelig eksistens og livskvalitet". Manglende anerkendelse af denne kendsgerning fører ikke alene til en økonomisk vækstmodel, der underminerer fremtidige økonomier og bidrager væsentligt til tabet af biodiversitet, også muligheden for at bruge naturen til at adressere store samfundsmæssige udfordringer såsom klimaforandringer, menneskers sundhed, fødevarer sikkerhed og reduktion af katastroferisici går tabt. Her forklarer vi, hvordan vandhuller og pondscares kan tilbyde mange fordele i mange forskellige sammenhænge, samtidig med at de støtter beskyttelsen af naturlige ferskvandsmiljøer. Dermed kan beskyttelse og forvaltning af vandhuller og pondscares spille en afgørende rolle i håndteringen af samfundsmæssige udfordringer og sikre, at biodiversitetens betydning integreres i andres sektors standardpraksis.

Vandhullets karakter, bestemt af jord, geologi, hydrologi, klima og den lokale kulturelle, økonomiske og socio-politiske kontekst, bestemmer de samfundsmæssige udfordringer, som vandhuller kan bidrage til at løse. Mange vandhuller og pondscares fungerer som populære fritidsdestinationer og bruges til rekreation og miljøoplysning. Deres betydning kan være lokal, biologisk (som vandhuller i naturreservater), arkæologisk (f.eks. middelalderlige fiskedamme i England og stengrave i Catalonien^[7]) eller nylig (krigsbombekraterer under anden verdenskrig). Forvaltere bør være opmærksomme på disse specifikke lokale karakteristika og værdier. Der findes f.eks. retningslinjer for forvaltning af fiskedamme inden for akvakultur^[8] og beskyttelse af vandhuller af arkæologisk interesse.

Med stigende anerkendelse af vandhullers mange fordele, takket være forvaltning og forskning, ser vi en udvikling i retning af nye anvendelser af vandhuller og pondscares ud over traditionelle formål som havedamme, landbrugsdamme og fiskedamme. Disse omfatter bidrag til menneskers trivsel og rekreation i bymæssige områder, håndtering af vandforurening gennem bæredygtig dræning og bevarelse af biodiversitet. Disse dynamiske forhold mellem samfund og vandhuller illustrerer udviklingen i det 21. århundrede.

Alle, der er involveret i forvaltning af vandhuller og pondscares, skal foretage en række betragtninger omkring sociale, økologiske, politiske (lokale, regionale og nationale), kulturelle og økonomiske sammenhænge for at sikre levering af naturgoder og økosystemtjenester både nu og i fremtiden. Derfor er det afgørende at inddrage så mange interessenter og brugere fra relevante sektorer som muligt, herunder alle niveauer af vandhullerforvaltning. Det kræver ofte forhandlinger at finde konstruktive og effektive kompromiser mellem modstridende interesser, som beskrevet i kapitel 4.

For at naturbaserede løsninger, der involverer vandhuller, kan lykkes på lang sigt, er det essentielt at øge den offentlige bevidsthed om og accept af deres fordele. En effektiv tilgang til dette er at integrere synspunkter og ideer fra lokalbefolkningen i arbejdet med vandhuller. Feedback fra lokalbefolkningen kan bidrage til at identificere problemer på forhånd og til at prioritere målene for forvaltning, genopretning eller etablering af pondscares. Dette vil sandsynligvis forbedre livskvaliteten for mennesker og fremme den miljømæssige bæredygtighed i projekter, der anvender vandhuller som naturbaserede løsninger. En nyttig ressource til teknikker til at mobilisere civilsamfundet er EU's gør-det-selv-manual – "Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation".^[9]





Fig. 3 - Vandhuller og pondscapes er naturbaserede løsninger til afbødning af og tilpasning til klimaforandringer og giver mange fordele for menneskers trivsel og biodiversitet.



Tablet 2 - Vandhuller og pondscares repræsenterer effektive naturbaserede løsninger til at håndtere de syv globale samfundsudfordringer identificeret af IUCN.



MILJØFORRINGELSE OG TAB AF BIODIVERSITET

Vandhuller har en væsentlig betydning for bevarelsen af biodiversitet, og pondscares er kendt som hotspots for biodiversitet. På trods af dette er de ofte oversete og undervurderede.



REDUKTION AF KATASTROFERISICI

Vandhuller og pondscares spiller en væsentlig rolle i at mindske oversvømmelser og udgør desuden en vigtig vandressource til bekæmpelse af brande.



MENNESKERS SUNDHED

Vandhuller og pondscares giver mange fordele for samfundet, herunder støtte til sundhed og livskvalitet, rum til motion eller socialt samvær samt æstetiske oplevelser og oplysningsmæssige og rekreative aktiviteter.



AFBØDNING AF OG TILPASNING TIL KLIMAFORANDRINGER

Med deres hyppige forekomst og høje produktivitet har vandhuller stor indflydelse på kulstofkredsløbet ved at fungere som både kulstoflager og kulstofkilde.



VANDFORVALTNING

Pondscares udgør en vandreserve, der er yderst vigtig i situationer med vandknaphed. De er særligt gavnlige som vandforsyning til dyr og til vanding af afgrøder.



FØDEVARESIKKERHED

Vandhuller og pondscares er økosystemer, som kan producere mad direkte (f.eks. krebsdyr, fisk, padder og vandfugle). Desuden benyttes de til vanding af både husdyr og vilde dyr.



SOCIAL OG ØKONOMISK UDVIKLING

På grund af deres tætte forbindelse til samfundet understøtter vandhuller og pondscares en række socioøkonomiske aktiviteter, herunder fritidsaktiviteter som vandreture og vandsport, naturoplevelser som iagttagelse af dyreliv samt fødevareproduktion som fiskeri og husdyravl.



3.2 VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM LEVERANDØRER AF ØKOSYSTEMTJENESTER OG NATURBIDRAG TIL MENSKER: EN OVERSIGT

Vandhuller og pondscales gavner biodiversiteten ved sammen at understøtte flere plante- og dyrearter end floder, vandløb og søer og ved at yde en lang række økosystemtjenester og naturbidrag til mennesker. Disse tjenester omfatter vandforsyning, oversvømmelseskontrol, grundvandsdannelse, forureningsreduktion, rekreation, fysiske og mentale oplevelser samt turisme. Potentialet for vandhuller og pondscales til at levere flere økosystemtjenester gør dem til fremragende naturbaserede løsninger. Sunde vandhuller kan øge modstandsdygtigheden over for forstyrrelser (f.eks. skovbrande og tørke). Skader på organismer eller økosystemprocesser i enkelte vandhuller kan genoprettes, hvis der findes andre sunde vandhuller i det samme pondscape.^[10]

Vandhullers økosystemtjenester afhænger af deres unikke karakter og løbende forvaltning. Isoleret set rummer et enkelt vandhul allerede værdifulde habitater for dyrelivet og leverer flere andre økosystemtjenester. Ifølge IPBES' 18 kategorier af naturbidrag til mennesker er vandhuller særligt effektive til at adressere de 11. En undersøgelse af **PONDERFUL's** demonstrationsområder viste, at lokalbefolkningen og interessenter primært forventer, at vandhuller skaber levesteder for dyr og planter samt tilbyder kulturelle tjenester såsom fysiske og mentale oplevelser, læring og inspiration. Forvaltere bør derfor øge bevidstheden om disse andre, ofte undervurderede fordele.

Intet vandhul forventes at håndtere alle samfundsudfordringer alene eller at yde alle de naturbidrag til mennesker, som denne håndbog dækker. Desuden kan nogle af fordelene ved vandhuller være begrænset af deres lille størrelse. Ikke desto mindre skaber de samlede fordele ved flere vandhuller, der yder de samme økosystemtjenester, eller mange vandhuller, der leverer forskellige økosystemtjenester (multifunktionalitet), et pondscape, som er særligt værdifuldt for tilpasning til og afbødning af klimaforandringer, bevarelse af biodiversitet samt levering af økosystemtjenester og andre naturbidrag til mennesker.

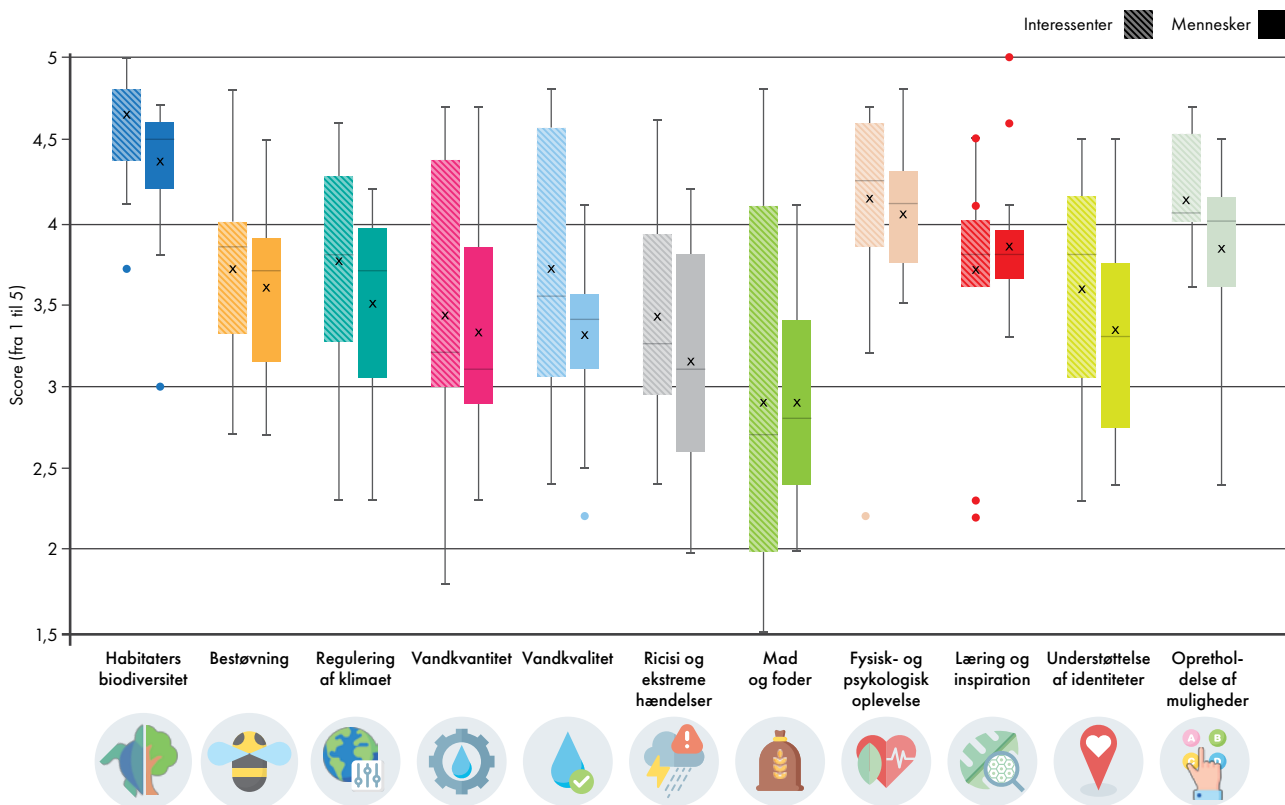


Fig. 4 - Interessenterne og den brede offentlighed forventninger til naturens bidrag til mennesker fra vandhuller og pondscales (**PONDERFUL**-undersøgelse). Boksplottene repræsenterer synteserne af scorerne (fra 1 til 5 – fra meget lavt til ekstremt højt forventet bidrag) fra 108 interessenter og 703 personer (fra Storbritannien, Spanien, Tjekkiet, Danmark, Belgien, Tyskland, Tyrkiet og Uruguay). Korset repræsenterer middelværdien, og den vandrette bjælke viser medianen.

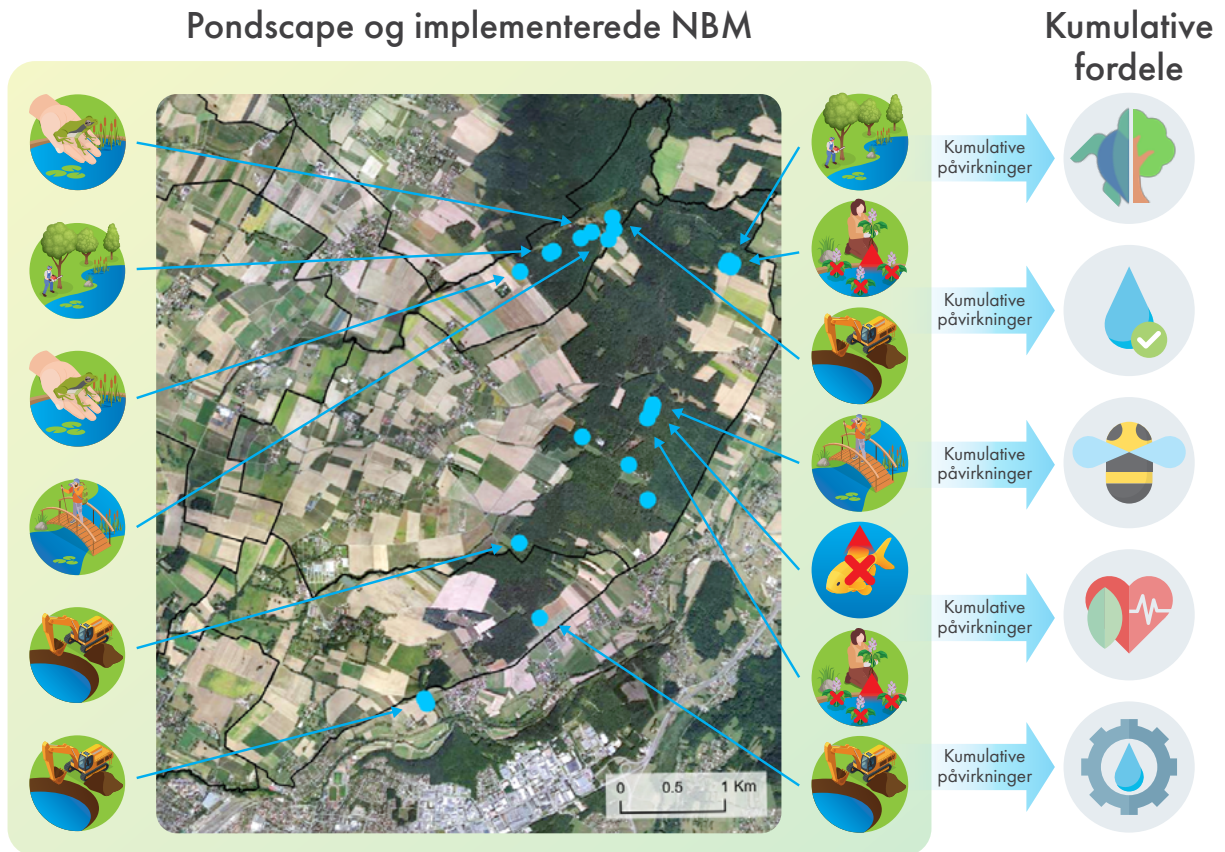


Fig. 5 - Vandhuller leverer mange naturbidrag til mennesker (eller andre fordele) som følge af de implementerede naturbaserede løsninger i Bois de Jussy, et pondscape i Schweiz. Se succeshistorie 6.1 og 6.3.

3.3 VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER TIL AFBØDNING AF OG TILPASNING TIL KLIMAFORANDRINGER

Vandhuller og pondscapes leverer tjenester, der bidrager til tilpasning til og afbødning af effekter af klimaforandringer

Klimaforandringer er en afgørende udfordring for det moderne samfund og har flere negative indvirkninger på menneskers trivsel:

- Øget risiko for katastrofer som følge af hyppigere og mere intense oversvømmelser og brande.
- Vandmængden falder, hvilket resulterer i lavere tilgængelighed af vand til både økosystemer og menneskelige behov. Denne vandmangel forværres af vandforurening.
- Lavere fødevarer sikkerhed på grund af reduceret vandtilgængelighed og dårligere vandkvalitet.
- Yderligere tilbagegang i biodiversiteten som følge af ændrede temperatur- og hydrologiforhold samt ændringer i arealanvendelsen til skade for planter og dyrs levesteder.

Vandhuller og pondscapes kan bruges til effektivt at imødegå disse udfordringer. Specifikt:

- Klimaforandringer (og temperaturstigninger) kan afbødes ved at forvalte vandhuller med henblik på at reducere deres produktion af drivhusgasser.
- Kølende fritidsaktiviteter (f.eks. vandreture, svømning, hvile) kan øges og diversificeres ved at oprette vandhuller.
- Vandkvaliteten vil blive forbedret ved at etablere vandhuller, der er i stand til at rense vand.
- Etableringen af nye vandreserver vil øge vandmængden.
- Oversvømmelsesrisikoen kan reduceres ved at etablere regnvandsbassiner, og brande kan bekæmpes med vand fra vandhuller.
- Fødevarerproduktion (kvæg, fisk) vil få gavn af vandhuller, der leverer vand, og ved etablering af fiskedamme.
- Biodiversiteten vil gavnnes ved etableringen af alle typer nye vandhuller, hvis de er hensigtsmæssigt udformede og beskyttede mod forurening samt tilbyder forskellige levesteder.

Vandhuller og pondscapes kan effektivt bidrage til at imødegå disse udfordringer på følgende måder:

- Klimaforandringer (og temperaturstigninger): Forvaltning af vandhuller kan reducere deres bidrag til drivhusgasproduktion.



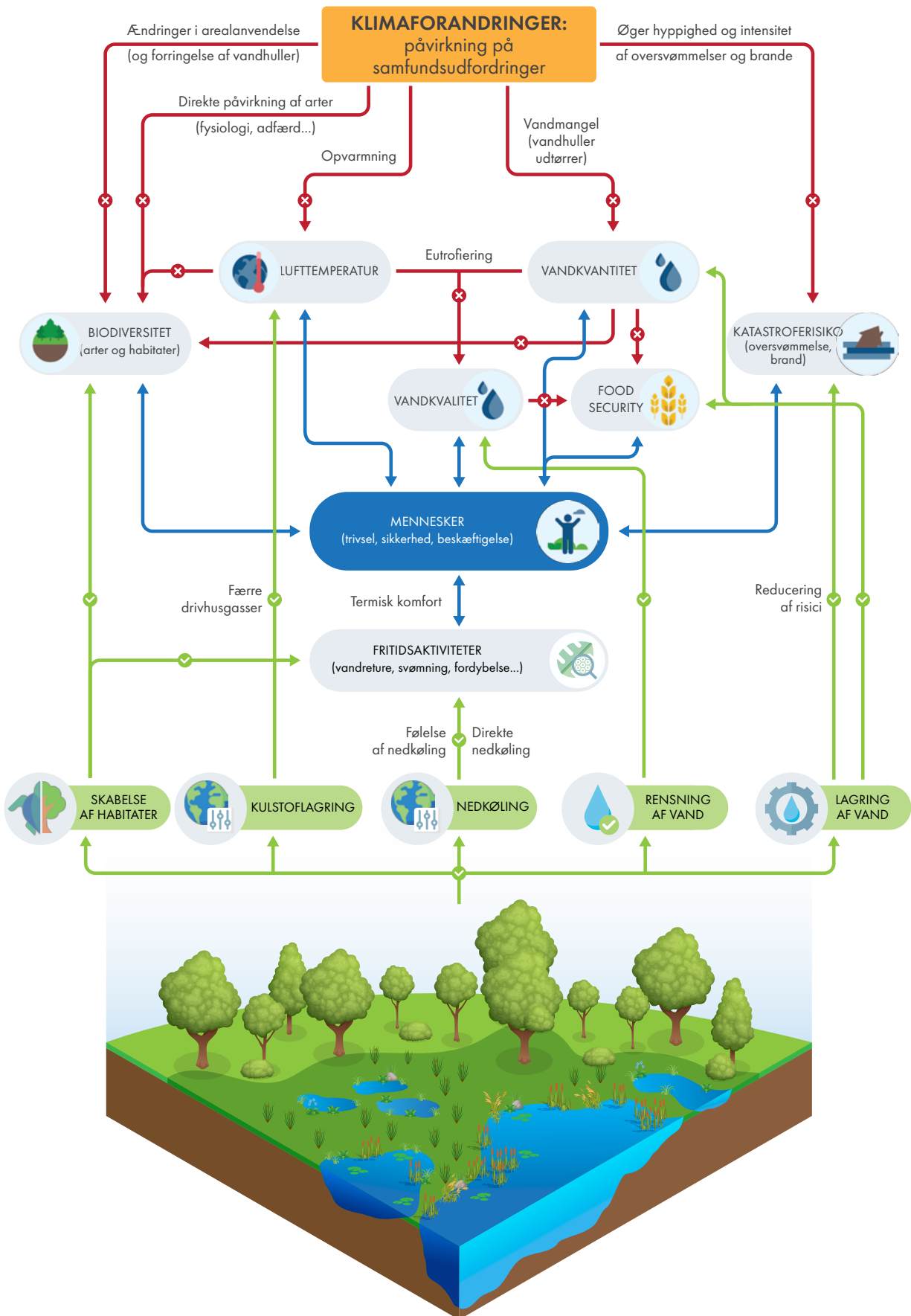


Fig. 6 - Pondscapes kan hjælpe os med at håndtere mange af de samfundsmæssige udfordringer, vi står over for som følge af klimaforandringer, og kan levere mange naturbidrag til mennesker.



- Fritidsaktiviteter: Etableringen af vandhuller diversificerer og øger mulighederne for kølende fritidsaktiviteter som vandreture, svømning og hvile.
- Vandkvalitet: Etablering af vandhuller med vandrensende kapacitet forbedrer vandkvaliteten.
- Vandressourcer: Opbygning af nye vandreserver øger tilgængeligheden af vand.
- Oversvømmelsesrisiko: Etablering af regnvandsbassiner kan reducere oversvømmelsesrisikoen, og vandhuller kan bruges til brandslukning.
- Fødevarerproduktion: Vandhuller understøtter vandforsyning til kvæg og fisk, og fiskedamme kan anlægges for at øge fødevarerproduktionen.
- Biodiversitet: Etablering af vandhuller, der er korrekt udformet og beskyttet mod forurening, bidrager til at forbedre biodiversiteten ved at tilbyde forskellige levesteder.

Bidrag fra vandhuller og pondscares til at bremse tilbagegangen i biodiversitet som følge af klimaforandringer: spredning, tilflugtssteder og regionale artspuljer

Forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller er naturbaserede løsninger, der spiller en afgørende rolle for at bremse tilbagegangen af ferskvandsbiodiversiteten forårsaget af klimaforandringer, især ved at:

- forbedre forbindelserne mellem levesteder for vandlevende og terrestriske organismer.
- fungere som tilflugtssteder fra klimapåvirkninger.
- vedligeholde regionale artspuljer.
- afbøde virkningerne af klimaforandringer, som sandsynligvis vil øge tørkeperioder og mængden af forurenede vand.

Som den mest diverse del af vandmiljøet i mange landskaber bidrager vandhuller væsentligt til at opretholde mangfoldigheden af ferskvandsdyr og -planter på alle de steder, hvor de findes. Bevarelse, etablering og bæredygtig forvaltning af vandhuller er derfor afgørende for at opretholde og øge ferskvandsbiodiversiteten i et klima under forandring.

Øget tilknytning mellem levesteder

Vandhuller er vigtige landskabselementer, der forbinder forskellige levesteder og kan fungere som trædesten eller korridorer. Dette giver dyr og planter mulighed for at bevæge sig og sprede sig i fragmenterede landskaber. Ved at give individer mulighed for at bevæge sig bidrager vandhuller til spredning og muliggør også migration til køligere områder i tilfælde af klimaforandringer, hvilket fremmer genflowet mellem bestande. Genetisk udveksling er essentiel for at opretholde sunde bestande, da den øger deres tilpasningsevne og modstandsdygtighed over for ændrede miljøforhold, herunder klimaforandringer.

Spredning er særligt vigtig for at muliggøre dyr og planter tilpasning til klimaforandringer, da mange arter vil være nødt til at ændre deres geografiske udbredelse, f.eks. mod højere breddegrader eller større højder. Den rige biodiversitet i vandhuller betyder, at disse små vandområder også kan bidrage til at genoprette bestande i nærliggende områder, der lider under klimaforårsagede tab af biodiversitet. Dette vil øge landskabets modstandsdygtighed over for tab af ferskvandsbiodiversitet.

Et eksempel på betydningen af spredning er genkoloniseringen af to søer på Sicilien fra omkringliggende vandhuller: Biviere di Gela-søen, der har et tæt netværk af hundredvis af permanente og temporære vandhuller, og Pergusa-søen, som ikke har et sådant netværk. Begge søer var tørret ud på grund af regionalt overforbrug af grundvand, hvilket sænkede vandstanden. Efter genopfyldning etablerede Biviere di Gela-søen, med sit tætte netværk af omgivende vandhuller, en rigere algeflore end Pergusa-søen uden tilstødende vandhuller. Planteplankton og mange større organismer kunne opretholde et mere varieret samfund af alger i området med et tilstødende netværk af vandhuller sammenlignet med området med færre vandhuller.^[11]

Vandhuller som klima-tilflugtssteder

Vandhuller tilbyder en bred vifte af levesteder, hvilket giver naturlige tilflugtssteder for mange arter. Denne mangfoldighed af levesteder skyldes forskelle i hydrologi (permanent eller midlertidig vandstand), lokale jordbundstyper (lerdominerede versus sanddominerede) samt variationer i skygge og vegetationstæthed (sparsom eller tæt vegetation).

Set i lyset af klimaforandringerne, der gør større og mere ensartede ferskvandshabitater som f.eks. søer, vandløb og floder uegnede som levesteder for mange arter, betyder diversiteten af levesteder i vandhuller, at de sandsynligvis vil fortsætte med at tilbyde betingelser, der muliggør overlevelse for en mangfoldig flora og fauna. Dette skyldes den store variation mellem vandhuller, selv inden for små geografiske områder.

Et eksempel på etableringen af vandhuller som klima-tilflugtssted findes i Storbritannien for arten lille kærguldsmed (*Leucorhina dubia*), der kræver et køligt klima og i øjeblikket trækker sig nordpå. Konkurrence fra andre guldsmedearter, der udvider deres udbredelsesområde på grund af klimaforandringer, kan have spillet en rolle i dens tilbagegang. Laboratorieundersøgelser viser desuden, at larver af lille kærguldsmed har reducerede vækstrater under varmere forhold. I det nordvestlige England har etableringen af nye vandhuller af høj kvalitet i tørvemoser, kombineret med korrekt forvaltning af terrestriske habitater, sandsynligvis forhindret regional udryddelse af arten som følge af det varmere klima. Etableringen af disse nye vandhuller skaber yderligere levesteder, der styrker små bestande af arten, så længe artens overordnede klimalomme forbliver egnet.^[12]



Forøgelse af tætheden af netværket af vandhuller øger metabestandene af de fleste arter, hvilket styrker deres modstandsdygtighed over for klimaforandringernes virkninger. I Europa, især Sydeuropa, forventes hydroperioden (hvor længe vandhullerne er fyldt) at blive mere uforudsigelig og betydeligt kortere. Derfor er bevarelse eller etablering af vandhullsdiversitet afgørende for at opretholde betingelser, der muliggør overlevelse for en varieret akvatisk flora og fauna. Vandhuller er også af væsentlig betydning for den terrestriske biodiversitet, da de udgør en vigtig vandkilde i nogle tørre regioner.

Bevarelse af regionale artspuljer

For at sikre ferskvandsbestandenes modstandsdygtighed er det sandsynligvis nødvendigt at opretholde regionale artspuljer. Et eksempel herpå ses i Schweiz, hvor højtliggende vandhulskomplekser bevarer bestandene af koldt vandstilpassede arter på trods af stigende vandtemperaturer.^[13] I Centraleuropa har etableringen af rentvandsbassiner af høj kvalitet bidraget til at opretholde den regionale artspulje ved at skabe habitater for truede padder, som ikke kan overleve i det traditionelle pondscape. Selv om vandhuller allerede er udbredt i dette landskab, er deres kvalitet ofte ikke tilstrækkelig til at bevare sjældne arter, medmindre pondscapet styrkes med nye vandhuller med høj kvalitet.

Boks 2. Hvad er "rent vand"?

Rent vand defineres som vand, der har en kemi og biologi, som ville være normal for et givet område uden menneskelig forstyrrelse. Dette kaldes almindeligvis "referencetilstanden", "minimalt forringet vandkvalitet" eller "naturligt baggrunds niveau". Denne definition af rent vand svarer til "høj" tilstand i EU's vandrammedirektiv

Afbødning af virkningerne af klimaforandringer, som kan øge mængden af forurenede vand

Stigende temperaturer vil kraftigt forstærke effekten af øget næringsstofftilførsel. Derfor kan tilførsel af vand med lavt næringsstofindhold til landskabet gennem etableringen af nye vandhuller med rent vand være et vigtigt værktøj til at afbøde klimaforandringer. Et praktisk eksempel herpå ses i **PONDERFUL**-demonstrationsområdet "Water Friendly Farming", hvor etableringen af vandhuller næsten har fordoblet arealet af rent vand i landskabet (se succeshistorie 6.4).

3.4 VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER TIL ETABLERING OG VEDLIGEHOLDELSE AF LEVESTEDER

Vandhuller er levesteder med høj artsrigdom og biodiversitet, som understøtter flere ferskvands- og vådområdearter end noget andet ferskvandshabitat. De understøtter også en rig biodiversitet af terrestriske planter og semi-akvatisk dyr. Samlet set understøtter vandhuller også flere usædvanlige og truede arter end andre ferskvandshabitater.

Vandhuller understøtter alle hovedgrupper af ferskvandsplanter og dyr, kun diversiteten af fisk og fugle er højere i større vandområder. Vandhuller udgør vigtige levesteder for padder og en lang række hvirvelløse dyr, de understøtter en betydelig del af alle planter i ferskvand og vådområder, og diversiteten af deres algesamfund har formentlig ikke deres lige andre steder. Kun insektgrupper, der normalt forbindes med kolde vandløb og floder, såsom slørvinger, døgnfluer og vårfluer, er mindre varierede i vandhuller end i vandløb, floder og søer. I store oversvømmede vådområder er vandhuller, der er permanent eller periodisk forbundet med hovedkanalen, vigtige for fisk.

Mange sjældne og truede ferskvandsarter gør brug af vandhuller og er ofte afhængige af dem. I Europa omfatter eksempler på disse truede hvirvelløse dyr damrokkerne *Triops baeticus* og *T. vicentinus*, der findes i temporære vandhuller i middelhavsområdet på den iberiske halvø, guldsmeden *Lestes macrostigma*, en art, der findes i brække kystnære vandhuller og søer inde i landet, og vandbillen *Graphoderus bilineatus*, der lever i vandhuller og små søer i Nordeuropa. Derudover understøtter vandhuller 33 padderarter og otte lenticke arter af guldsmed omfattet af bilag 4 i EU's habitatdirektiv og 29 vandplantearter opført i bilag 2 i habitatdirektivet.

Truede vandplanter i vandhuller omfatter specialiserede arter i temporære vandhuller i middelhavsområdet som liden pilledrager (*Pilularia minuta*), Isoetes setaceum (art af brasenføde) og dunet kløverbregne (*Marsilea batardae*). I Centraleuropa findes den "næsten truede" vandplante *Damsonium alisma* hovedsageligt i vandhuller. Længere mod nord fungerer vandhuller som levesteder for arter som korsarve (*Crassula aquatica*), kattehale (*Lythrum thesioides*), almindelig vandranke (*Luronium natans*) og liden najade (*Najas flexilis*).

Padder forbundet med vandhuller omfatter truede arter med meget begrænsede udbredelsesområder såsom appeninsk gulbuget tudse (*Bombina pachypus*), tyrrenisk malet frø (*Discoglossus sardus*) og italiensk frø (*Rana latastei*) samt flere mere udbredte truede arter, der er opført i EU's habitatdirektiv (f.eks. gulbuget klokkefrø (*Bombina variegata*), stor vandsalamander (*Triturus cristatus*) og strandtudse (*Epidalea calamita*)).



Selv om fiskebestande normalt er mindre forskelligartede i vandhuller end i større søer, kan vandhuller i eller nær naturligt oversvømmede vådområder stadig understøtte fiskebestande, der er lige så varierede som i vandløb. Vandhuller, der ikke er permanent forbundet med hovedvandløbet, kan også være vigtige for fisk. Vandhuller understøtter truede fiskearter som europæisk ål (*Anguilla anguilla*) og iberisk tandkarpe (*Aphanius iberus*) samt sjældne fuglearter, som optræder på den europæiske rødliste, f.eks. sorthalset lappedykker (*Podiceps nigricollis*) og spidsand (*Anas acuta*), der bruger vandhuller som ynglesteder.

Ud over at være artsrige akvatiske levesteder er der øgede tegn på, at det areal omkring pondscapes også har en rigere biodiversitet, end det ville have haft uden vandhuller. Pondscapes omfatter alle former for terrestriske levesteder, fra bjergtoppe til dybe skove, og de kan være bebyggede, opdyrkede eller uberørte. Forvaltningen af pondscapes har, som det er tilfældet for alle ferskvandsområder, en betydelig indvirkning på vandhullerne. Vandhullerne påvirker også landskabet; eksempelvis er flagermus mere tilbøjelige til at bruge skovhabitater med vandhuller, insekter fra vandhuller fungerer som føde for insektædende fugle, og paddler, der samler sig ved vandhuller, fungerer som føde for hvirveldyr som f.eks. hvide storke og hvepsevåger.



▲ *Bombina variegata* © Benny Trapp

▼ *Triturus cristatus* © Pieter Jan Alles



▲ *Emys orbicularis* © João Manuel Lima

Tre arter, der er typiske for truede vandhuller i Europa (opført i bilagene til EU's habitatdirektiv).



▲ *Damasonium alisma*† © Beat Oertli

▼ *Triops baeticus* © jmnveiva



▲ *Discoglossus sardus* © Benny Trapp

Tre sjældne arter, der er typiske for temporære vandhuller i middelhavsområdet, og som er truet i Europa (sårbare eller truede på IUCN's rødliste for Europa† eller i bilag IV til habitatdirektivet *).



Flere typer af vandhuller opfylder kriterierne for naturtyper i bilag I til EU's habitatdirektiv, og disse skal i EU-28, Island, Norge, Schweiz og Balkanlandene opretholdes i eller genoprettes til gunstig bevaringstilstand. I Storbritannien forbliver vandhuller, der oprindeligt blev identificeret som bevaringsværdige i habitatdirektivet, prioriterede naturtyper i Natural Environment and Rural Communities Act 2006. Disse er:

- 3110: Lobeliesøer
- 3130: Ret næringsfattige søer og vandhuller med små amfibiske planter ved bredden
- 3140: Kalkrige søer og vandhuller med kransålgler
- 3150: Næringsrige søer og vandhuller med flydeplanter eller store vandaks
- 3160: Brunvandede søer og vandhuller
- 3170: Mediterrane temporære vandhuller
- 3180: Turloughs (hovedsagelig Irland)
- 2190: Fugtige klitlavninger
- 21A0: Machairs (i Skotland og i Irland)

Selv om ikke alle habitat kategorier i EU's bilag I inkluderer ordet "vandhul" i betegnelsen, omfatter alle EU-definitionerne for disse habitat kategorier beskrivelser af vandhuller. Selv om mange vandhuller kategoriseres som prioriterede habitater, er der endnu ikke foretaget en præcis kortlægning af deres placering.

Den biologiske rigdom i vandhuller afspejler sandsynligvis flere faktorer. De repræsenterer en gammel, talrig og naturlig type ferskvandsmiljø, der har eksisteret gennem hele ferskvandsorganismernes evolutionære historie. Dette har sandsynligvis muliggjort udviklingen af artsdiversitet, siden liv opstod i ferskvand. I mange naturlige landskaber ville vandhuller sandsynligvis have været de mest udbredte ferskvandshabitater. Især temporære vandhuller har fungeret som levesteder i millioner af år.

I vådområder findes den største koncentration af vandhuller, som ofte er komplekser af både permanente og temporære vandhuller tæt sammenblandet med søer, vandløb, floder og terrestriske habitater. Eksempler i Europa er Doñana National Park i Spanien, Biebrza-floden i Polen og Hortobágy National Park i Ungarn. I de fleste europæiske sødistrikter (områder, hvor søer er almindelige) er vandhuller faktisk de mest talrige ferskvandshabitater, selv om søerne har et større areal og volumen. De store mosesystemer i Nordeuropa rummer sandsynligvis millioner af vandhuller.

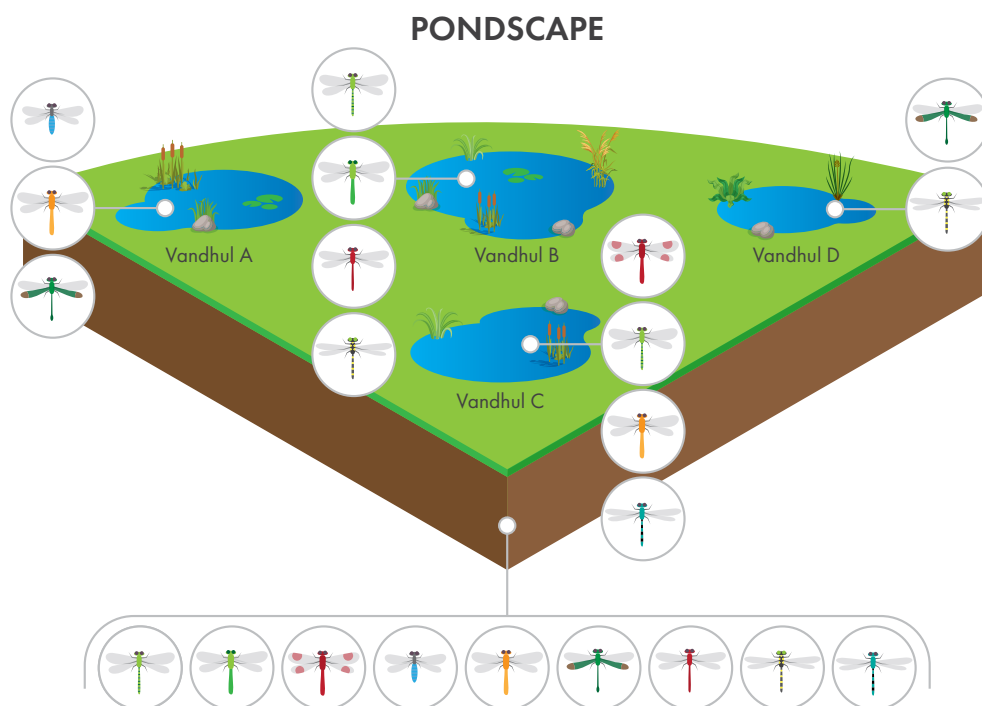


Fig. 7 - Eksempel på, hvordan biodiversiteten beriges i et pondscape. De fire forskellige vandhuller (A, B, C, D) med forskellige fysiske og kemiske egenskaber huser hvert to til fire guldsmedarter (alfarigdom). Da hvert samfund er forskelligt med et lille overlap i artssammensætningen, er betadiversiteten høj (dvs. forskellen mellem vandhuller), og derfor er den samlede artsrigdom i pondscape (gammadiversitet; $A + B + C + D$) markant højere og når op på i alt ni arter.



Vandhuller udgør en betydelig del af de tilbageværende næsten uberørte vandområder i mange landskaber, især i områder domineret af forurenende landbrug eller byområder. På grund af deres små oplande består disse ofte af næsten naturlige arealer (hedeområder, lavinut-græsarealer, skove og ugødede enge) med minimal eller ingen menneskelig påvirkning (f.eks. gødning, pesticider og spildevand). Modsat er større vandområder mere udsat for disse skadelige faktorer.

Det øger også vandhullsmiljøernes artsrigdom, at de udgør vigtige tilflugtssteder for arter, der kræver forureningsfrit vand (rent vand), som nu ofte mangler i større vandmiljøer. I landskaber med mange vandhuller skaber den hyppige forekomst af disse, beskyttelsen mod stressfaktorer og den naturlige variation en usædvanlig biologisk rigdom og diversitet.

Pondscales sammenlignet med andre ferskvandshabitater

Vandhuller er fysisk og kemisk forskellige fra vandløb og floder, hvilket bidrager til en mangfoldighed af ferskvandsorganismer. I begyndelsen af 2000'erne dukkede de første beviser for vandhullernes artsrigdom op gennem Freshwater Habitats Trusts arbejde i Storbritannien^[14]. I modsætning til forventningerne fandt man, at vandhuller i et typisk europæisk landbrugslandskab samlet set understøtter flere arter af ferskvandsplanter og akvatiske makroinvertebrater end floder, søer, vandløb og grøfter (Fig. 8).

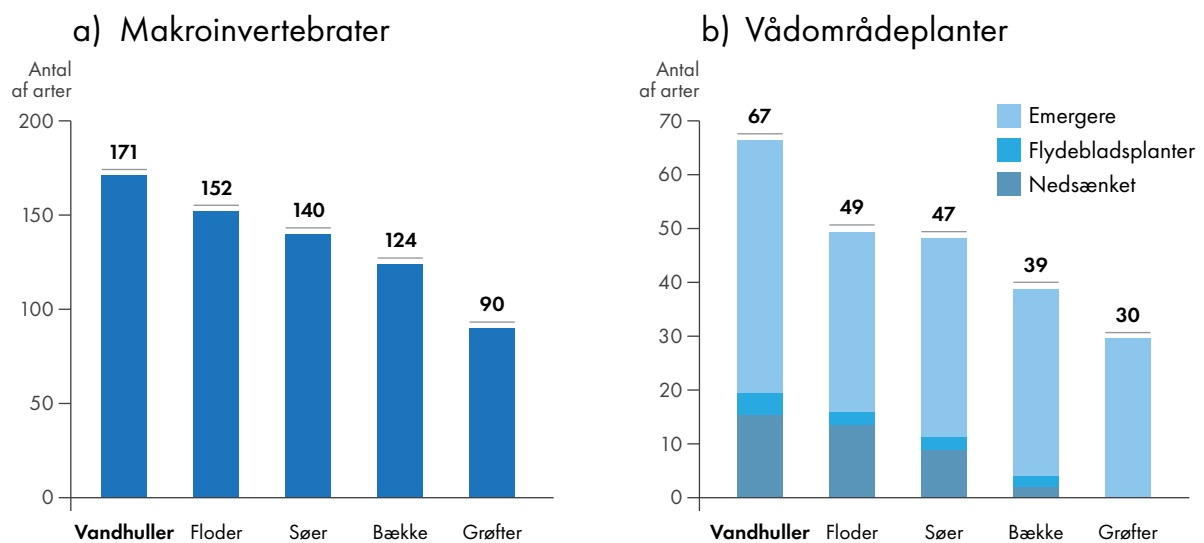


Fig. 8 - En undersøgelse foretaget af Freshwater Habitats Trust (UK) i et landbrugslandskab fandt, at vandhuller samlet set understøttede flere arter af ferskvandsplanter og akvatiske makroinvertebrater end andre vandmiljøer.^[14]

Det samme mønster blev påvist i højlands- og lavlandslandskaber i Storbritannien, Danmark, Tyskland, Frankrig, Polen, Kina og Bhutan. **PONDERFUL's** demonstrationsområde Water Friendly Farming er et fremragende eksempel på vandhullers store bidrag til ferskvandsbiodiversiteten i landskabet (se succeshistorien i kapitel 6). Det vides endnu ikke, om det samme mønster også forekommer på den sydlige halvkugle og i tropenerne.



Muligheder og begrænsninger for brug af vandhuller til beskyttelse af ferskvandsbiodiversitet

Vandhuller giver store muligheder for at beskytte ferskvandsbiodiversiteten mod menneskelige påvirkninger, inklusive klimaforandringer. De vigtigste fordele ved vandhuller er:

- **Artsrigdom:** Vandhuller er levesteder for mange ferskvandsarter, herunder arter, der er i fare for at uddø på lokalt, regionalt, europæisk og globalt plan.
- **Beskyttelse og etablering af levesteder:** Mens ferskvandsforvaltning ofte fokuserer på at forbedre skadede levesteder, kræver mange vandhuller i god tilstand beskyttelse. Etablering af nye vandhuller på strategiske steder skaber levesteder af høj kvalitet, hvilket er vanskeligere at gøre for floder og søer.
- **Gode miljømæssige resultater:** Vandhuller har vist sig effektive til at forbedre ferskvandsbiodiversiteten, modsat floder, vandhuller og søer, hvor beviserne for øget biodiversitet er mindre entydige.
- **Interaktion med mennesker:** Vandhuller kan findes og etableres mange steder, hvilket giver mennesker mulighed for at beskytte ferskvandsbiodiversiteten.
- **Lave omkostninger:** Vandhuller er relativt små og dermed billigere at beskytte (f.eks. mikroreservater), forvalte og etablere end større vandområder. Når de forvaltes korrekt, er de meget effektive til at beskytte og genoprette ferskvandsbiodiversiteten.

De vigtigste begrænsninger for at bruge vandhuller til at beskytte biodiversiteten i ferskvand og reducere virkningerne af klimaforandringer er:

- **Finansiering:** Trods lave omkostninger er finansieringen og forvaltningen af vandhuller begrænset sammenlignet med større vandområder og visse terrestriske levesteder.
- **Politik og lovgivning:** Vandpolitikken favoriserer stadig større vandområder frem for små vandområder som vandhuller. Mange vandhullshabitater er ikke inkluderet i vand- og bevaringsdirektiver og love, hvilket bidrager til deres tilbagegang. Forbedrede nationale og internationale love samt økonomiske incitamenter er afgørende for beskyttelsen og etableringen af vandhuller. Der er tre væsentlige politiske udfordringer, der kræver opmærksomhed:
 - at vandhuller inkluderes i lovgivningen til beskyttelse af vandmiljøet. I EU er vandhuller bedst repræsenteret i naturbeskyttelsespolitikken (f.eks. habitatdirektivet), men vandrammedirektivet prioriterer større vandområder, hvilket udelukker mange små søer og vandhuller fra effektiv regulering. Der mangler generel beskyttelse af vandhuller i EU på grund af måden, vandrammedirektivet almindeligvis implementeres på, som prioriterer System B-typologien, der udelukker millioner af små søer og vandhuller under 50 ha fra effektiv regulering. Lignende undtagelser fra vandpolitisk lovgivning i Nordamerika løses ved at identificere "sårbare vande", hvilket omfatter ikke-oversvømmede vådområder, der kan sammenlignes med europæiske vandhuller og hovedvandløb.
 - at sikre, at de politiske beslutningstagere altid tager hensyn til både små og større vandområder. Den historiske tendens til at prioritere store vandområder har påvirket politikken negativt og reduceret støtten til brug af vandhuller til beskyttelse af ferskvandsbiodiversiteten.
 - at ferskvand anerkendes som et netværk af levesteder i politiske sammenhænge. Selv om ferskvandsplanter og -dyr udnytter mange habitater i landskabet, er det først for nylig, at tanken om habitatnetværk er ved at vinde indpas. To eksempler på dette er begreberne Freshwater Network (UK) og Freshwater Ecosystem Mosaics (Nordamerika).
- **Identifikation af værdifulde vandhuller:** Det er afgørende at prioritere bevaringsindsatsen omkring vandhuller, hvor ferskvandsbiodiversiteten er mest betydningsfuld eller sårbar. Der er dog fortsat en generel mangel på nationale standardiserede metoder til overvågning og vurdering, hvilket afspejler ferskvandsøkologiens lange tradition for at overse små vandområder. Alligevel er der blevet udviklet politikker og initiativer til at anerkende og kortlægge vandhuller af høj værdi. Eksempler inkluderer "Priority Ponds" i Storbritannien, listen over vandhuller i Belgien, "Federal Inventory of Amphibian Spawning Areas of National Importance" i Schweiz og "Loir-et-Cher Interactive Pond Map" i Frankrig.

Disse programmer identificerer de vigtigste vandhuller (der er sandsynligvis hundredtusindvis af biologisk vigtige vandhuller i Europa) for at sikre, at de eksisterende levesteder af høj kvalitet bevares. Dette princip afspejler vandrammedirektivets begreb "no deterioration", der ikke tillader tilstandsforringelse, hvor beskyttelse af vandområder i god tilstand prioriteres højest, efterfulgt af genopretning af forringede levesteder.



3.5 BEDSTE STRATEGIER OG TIPS TIL FORBEDRING AF ØKOSYSTEMTJENESTER OG NATURBIDRAG TIL MENSKER FRA VANDHULLER

Dette afsnit opsummerer de økosystemtjenester og naturbidrag til mennesker, som vandhuller og pondscares leverer. Hvor det er muligt, præsenterer vi data, nyttige tips og succeshistorier (kapitel 6) fra **PONDERFUL**-projektet eller fra **PONDERFUL**-projektteamets arbejde andetsteds.

Regulering af risici og ekstreme hændelser: naturlig regulering af oversvømmelser

Vandhuller og pondscares kan opmagasinere store mængder vand, især hvis de har store sænkingszoner, lavvandede bredder og/eller bufferområder, der kan oversvømmes midlertidigt. Dette gør vandhuller og pondscares værdifulde til regulering af afstrømning. Den potentielle vandopmagasinering i et pondscape kan være betydelig og ofte mere omkostningseffektiv end at opføre anlæg til formålet. Gennem de individuelle vandhullers samlede fordele kan pondscares markant reducere risikoen for oversvømmelser ved at udjævne stormhydrografen og mindske den maksimale afstrømning (Fig. 9).

Ud over at mindske risici ved oversvømmelse kan tilbageholdelse af vand i landskabet reducere virkningerne af ekstrem tørke, herunder muligheden for at levere vand til brandslukning.

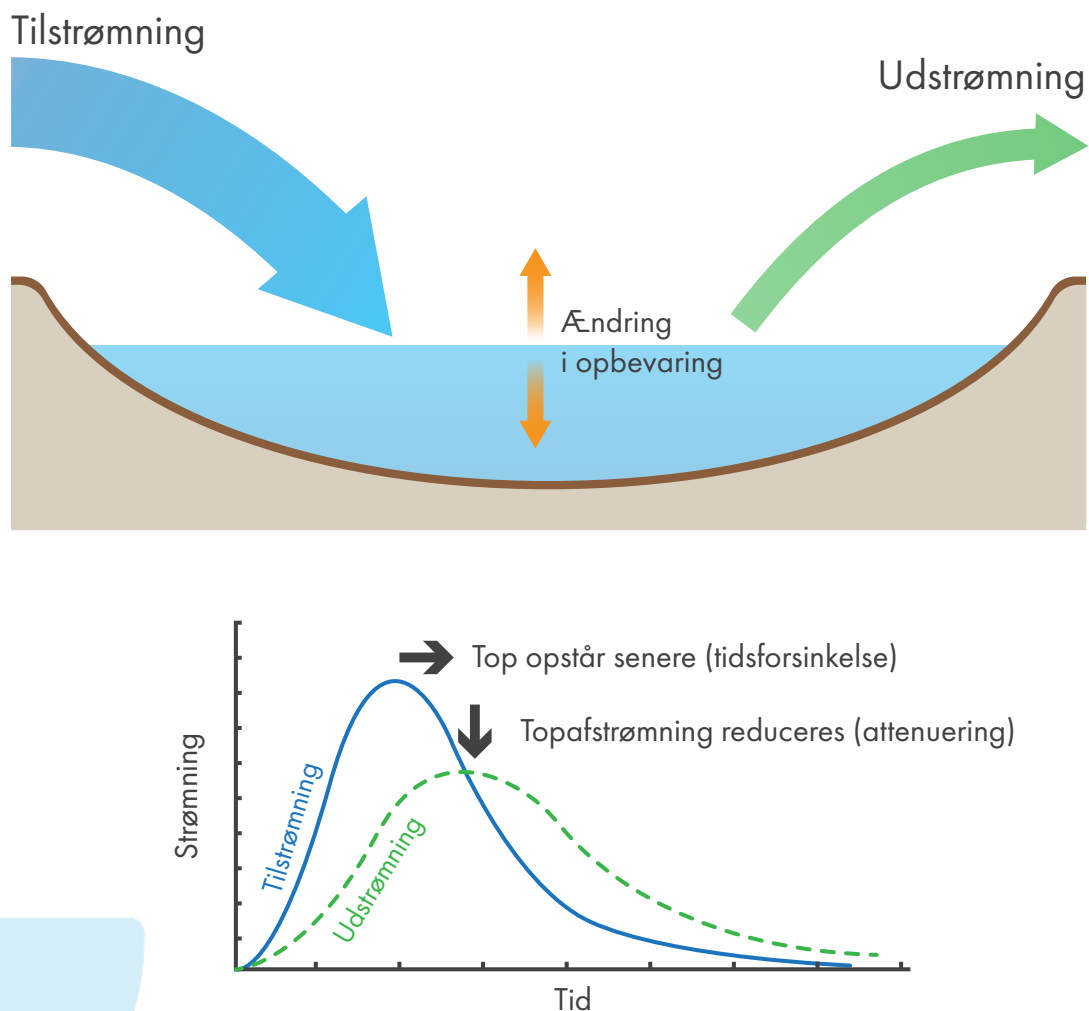
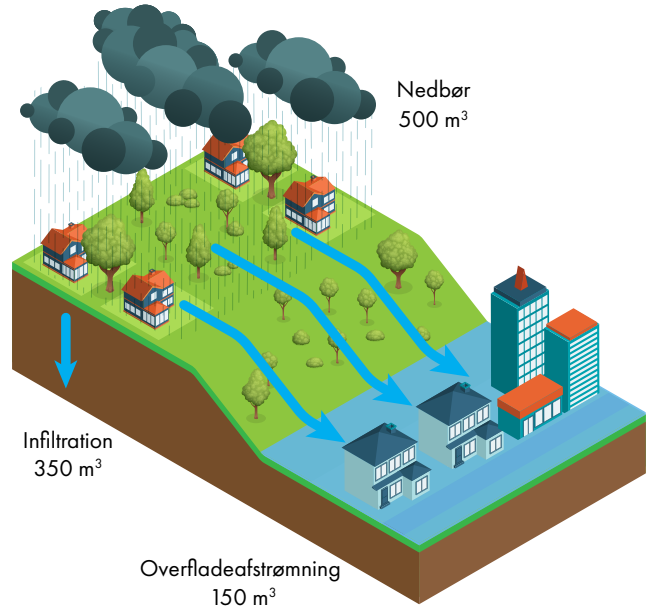
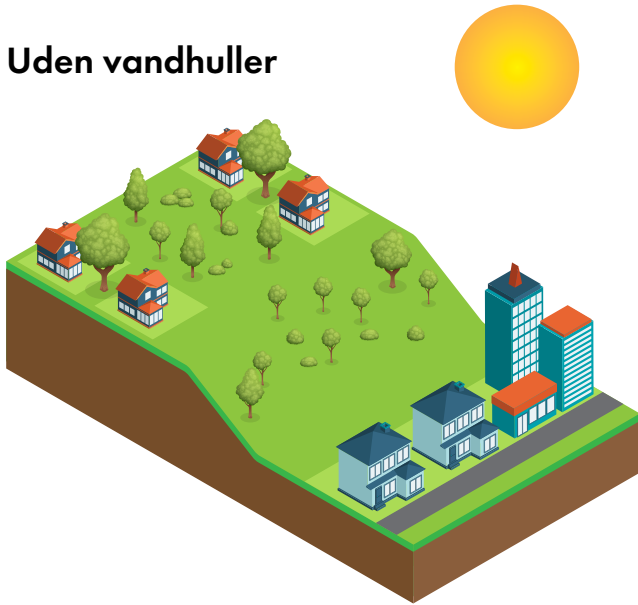


Fig. 9 - Vandhuller kan markant reducere og forsinke den maksimale afstrømning under oversvømmelser.



Uden vandhuller



Med vandhuller

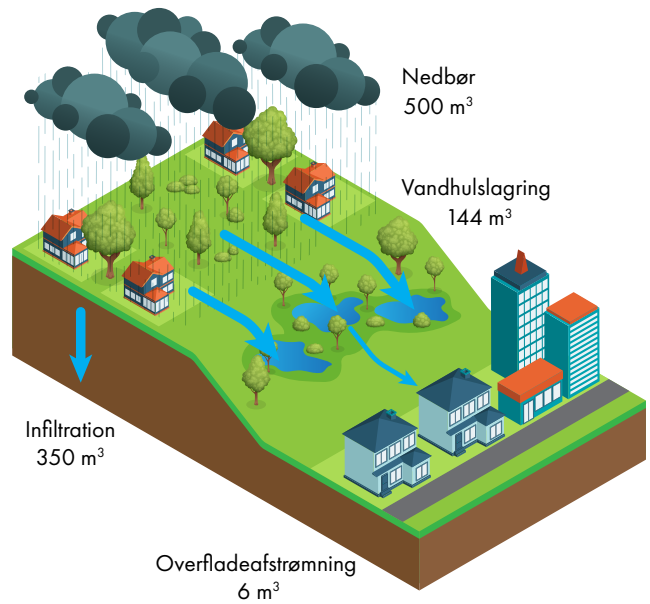
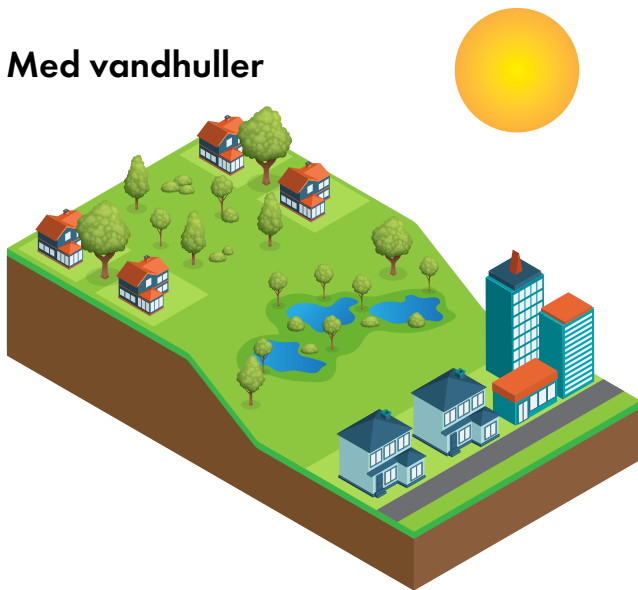


Fig. 10 - Forenklet illustration af fordelene ved et lille pondscape placeret i oplandet til et byområde under en stormhændelse. Figuren til venstre viser situationen uden pondscape før (øverst) og efter (nederst) en stormhændelse. Figuren til højre viser det samme, men med fordelene ved et pondscape med tre vandhuller på 300 m² med en sænkingszone, der kan opmagasinere 144 m³ regnvand og dermed reducere risikoen for oversvømmelse.



TIPS TIL FORBEDRING AF VANDOPMAGASINERING:

- Tæt pondscape (mange vandhuller). Etabler så mange vandhuller som muligt i pondscape, og forsøg, om muligt, at opsamle regn- og stormvand fra tage eller bruge grøfter eller lavtliggende områder, der udnytter topografien til at lede vand til vandhullerne.
- Optimerede vandhulsområder og dybder (så store som muligt).
- Stor sænkingszone for hvert vandhul (med stort oversvømmelsesområde).
- Hydrauliske beregninger og modeller kan bidrage til at designe vandhullerne og pondscape'ene.



SUCCESSIONS
6.2



Regulering af ferskvandsmængden

Vandhuller opmagasinerer vand i landskabet, hvilket yder flere naturbidrag til mennesker, herunder regulering af risici (se tidligere eksempel), forsyning af vand til landbrug, husdyr og vilde dyr, fødevarer- og foderproduktion og biodiversitet (afsnit 3.5).

Vandhuller udgør cirka 30 % af jordens vandoverflade. Vandopmagasinerer er sandsynligvis en af de ældste naturbaserede løsninger knyttet til vandhuller i landbrugslandskaber. Det omfatter ikke kun dyrs direkte brug af vand (kvæg, vilde dyr) eller vanding af afgrøder, men også deres funktion som levesteder for vilde dyr (padder, flagermus, guldsmede, andre hvirvelløse dyr), som kontrollerer skadedyr, og opdrættede dyr (fisk, skildpadder, frøer, ænder, hvirvelløse dyr) og planter (f.eks. brøndkarse, mynte), som mennesker udnytter som fødevarer. Vand opmagasineret i vandhuller er også vigtig som en drikkevandsressource for vilde dyr, især i de sydlige egne af Europa (f.eks. Middelhavsområdet) og i klimaændringsscenarioer. Vandhuller og pondscapes er blevet etableret over hele kloden til dette formål. I dag er denne tjeneste af stigende betydning som følge af den forventede mangel på vand.

Effektive naturbaserede løsninger skal pr. definition gavne biodiversiteten, og vandhuller beregnet på vandopmagasinerer kan også drage fordel af at blive udformet til at skabe optimale levesteder for biodiversiteten. To vigtige faktorer spiller ind: For det første, hvis det opmagasinerede vand ikke er forurenat, vil det være til stor gavn for biodiversiteten. For det andet, jo mere naturlig vandhullets bred og bund er, jo bedre. Vandhuller til vandopmagasinerer etableres ofte med kunstige materialer som beton eller plastbelægninger, hvilket resulterer i levesteder af lav kvalitet. Om muligt, bør vandhuller graves i ler, grus eller sand, da disse naturlige jordtyper fremmer etablering af vandhuller med levesteder af højere kvalitet. Forvaltning på pondscape-niveau kan også fremme en blanding af vandhullstyper, hvor nogle anvendes til fødevarerproduktion og andre til beskyttelse af dyreliv.



◀ I middelalderen blev der etableret mange vandhuller til fiskeproduktion, f.eks. i Dombes, Frankrig. Disse vandhuller forvaltes stadig til dette formål og udgør lokale hotspots for biodiversitet. © Joël Robin

Vandhuller bruges ofte til vanding af kvæg, og der er høj biodiversitet i pondscapet, f.eks. i Uruguay.
© Freshwater Habitats Trust



◀ Store kunstige systemer såsom dette reservoir, der anvendes til kunstvanding, kunne erstattes med naturbaserede løsninger. © Lio Voo





TIPS TIL AT FORBEDRE ØKOSYSTEMTJENESTER FRA FISKE- OG KVÆGDAMME:

- Ved højt husdyrtryk i pondscapet kan det være gavnligt at indhegne de mest biodiverse vandhuller delvist eller helt. Et naturligt græsningstryk er vigtigt.
- Et simpelt drikkebrug kan anbringes nedstrøms et vandhul for at opnå en bedre regulering af husdyrtryk og dyreliv.
- Fiskedamme gavnnes af bredder med fremspirende vegetation, der skaber gydeområder for fisk og levesteder for andre arter som fugle, padder og hvirvelløse dyr, og bidrager til at reducere næringsstofniveauet i vandhullet. Fisketætheden bør ligne naturlige bestandes.
- Fiskedamme med for høj fisketæthed bør undgås, da det kan skade vandkvaliteten og dermed påvirke både fiskene og den generelle biodiversitet.



SUCCESSION
6.5

Forbedring af vandkvaliteten

Alle vandhuller har potentiale til vandrensning, som typisk forbedres med øget akvatisk vegetation, større størrelse og dybde. Derfor kan mange vandhuller i et stort pondscape effektivt rense vandet, hvilket gør dem til naturbaserede løsninger til forbedring af vandkvaliteten i både landbrugs- og byområder (f.eks. Dunhill Integrated Constructed Wetland i Irland) ^[15]. Rensningen omfatter ikke kun næringsstoffer, men også andre forurenende stoffer som suspenderede partikler, tungmetaller, pesticider, polychlorerede biphenyler, polycykliske aromatiske kulbrinter, hormonforstyrrende kemikalier, salte og bakterier.

For at maksimere pondscapets effektivitet bør vandhuller til vandrensning placeres mellem forureningskilder og de vandområder, der skal beskyttes (enten vandhuller, vandløb eller floder). Dette vil ofte være øverst i vandområdet, men også i oplandet og "nedstrøms" oversvømmede vandløbs- og flodområder. Korrekt udformning og forvaltning af vandhuller kan betydeligt øge antallet af alle typer rene vandområder.

Vandhuller med det største rensningspotentiale har en stor overflade og volumen, lang opholdstid og tæt vegetation, som f.eks. tagrør (*Phragmites australis*), der er kendt for deres rensningspotentiale.

Klimaforandringer, der øger vandtemperaturen og skaber vandknaphed, vil øge effekterne af eutrofiering. Pondscapes er derfor en løsning til at forbedre vandkvaliteten på tværs af landskaber og oplande både ved hjælp af opfangning af forurenende stoffer og etablering af nye rene vandområder.

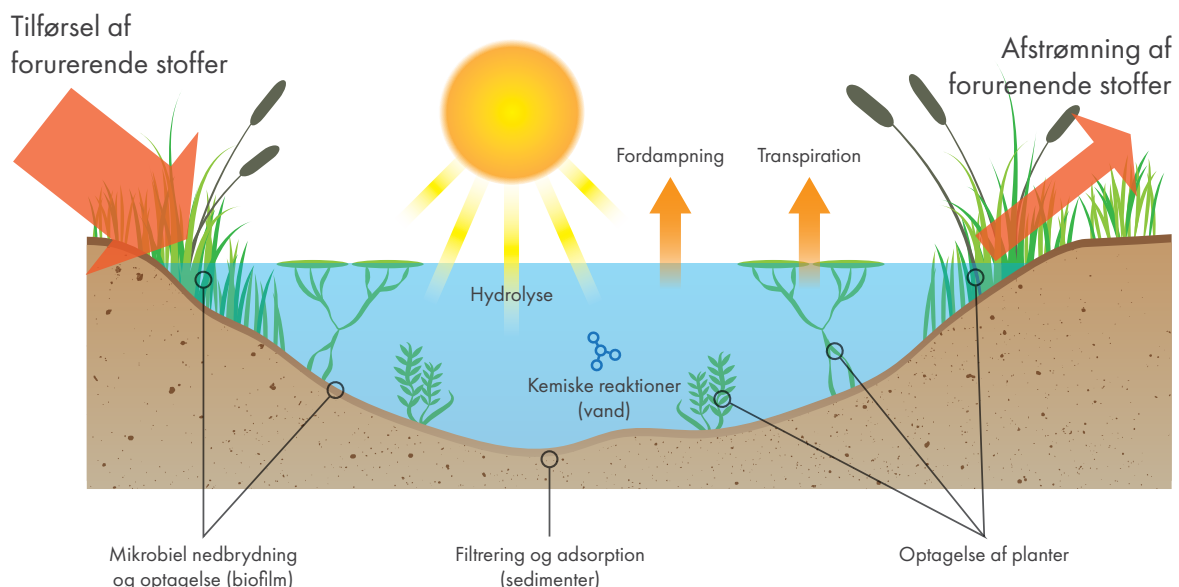


Fig. 11 - Oprensning i vandhuller er resultatet af den kumulative virkning af forskellige processer, herunder filtrering, kemisk nedbrydning (f.eks. fotonedbrydning, hydrolyse), mikrobiel nedbrydning, fordampning, adsorption på sediment, vegetation og organisk stof samt optagelse af planter og mikrober.





TIPS TIL FORBEDRING AF VANDKVALITET:

- Optimerede områder og dybder (så store som muligt) – høj vandopholdstid i vandhullerne.
- Regelmæssig beskæring af fremspiret vegetation for at bidrage til optagelse og fjernelse af forurenende stoffer.
- Undgå brug af gødning og pesticider i vandhullets opland.
- Store arealer med plantebede, især fremspiret vegetation (f.eks. tagrør).
- Infiltration og vertikal vandstrømning kan også fremmes.



SUCCESSHISTORIE
6.3

Klimaregulering: kulstofbinding

Vandhuller er de mest talrige ferskvandshabitater her på jorden og er ofte meget produktive systemer med tæt vegetation og høje fotosyntese- og respirationsrater. Dette fører til, at alger og karplanter opfanger betydelige mængder af kulstof, som derefter bindes i vandhullernes sedimenter. Vandhuller er dog også kilder til store mængder drivhusgasser (f.eks. kuldioxid og metan), især når de er forurenede, hvilket betyder, at vandhuller har en vigtig indvirkning på den globale kulstofcyklus. Det er vigtigt at forstå og kvantificere, hvordan disse processer forekommer i vandhuller, og hvordan man maksimerer kulstofbindingen og minimerer andre drivhusgasemissioner. Viden om, hvordan forvaltning kan medvirke til, at vandhuller kommer til at fungere mere som et kulstoflager end som en kulstofkilde, er derfor afgørende.

Hvilke drivhusgasser findes der, og hvordan produceres og bindes de i vandhuller?

Mange processer i vandhuller producerer eller binder de tre vigtigste drivhusgasser: kuldioxid, metan og lattergas. Disse processer er knyttet til både vegetation og mikrobiel aktivitet, men også til fysisk-kemiske forhold (især ilt- og næringsstofmængden) og omfanget af organisk stof. Det globale opvarmingspotentiale er højest for lattergas (265 gange stærkere end kuldioxid), selv om metan har et 28 gange højere opvarmingspotentiale over 100 år end kuldioxid.

Processerne, der producerer og binder drivhusgasser i et vandhul, omfatter fotosyntese, respiration, nedbrydning af organisk stof, mikrobiel aktivitet (herunder metanogenese, metanotrofi og denitrifikation), sedimentation og kemiske reaktioner (f.eks. oxidation og reduktion) (se Fig. 12). Der er to hovedprocesser, hvorved drivhusgasser frigives til atmosfæren: diffusion (molekylær udveksling mellem luft og vand af metan, kuldioxid og lattergas) og ebullition, som består af emission af bobler dannet i sedimentet, som har en meget høj koncentration af metan. Ebullition sker kun i lavt vand under 10 meters dybde og er den dominerende type metanemission i vandhuller.

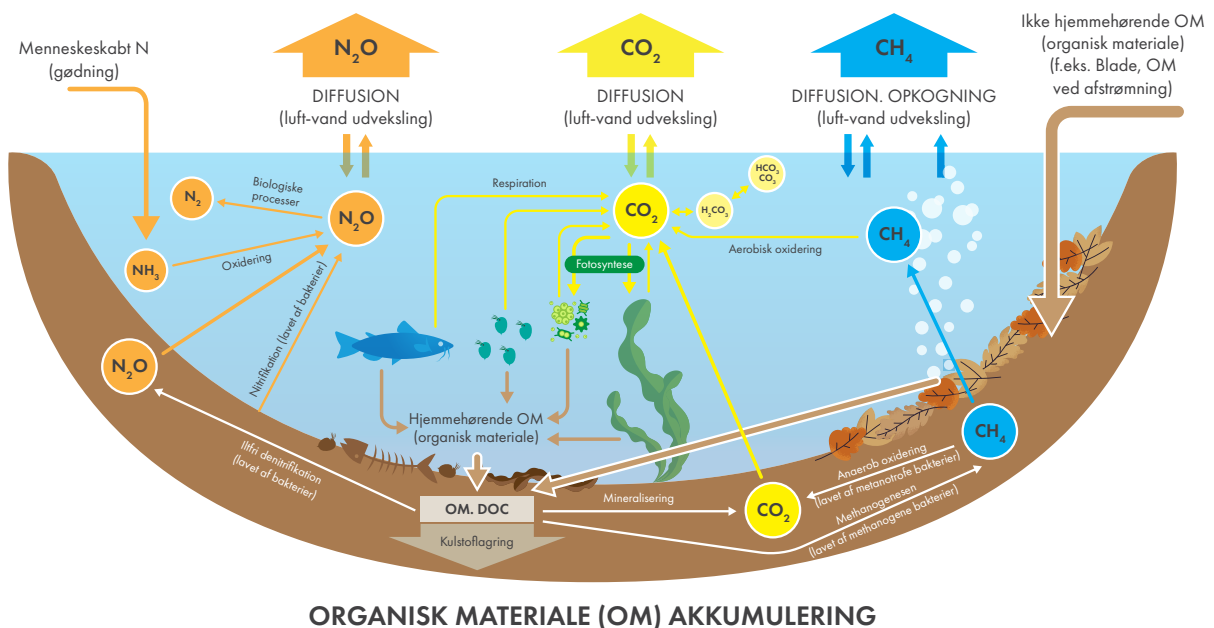


Fig. 12 - Processer, der forekommer i vandhullet, som fører til emission ved diffusion eller ebullition af de tre drivhusgasser (øverst: N_2O – lattergas; CO_2 – kuldioxid; CH_4 – metan) og til binding af kulstof i sedimenterne (nederst). OM – organisk stof; DOC – opløst organisk kulstof.



Metan produceres hovedsageligt i anaerobe situationer (i fravær af ilt). Gassen produceres, når arkæer nedbryder organisk stof i sedimentet og vandsøjlen ved metanogenese. Når ilt er til stede, kan metan omdannes til kuldioxid af metanotrofiske bakterier. Metan kan også oxideres til kuldioxid under anaerobe forhold.

Kuldioxid er et biprodukt af respiration, en proces, som alle planter, dyr, svampe og bakterier bruger. Det produceres også ved pH-skabte ændringer i karbonatkemien og foto-oxidation af opløst organisk kulstof (som delvist produceres ved nedbrydning af organisk stof). Kuldioxidproduktion er også knyttet til oxidation af metan, som forklaret ovenfor. I dagslys bruges kuldioxid af planteplankton, alger og akvatiske planter via fotosyntese og frigives om natten, når respiration er den dominerende proces.

Lattergas produceres ved bakteriel aktivitet (denitrifikation eller nitrifikation) under kvælstofrige forhold. Høje niveauer af kvælstof i vandområder skyldes ofte menneskeskabt forurening, herunder brug af landbrugsgødning og spildevandsudledning. Undersøgelser har vist, at vandhuller kan være både en kilde til og et lager for lattergas. Der har været flere undersøgelser, herunder **PONDERFUL**-data, der viser, at vandhuller er et lager for N_2O .

Hvad er balancen mellem kulstofakkumulering og emission af drivhusgasser?

Vandhuller er sandsynligvis de mest effektive økosystemer pr. arealenhed her på jorden til at binde kulstof, men også til at producere drivhusgasser, som fremhævet af **PONDERFUL**-undersøgelser. Der er også betydelig variation i sæsonmønstrene, hvor emissionerne oftest er højere om sommeren, men med betydelig variation mellem steder.

Da vandhuller både kan binde og frigive kulstof, er det vigtigt at overveje balancen mellem CO_2 -binding og CO_2 -emission for at beregne deres samlede effekt. **PONDERFUL**-undersøgelser og eksperimenter udført i tanke viser, at højere temperaturer kombineret med øgede næringsstofniveauer gør et vandhul mere tilbøjeligt til at være en "nettoemitter". Set i lyset af de stigende temperaturer er det derfor af afgørende betydning at holde næringsstofniveauerne så lave som muligt. Derudover ser det ud til, at høj forekomst af rodfæstede undervandsplanter fremmer nettolagringen. Omvendt er vandhuller med høje iltkoncentrationer og lave total kvælstofniveauer (fosfor ser ud til at spille en mindre rolle i dette forhold) mere tilbøjelige til at fungere som et lager snarere end en kilde til drivhusgasser. Ved yderligere at udbygge vores forståelse af vandhullers rolle i kulstofcyklussen vil vandhuller med højere bindingsniveauer være særligt nyttige i yderligere undersøgelser for at belyse, hvordan forvaltning kan styre systemet mod kulstofbinding.

PONDERFUL's analyse af ca. 180 naturbaserede løsninger i vandhuller, omfattende 93 vandhuller/pondscapes fra 24 lande, fandt, at naturbaserede løsninger i vandhuller primært fokuserede på klimatilpasning (især regulering af risici og ekstreme hændelser og opretholdelse af vandmængde) fremfor afbødning. Der blev ikke rapporteret om nogen foranstaltninger, der specifikt blev brugt til at reducere drivhusgasemissioner eller forbedre vandhullers evne til at agere som kulstoflager.

Hvilke typer vandhuller har lave drivhusgasemissioner?

Figuren nedenfor opsummerer resultaterne fra **PONDERFUL** og viser de faktorer, der er forbundet med lave drivhusgasemissioner. Emissionen af drivhusgasser påvirkes af næringsstofkoncentrationer og opløst ilt. Lave ilt-niveauer er forbundet med øgede emissioner af metan og kuldioxid både årligt og sæsonmæssigt. **PONDERFUL**-dataene viste, at næringsstofberigelse, især med kvælstof, var forbundet med øgede emissioner af både kuldioxid og metan.



TIPS TIL AT REDUCERE DRIVHUSGASEMISSIONER FRA VANDHULLER:

- Etablering af vandhuller med en godt iltet vandsøjle (f.eks. eksponeret for vind for at fremme opblanding af vandsøjlen).
- Forvaltning af landskabet for at skabe "rene" oplande til vandhuller og sikre, at vandhullerne har et lavt næringsstofindhold.



SUCCESSIONER
6.4



Bestøvning

Af de økosystemtjenester og naturbidrag, som vandhuller yder, overses bestøvning ofte af forvalterne. Interessenter i **PONDERFUL**-projektets demonstrationsområder fremhævede dog ofte bestøvning som en vigtig tjeneste, hvilket afspejler den stigende bevidsthed omkring emnet. Studier fra Storbritannien, Sverige, Tyskland og Schweiz har observeret øget forekomst af bestøvere nær vandhuller på landbrugsjord, hvilket kan forbedre bestøvningen af afgrøder. Bestøvningseffekten er størst i vandhuller med blomsterrig akvatisk vegetation (se Fig. 13).

De fleste bier og svirrefluer, som udgør hovedgruppen af bestøvere, udvikler sig ikke i vandet. De bruger i stedet vandhuller og den vegetationstætte bred til at indsamle pollen og nektar fra blomster og som drikkevand. Mosaikken af levesteder langs vandhullernes bredder og det omgivende landskab tilbyder også egnede ynglesteder for mange arter. Eksempelvis er bar jord afgørende for solitære bier, mens dødt ved og andet rådrende plantemateriale fungerer som yngle- og redesteder for bier, hvepse, myrer og svirrefluer.

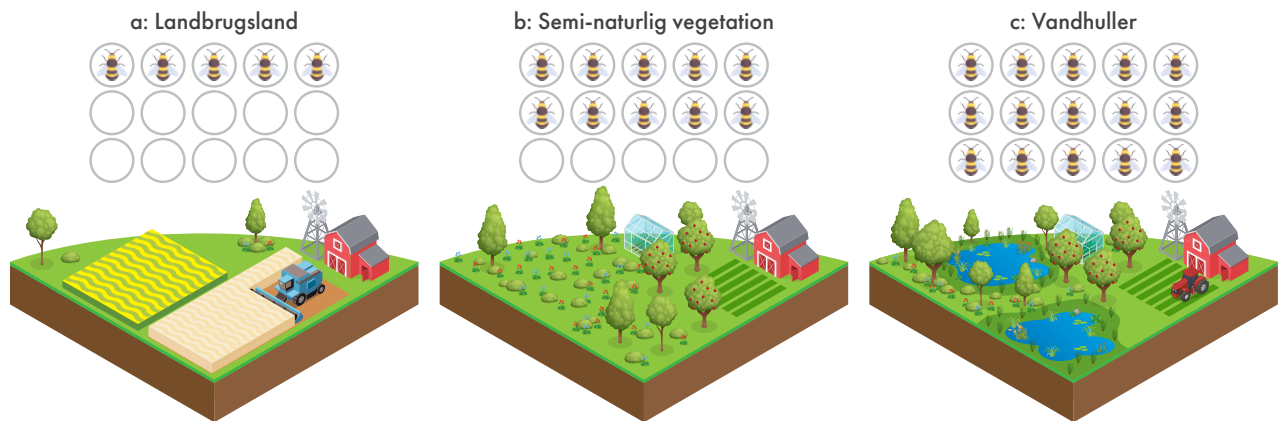


Fig. 13 - I landbrugslandskabet kan området omkring et vandhul (c) potentielt rumme tre gange flere bestøvere, såsom bier og svirrefluer, sammenlignet med en opdyrket mark (a). Denne naturtype huser også markant flere bestøvere end delvis naturlig terrestrisk vegetation uden søer og vandhuller (b).



TIPS TIL FORBEDRING AF BESTØVNING:

- Fremme tilstedeværelsen og mangfoldigheden af vandplanter ved bredden, om muligt arter, der blomstrer i forskellige perioder.
- Bevare et stort omgivende bælte af blomsterrig fremspirende vegetation (f.eks. *Mentha* spp., *Lysimachia* spp., *Lotus* spp., *Potentilla* spp., *Galium* spp., *Alisma* spp., *Epilobium* spp., *Lycopus* spp., *Cirsium* spp.).
- Fremme høj forekomst af åbne vandhuller med tidlig succession i pondscapec. Skovvegetation bør håndteres og fjernes.



BETYDNING FOR LÆRING OG INSPIRATION, MENNESKERS SUNDHED OG TRIVSEL

(a) Fysiske og mentale oplevelser

Det er nu bredt anerkendt, at naturen, herunder ferskvand, giver vigtige fordele for menneskers sundhed og trivsel samt fysiske og mentale oplevelser. "Blå rum" har også vist sig at have en positiv effekt på stress og angst. En nylig metaanalyse, der undersøgte sundhedsvirkningerne af blå rum, konkluderede, at disse kan sammenlignes med grønne områders sundhedsfremmende egenskaber.^[16, 17]

Fysiske og mentale oplevelser i relation til vandhuller blev af interessenter og lokalbefolkningen i **PONDERFUL**-undersøgelser angivet som den næst vigtigste tjeneste leveret af pondscares (se afsnit 3.2). Disse oplevelser er tæt forbundet med biodiversitet og tilstedeværelsen af vand. Med klimaforandringer vil vandhullernes betydning for disse oplevelser utvivlsomt stige, delvist på grund af deres potentiale til at afkøle miljøet. Pondscares understøtter en række aktiviteter, herunder iagttagelse af dyreliv, vandreture, skovture, cykling, fordybelse, afslapning, fiskeri, jagt, sejlads, svømning, naturfotografering og kunstnerisk udfoldelse.





◀ Afslapning, kontakt med naturen © Beat Oertli

▼ Skovture, cykling © Sílvia Martins



Fritidsaktiviteter såsom sejllads © Freshwater Habitats Trust

b) Oplysning og inspiration

Vandhuller udgør værdifulde redskaber til miljøoplysning, især når de er en del af et landskab med andre forbundne vandområder. Deres fordele i forbindelse med oplysningsaktiviteter er deres lille størrelse og tilgængelighed, hvilket gør dem lettere at udforske end større vandområder. Deres store artsdiversitet gør det nemt at observere og udforske forskellige arter, der viser en spektakulær variation af former, økologiske træk og biologiske processer. Desuden kan aktiviteter som måling af vandhullernes fysiske (f.eks. temperatur) og kemiske (f.eks. næringsstoffer, ledningsevne) egenskaber øge folks viden om økosystemer. Vandhullerne giver også praktisk og direkte indsigt i mere komplekse emner som eksempelvis kulstofstrømme, produktivitet, fødekæder, livscyklusser og organismers metamorfose mv. Dette betyder, at vandhuller tilbyder læringsmuligheder for studerende i alle aldre såvel som for offentligheden. I bymiljøer etableres mange vandhuller med det formål at oplyse og inspirere, især på skoler, men også i private haver.



TIPS TIL FORBEDRING AF OPLYSNINGSMÆSSIG VÆRDI:

- Oplysningstavler er populære undervisningsværktøjer. Mange muligheder er tilgængelige (f.eks. forskellige størrelser og designs, nogle interaktive), der passer til alle målgrupper og budgetter.
- Udendørs oplysningsaktiviteter ved vandhuller fremmer tæt kontakt med og identifikation af planter og dyr, udvikler relationer med vandområdet og forbedrer forståelsen af vandhullers biodiversitet. Etablering af vandhuller i skolegårde, offentlige parker og pædagogiske landbrug er værdifulde ressourcer til oplysning. Vandhuller og pondscapes er ideelle steder for deltagelse i citizen science-aktiviteter såsom artsopgørelse, vandkvalitetsmåling og eDNA-prøveudtagning.



SUCCESSHISTORIE
6.7





◀ Mange NGO'er bruger regelmæssigt vandhuller som oplysningsværktøj, fordi de er almindeligt forekommende, tilgængelige og betydningsfulde.. © Freshwater Habitats Trust

▶ Informationstavler kan opstilles i et pondscape for at dække forskellige temaer forbundet med biodiversitet og vandområdernes funktioner.. © Beat Oertli



◀ Fugletårne er meget populære og værdsatte af offentligheden. © Freshwater Habitats Trust

KØLENDE EFFEKT

Store vandhuller og et tæt netværk af vandområder kan have en kølende effekt ved at reducere lufttemperaturen med 2-3 °C, afhængigt af tidspunktet på dagen. Den mest mærkbare fordel opnås, når blå infrastruktur som vandløb og floder kombineres med grøn infrastruktur som træer, buske og enge. Hvis pondscapeet er beplantet med træer, kan den kølende effekt nå op på op til 6 °C i fysiologisk ækvivalent temperatur (PET). Denne blå-grønne matrix er særlig effektiv i byområder, hvor den bidrager til at reducere den såkaldte "varmø"-effekt.

Små vandhuller (mindre end cirka 2500 m²) har ingen signifikant indvirkning på lufttemperaturen, men de har dokumenterede positive effekter på menneskers velbefindende ved at skabe en fornemmelse af nedkøling. Denne mentale effekt er forbundet med at se, høre (f.eks. springvand, vandstråler), røre ved eller være tæt på vand (broer, trædesten). Denne type oplevelse kan skabes både i små bymæssige vandområder og pryddamme.

I sommermånederne er store, naturlige vandhuller særligt populære til svømning. Efterspørgslen efter nye bademuligheder stiger kraftigt, især under hedeølger med hyppige og langvarige varmeperioder.

Nærhed af vand, f.eks. ved broer og bænke, skaber en kølende fornemmelse, som især værdsættes af mennesker under hedebølger. © Adrienne Sordet



I mere naturlige pondscapes er koblingen af vandhuller med grøn infrastruktur, som træer, særlig effektiv til at reducere lufttemperaturen. © Beat Oertli



Direkte kontakt med vand, f.eks. svømning, køler. © Markus Spiske



TIPS TIL OPNÅELSE AF NEDKØLENDE EFFEKT:

- Integrere vandhuller med grøn infrastruktur (træer, placeret omhyggeligt, så de ikke skygger vandhullerne, især på sydsiden).
- Skabe adgangsforhold, der bringer mennesker tættere på vandet (f.eks. broer, trædesten, åbne bredder, platforme, stier og bænke).
- Etablere faciliteter til svømning.



SUCCESSIONS
6.6 OG 6.11







4. Praktiske teknikker til forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscares med henblik på tilpasning til klimaforandringer

4.1 PRINCIPPERNE FOR FORVALTNING, GENOPRETNING OG ETABLERING AF VANDHULLER OG PONDSCAPES

Dette kapitel beskriver, hvordan man planlægger, udformer og gennemfører et program til forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscares som en hjælp til at tilpasse os og mindske virkningerne af klimaforandringerne. Disse tiltag er nødvendige for, at vi kan nyde mest gavn af vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger. Uden sådanne tiltag vil værdien af vandhuller og pondscares falde, hvilket mindsker deres evne til at levere tjenester, der hjælper os med at tilpasse os til og mindske effekterne af klimaforandringerne.

Kapitlet beskriver detaljeret vejen fra målsætning til etablering og forvaltning af vandhuller og pondscares. Der præsenteres også nye designprincipper for CLIMA-vandhuller, som er specifikt udformet til at bidrage til afbødning og tilpasning til klimaforandringer, som introduceret i **PONDERFUL**-projektet (se afsnit 4.6).

OVERSIGT OVER CENTRALE MÅL OG PRINCIPPER FOR PRAKTISK IMPLEMENTERING AF VANDHULLER OG PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER

Hvad er naturbaserede løsninger i vandhuls- og pondscape-sammenhæng?

Vandhuller og pondscares er naturbaserede løsninger, der bringer en række fordele for både mennesker og dyr, herunder tilpasning til og afbødning af klimaforandringer. For at kvalificere sig som naturbaserede løsninger skal foranstaltninger og indgreb være til fordel for både miljøet og samfundet og også indebære en økonomisk gevinst.

Tiltag, der kan anvendes på vandhuller og pondscares for at forstærke deres rolle som naturbaserede løsninger, kan opdeles i tre hovedkategorier:

- **Forvaltning af vandhuller som naturbaserede løsninger:** For at bevare eksisterende vandhuller og pondscares' funktion som naturbaserede løsninger er det afgørende at implementere praktiske tiltag. Dette kan omfatte regelmæssig fjernelse af akvatisk vegetation, ikke-hjemmehørende arter og skygge for at fremme specifikke plante- og dyrearter samt sikre gode udsigtspunkter for dyre- og naturinteresserede. Forvaltningen sigter også mod at bremse eller vende successionsændringer i vandhuller; for eksempel øger næringsstofforurening normalt successionsprocessen, hvilket kræver intensiveret næringsstoffjernelse i forurenede vandhuller. Beskyttelse af eksisterende vandhuller af høj kvalitet betragtes i denne håndbog som en del af vandhulsforvaltningen. Beskyttelsesforanstaltninger omfatter dét at tildele vandhullerne en beskyttet status (f.eks. naturreservat, regional- eller nationalpark), håndtere forurening i oplandet omkring vandhullerne, oprette bufferzoner omkring vandhullerne og fjerne afløb, der kan lede forurenede afstrømningsvand fra veje eller andre områder ind i vandhullerne. Forvaltning på landskabsniveau omfatter også beskyttelse af eksisterende vandhuller af høj kvalitet.
- **Genopretning og "genoplivning" af vandhuller som naturbaserede løsninger:** Hvor vandhuller har mistet deres funktion, eller for at genskabe levesteder for en bestemt art, kan der være behov for en mere omfattende indgriben. Dette kan omfatte fjernelse af træer samt oprensning af sediment, der har ophobet sig over lang tid. Dette kaldes typisk genopretning. Selv om forvaltning og genopretning i virkeligheden er to sider af samme sag. Genopretning kan også involvere "genoplivning" af "spørgelsesvandhuller", hvilket betyder genetablering af gamle vandhuller, der tidligere bevidst er blevet fyldt op.

Bemærk, at der er et betydeligt overlap mellem genopretning og forvaltning, og at disse udtryk undertiden bruges synonymt.

Etablering af vandhuller som naturbaserede løsninger: At udgrave eller etablere et nyt vandhul på et sted, hvor der ikke tidligere har været et vandhul, integrerer denne naturbaserede løsning i pondscapecapet. Etablering af nye vandhuller øger mængden af rent vand i landskabet eller pondscapecapet, forbedrer forbindelsen mellem ferskvandshabitater og modvirker effekterne af tab af vandhuller.



Hvilken tilgang skal bruges for at sikre, at vandhuller og pondscares fungerer som effektive naturbaserede løsninger: forvaltning, genopretning eller etablering?

For at sikre, at vandhuller og pondscares fungerer som naturbaserede løsninger, kan alle tre tilgange – forvaltning, genopretning og etablering – anvendes, afhængigt af pondscares tilstand. Projektet kan fokusere på forvaltning eller genopretning af eksisterende vandhuller eller på etablering af nye vandområder. I mange pondscares vil det være nødvendigt at benytte alle tre tilgange. Forvaltning sikrer vedligeholdelse af vandhullerne i god tilstand, mens genopretning kan bringe vandhuller i dårlig tilstand tilbage til en tilstand, hvor de kan vedligeholdes effektivt. Etablering af nye vandhuller udvider netværket og tilbyder tjenester, som eksisterende vandhuller måske ikke kan levere, f.eks. øget biodiversitet i ferskvand, etablering af levesteder for truede arter og tilbageholdelse af næringsstoffer. Husk, at det er mangfoldigheden af vandhuller i landskabet, der leverer mange fordele.

Det er afgørende for forvaltningen, genopretningen og etableringen af vandhuller at sikre, at de har den rette hydrologi. Dette indebærer ofte at sikre, at vandstanden følger de naturlige sæsonudsving, hvor den permanente vandstand falder om sommeren og skaber områder med artsrige sænkingszoner, semi-permanente vandhuller, der lejlighedsvis tørrer ud (et år ud af ti), og temporære vandhuller, der udtørrer årligt. I andre tilfælde er det nødvendigt at regulere vandstanden i vandhuller eller pondscares for at sikre, at de leverer de ønskede økosystemtjenester eller naturbidrag til mennesker. For eksempel kan det kræve regelmæssig tømning af fiskedamme og opsamlingsbassiner for at fjerne sediment.

Forvaltning af vandhuller og pondscares

Forvaltning af vandhuller er nødvendig for at efterligne naturlige forstyrrelsesprocesser, der er gået tabt i store dele af landskabet, og for at reducere eller minimere skadelige virkninger, der skyldes den måde, vandhullets opland anvendes på (f.eks. kontrollere effekterne af næringsstoftilførsel). God forvaltning kan bevare vandhuller på et bestemt successionstrin for specifikke planter eller dyr. Forvaltningen kan f.eks. omfatte:

- Regelmæssig slåning eller græsning af akvatisk vegetation, fjernelse af ikke-hjemmehørende arter og, om nødvendigt, fjernelse af overskydende organisk stof og sediment.
- Brug af forvaltning på pondscape-niveau for at sikre, at de forskellige successionstrin i vandhuller er til stede i landskabet.
- Opbeholdelse af levesteder i et enkelt vandhul og forebyggelse af dominans af visse plantearter (f.eks. *Typha* spp.).
- Bevarelse af rent vand i et temporært vandhul for at støtte truede vandplantesamfund ved at forvalte jorden i oplandet eller pondscares.
- Sikring af, at pondscares har en blanding af vandhuller med og uden fisk for at skabe miljøer for både arter, der har brug for eller sameksisterer med fisk, og dem, der ikke kan tåle prædation fra fisk.
- Holde vandhuller fri for ikke-hjemmehørende arter som krebs (f.eks. *Procambarus clarkii*) eller rørom (f.eks. *Ficopomatus enigmaticus*).
- Vedligeholdelse af vandhuller af æstetiske årsager, herunder pleje af et godt udsigtspunkt for iagttagelse af dyreliv og natur.
- Sikring af, at vandhuller har beskyttet status (f.eks. lokalt, regionalt eller nationalt), fordi dette ofte medfører krav om udarbejdelse af en forvaltningsplan.

På pondscape-niveau er det ideelt at forvalte "biodiversitetsvandhuller" på en måde, der bevarer forskellige typer vandhuller i landskabet (åbne, nye, græssede, skovklædte, tæt beplantede med fremspirende planter, temporære, semi-temporære, forskellige successionsstadier osv.). Dette er særligt vigtigt, da ferskvandsplanter og -dyr ofte drager fordel af både en høj tæthed af vandhuller og tilgængelighed af forskellige typer vandhuller. Alle ikke-forurenede vandhuller kan fungere som værdifulde levesteder for vilde dyr, herunder beskyttede og opmudrede vandhuller, fordi forskellige typer vandhuller forventes at huse forskellige artsgrupper og derved bidrage til pondscares biodiversitet. Forvaltning på pondscape-niveau inkluderer også beskyttelse af eksisterende vandhuller af høj kvalitet, f.eks. regulering af husdyr for at sikre en passende græsningstæthed.





Et vandhul i Porto, Portugal, med tydelig forvaltning. © JT/Charcos com Vida

Vandhuller, der har et andet primært mål end at bevare biodiversiteten, såsom vandrensning, vandopmagasinering eller menneskers velbefindende, kræver også løbende vedligeholdelse for at opretholde denne funktion. For eksempel kræver vandhuller, der ophober sediment eller næringsstoffer, regelmæssig dræning, og der vil være behov for kontrol af vegetationen i vandhuller, der anvendes til svømning, for at holde vandet åbent.

Genopretning

Nogle vandhuller er stadig fysisk til stede i landskabet, men er enten næsten tørret ud, har ophobet meget store mængder sediment, er blevet væsentligt tilgroet af træer og krat eller bevidst fyldt op (såkaldte "spøgelsesvandhuller"). Andre kan ikke længere udfylde deres tilsigtede funktion som naturbaserede løsninger. For eksempel, selv om vandhullet fortsat findes, kan dræning af jord, omledning af vandhullets vandkilde, overdreven vandindvinding eller dæmningssvigt betyde, at den oprindelige hydrologi (naturlig eller konstrueret i tilfælde af dæmninger) ikke længere kan opretholdes.

Genopretning indebærer typisk omfattende tiltag for at fjerne voldsom vækst af træagtig vegetation og træer, ikke-hjemmehørende arter eller store ophobninger af sediment, der har forringet vandhullets funktioner, biodiversitet eller økosystemtjenester. Det kan også omfatte reparation af dæmninger eller fjernelse af afløb.

Genopretning ved hjælp af fjernelse af træagtig vegetation og sediment kan i høj grad forbedre både den akvatiske og terrestriske biodiversitet i pondscares, der domineres af stærkt beskyttede, kratdækkede vandhuller. "Genoplivning" af vandhuller kan ved genudgravning af såkaldte "spøgelsesvandhuller" med succes genskabe biodiverse vandhuller og tiltrække tilhørende sjældne arter.

Etablering af nye vandhuller i et pondscape

Når der er plads, er det næsten altid værd at tilføje vandhuller til et pondscape. I byområder kan nye vandhuller yde mange økosystemtjenester til gavn for både mennesker og dyr. De kan etableres som en del af ny byudvikling, hvis de indgår i designfasen, eller placeres i eksisterende grønne områder. I byer, hvor de oprindelige vandhuller er blevet fyldt op eller er stærkt forurenede, kan nye vandhuller afhjælpe noget af dette tab.

I landdistrikterne er omkring halvdelen af de vandhuller, der fandtes i begyndelsen af det 20. århundrede, gået tabt. I visse områder kan tabene være endnu større, og 100 % af vandhullerne kan være forsvundet. Tilføjelse af nye vandhuller kan her bidrage til at genoprette den oprindelige tæthed af vandhuller og genskabe vitale levesteder for ferskvandsbiodiversiteten. En afgørende fordel ved nye vandhuller er, at de kan designes og placeres specifikt til at levere bestemte økosystemtjenester. For eksempel kan vandhuller, der prioriterer biodiversitet, placeres i områder, hvor der er garanti for forsyning af uforurenent rent vand, hvis de etableres i oplande uden kilder til overflade- eller grundvandsforurening. Dette er den største praktiske fordel ved at etablere vandhuller; for andre ferskvandshabitater (f.eks. floder, søer og vandløb) er det langt sværere at skabe oplande, der ikke genererer forurening.



Nye vandhuller kan forbedre forbindelserne for vandlevende dyr og, med en god udformning og rent vand, skabe nye levesteder for det eksisterende dyreliv. De kan også fungere som modtagesteder for genindførelse af hjemmehørende arter. Derudover kan nye vandhuller placeres præcist for at håndtere specifikke udfordringer såsom at maksimere vandopmagasineringskapaciteten efter oversvømmelser, opsamling af forurenende stoffer og behovet for vand til kunstvanding (se kapitel 3). Igen er god planlægning og udformning nøglen til at opfylde projektets mål.

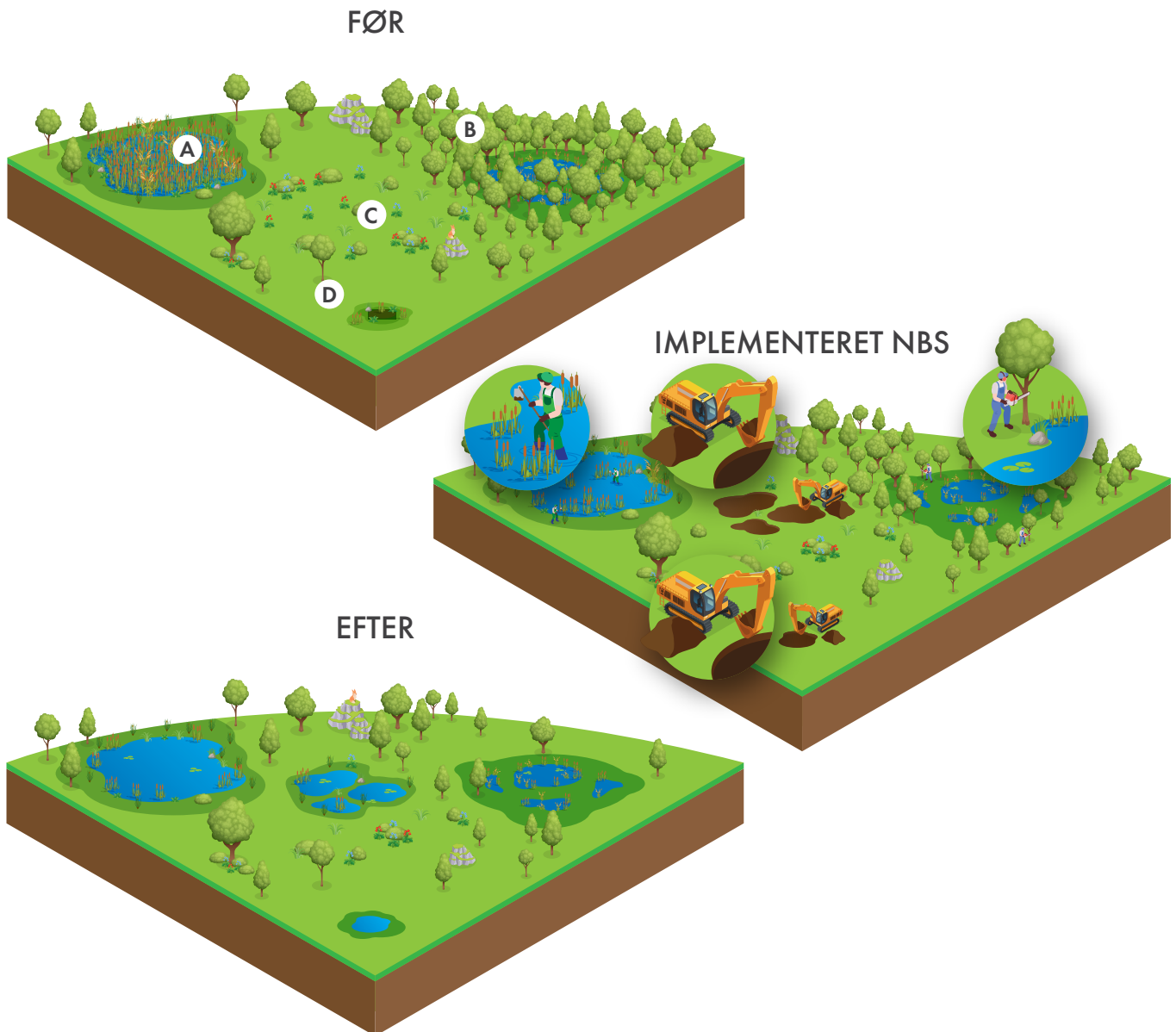


Fig. 14 - Et pondscape før (A – Bevokset med akvatisk vegetation, B – Bevokset med træer, C – mangel på vandhuller, D – spørgesvandhuller) og efter anvendelse af naturbaserede løsninger.

Forståelse af politik og social kontekst for vandhuller og pondscapes

Et af de første skridt i beslutningen om, hvilke fordele fra naturbaserede løsninger vi ønsker at opnå fra vandhuller og pondscapes, er at forstå den bredere kontekst. Overvej:

- Hvad er pondscapets og de individuelle vandhullers nuværende karakteristika og værdi, og hvordan forringes de enkelte vandhuller eller hele pondscapet?

vHvilke politikker (internationale, nationale, regionale eller lokale) kan bidrage til at sikre forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller?



- På hvilket niveau er den sociale bevidsthed om eller bekymring for vandhullers gode økologiske tilstand (enten for specifikke vandhuller eller hele pondscapecet)?
- Hvilke potentielle finansieringskilder er tilgængelige?

Inden planlægningen af projektet er det vigtigt at besvare følgende spørgsmål:

- Hvordan defineres pondscapecet (dets omfang eller afgrænsning), og hvor mange vandhuller er der i pondscapecet?
- Hvad er hvert enkelt vandhulls tilstand i pondscapecet med hensyn til biologi, fysik-kemi og de økosystemtjenester, der leveres?
- Er der nogen nuværende eller fremtidige kilder til forurening og forringelse eller trusler?
- Hvilke naturbidrag til mennesker leverer pondscapecet allerede, eller hvilke vil det potentielt kunne levere med passende forvaltning?
- Hvordan anvendes pondscapecet og de enkelte vandhuller af mennesker?
- Hvordan er biodiversiteten i pondscapecet og i de enkelte vandhuller? Findes der truede arter eller ikke-hjemmehørende arter i vandhullerne?

Afhængigt af ressourcer kan nogle af disse spørgsmål være vanskelige at besvare i detaljer. Men selv en forholdsvis subjektiv vurdering kan definere mål. Denne proces er afgørende for at identificere de foranstaltninger, der er nødvendige for at maksimere fordelene for mennesker og dyr.

Anvendelse af afbødningshierarkiet

Denne håndbog rådgiver om forvaltning, genopretning og etablering af vandhuller og pondscales. I projekter, der skader eller ødelægger vandhuller og pondscales, kan oplysninger heri bruges som vejledning i afbødningshierarkiets forskellige faser, som er:

- **Undgå påvirkninger:** Det første trin i afbødningshierarkiet omfatter foranstaltninger, der træffes for at undgå at skabe påvirkninger fra starten, såsom omhyggelig placering af infrastruktur eller tidsplanlægning af etableringen for at undgå forstyrrelser. Eksempler inkluderer anlægning af veje uden for sjældne habitater eller vigtige arters ynglepladser. Undgåelse er ofte den nemmeste, billigste og mest effektive måde at reducere potentielle negative virkninger på, men det kræver, at biodiversitet og andre naturbidrag overvejes i projektets tidlige stadier.
- **Minimere påvirkninger:** Foranstaltninger træffes for at reducere varigheden, intensiteten og/eller omfanget af uundgåelige påvirkninger. Effektiv minimering kan fjerne nogle negative indvirkninger, f.eks. tiltag til at reducere støj og forurening eller anlæggelse af passager for vilde dyr og planter ved veje.
- **Genoprette og rehabilitere påvirkede levesteder:** Dette trin har til formål at forbedre forringede eller fjernede økosystemer, efter at de har været udsat for påvirkninger, der ikke helt kan undgås eller minimeres. Genopretning forsøger at bringe et område tilbage til det oprindelige økosystem, mens rehabilitering fokuserer på at genoprette grundlæggende økologiske funktioner og/eller økosystemtjenester. Rehabilitering og genopretning er ofte nødvendige hen imod slutningen af et projekt, men kan i nogle områder muligvis gennemføres under projektet.
- **Kompensation:** Hvis tidligere stadier ikke kan afbøde alle påvirkninger, kompenseres for eventuel resterende skade ved at etablere eller genoprette levesteder. Vandhuller og pondscales er gode eksempler på habitater, som kan bruges til at kompensere for tab andre steder. Der er god dokumentation for effektiviteten af denne tilgang.

Vejledning om afbødningshierarkiet findes i mange kilder, et godt engelsksproget udgangspunkt er CSBI (2015).^[18]

Definition af klare mål og målsætninger

Når du planlægger at forvalte, genoprette eller etablere et vandhul eller et pondscape, er det første spørgsmål at stille: "Hvad vil vi opnå?" Det er afgørende at have klare mål, da de vil påvirke både forvaltningen af eksisterende vandhuller og udformningen af nye. Definér, hvorfor du ønsker at etablere eller genoprette et vandhul eller et pondscape. Er det primært for menneskers eller biodiversitetens skyld? En naturbaseret løsning bør gavne begge dele, hvilket også kan overvejes på pondscape-niveau (nogle vandhuller er målrettet biodiversitet, andre menneskelige økosystemtjenester).

Det kan være nødvendigt at involvere forskellige interessenter i beslutningsprocessen og fastsættelsen af mål for vandhullet. Ved at inddrage interessenter tidligt i forløbet kan man også undgå problemer senere. Tidlig fastsættelse af mål hjælper med at prioritere udgifterne og undgå unødvendigt arbejde.

En god forståelse af hele pondscapecet er også afgørende for at undgå konflikter mellem menneskers behov og ferskvandsbiodiversitet. For eksempel kan et godt levested for dyr blive forstyrret, hvis menneskers adgang til at opnå økosystemtjenester forbedres (f.eks. støtte til fysisk og mentalt velvære). Dette kan medføre indførelse af ikke-hjemmehørende arter, nedtrampning af beplantede bredder eller forstyrrelse fra hunde. I sådanne tilfælde er det ofte bedre at etablere nye vandhuller til specifikke økosystemtjenester end at forsøge at få alle vandhuller til at opfylde alle funktioner. På denne måde kan der opnås flere fordele på tværs af et pondscape. Etablering af vandhuller kan f.eks. regulere risici og skabe levesteder af høj kvalitet, mens eksisterende vandhuller kan bevare biodiversitet og tilbyde læring og inspiration.



En afgørende del af målfastsættelsen for pondscapes, der involverer etablering af nye vandhuller, er at sikre adgang til vand af passende kvalitet. Forurening af vandkilder kræver omhyggelig vurdering og valg mellem grundvand, overfladevand eller grøfter og vandløb.



I dette vandhul i et naturreservat i Sydengland havde hunde og deres ejere adgang til den højre side af vandhullet, mens et hegn forhindrede adgang på den venstre side. Forskellen er iøjnefaldende. © Jeremy Biggs

Vandhuller kan etableres eller genoprettes som naturbaserede løsninger, men intet enkelt vandhul kan give alle fordele, og nogle mål kan være uforenelige. For eksempel kan et vandhul både opsamle næringsstoffer og fungere som levested for sumpplanter, der kræver høje næringsstofniveauer. Hvis der ønskes fisk i et vandhul, kan det ikke også øge bestanden af både stor vandsalamander (*Triturus cristatus*) og skrubtudse (*Bufo bufo*), da vandsalamander kræver, at der ikke er fisk, mens skrubtudse tolererer fisk. På pondscape-niveau er det derfor lettere at nå flere mål ved at tildele forskellige vandhuller forskellige "roller".

Det er også nyttigt at overveje forholdet mellem vandhullerne i pondscapet og andet ferskvand samt terrestrisk fauna (dyreliv, herunder jagtvildt). Vandhuller kan bidrage til den biologiske værdi af andet ferskvand ved at fungere som:

- Yngle- og tilflugtssteder for fisk i oversvømmede vandløbssystemer.
- Tilflugtssted for sølevende mosegrise under prædationstryk fra ikke-hjemmehørende amerikanske mink, hvor mosegrisene overlevede i vandhuller nær søen.^[19]
- Yderligere ynglehabitater for padde, der kræver vandhuller af høj kvalitet i pondscapes med eksisterende forringede/forurenede vandhuller.^[20]
- Områder, hvor guldsmede kan yngle i bassiner, der vedligeholdes eller etableres i højmoser.
- Områder med roligt, langsomt bevægeligt vand i vådområder med floder og vandløb (f.eks. bæverdamme), der diversificerer flodkorridorens biota.
- Øget diversitet i ferskvandshabitater i "sødistrikter" med små søer og vandhuller, der understøtter andre arter end i søer, måske fordi de er temporære og fri for prædatorer; vandhuller kan også hjælpe fugle, der bruger hele ferskvandsmiljøet (både søer og tilstødende lavvandede vandhuller).

Beslutningsstøtlediagrammet (Fig. 15) kan bruges til at planlægge processen med at forvalte et pondscape og er udarbejdet til at hjælpe forvaltere med at implementere naturbaserede løsninger på pondscape-niveau og lægge en forvaltningsplan for pondscapet. Målet er at: (i) definere de eksisterende vandhullers rolle i pondscapet med hensyn til levering af økosystemtjene-



ster eller naturbidrag til mennesker, (ii) risikovurdere eventuelle effekter, som forvaltning med henblik på levering eller ændring af disse tjenester kan have, (iii) afgøre, om der skal tilføjes nye vandhuller til pondscapeet med henblik på levering af yderligere økosystemtjenester.

Udviklingsstadierne i pondscapeets forvaltningsplan er at:

- identificere omfanget af pondscapeet og definere dets mål.
- identificere eksisterende individuelle vandhuller og vurdere deres økologiske tilstand (biodiversitet og fysik-kemi, funktion og forringelse) af hvert vandhul.
- identificere trusler mod vandhuller og de naturbidrag til mennesker, som de yder.
- vurdere de økosystemtjenester/naturbidrag til mennesker, som hvert enkelt vandhul i pondscapeet skal levere.
- vurdere behovet for eller mulighederne for nye vandhuller.
- risikovurdere forvaltnings- eller genopretningsprocessen for at sikre, at eksisterende økosystemtjenester/naturbidrag til mennesker ikke forringes.
- forvalte, genoprette, etablere eller beskytte vandhuller.

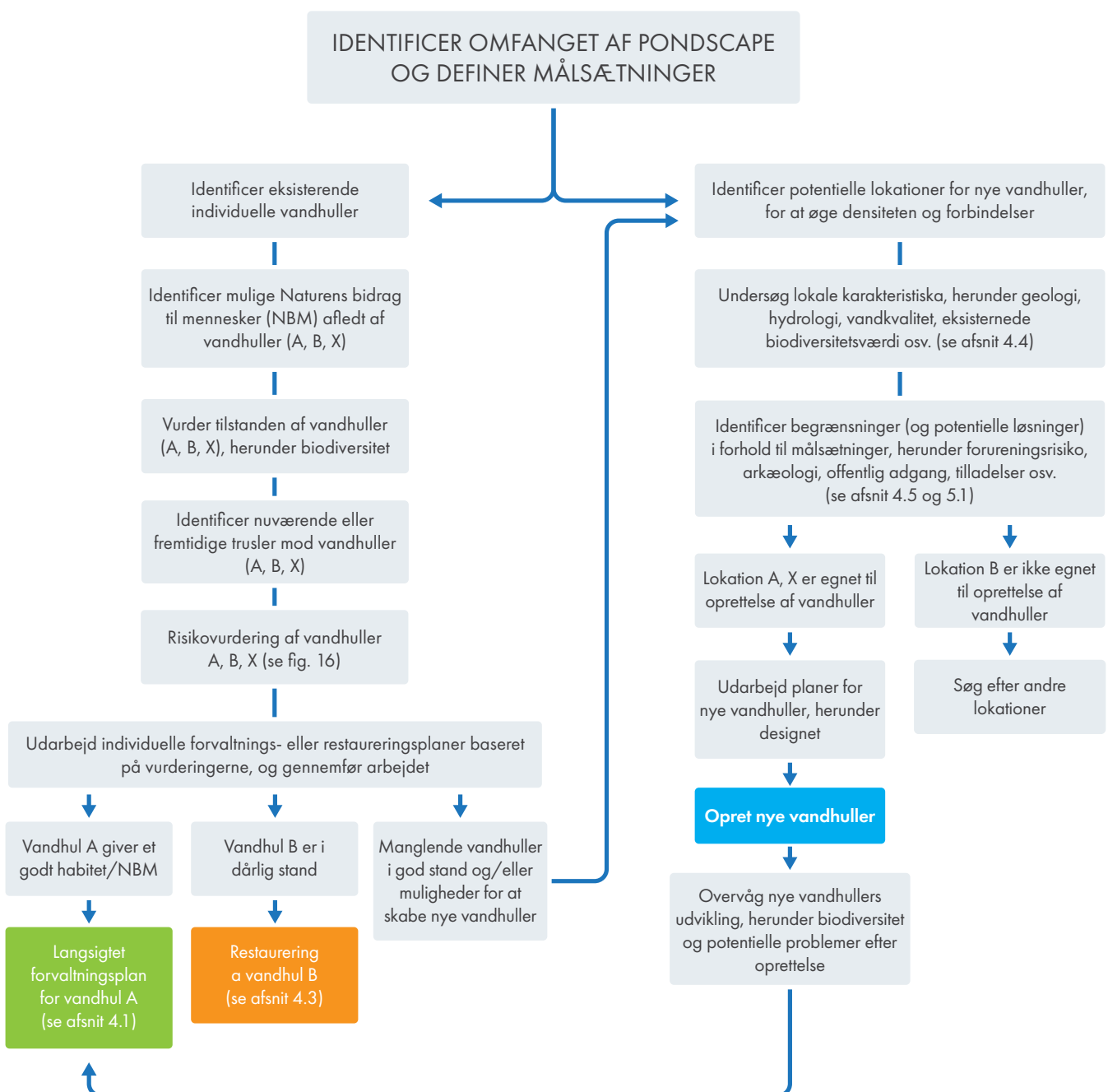


Fig. 15 - Pondscape-beslutningsdiagram



RISIKOVURDERING AF VANDHULHÅNDBTERING

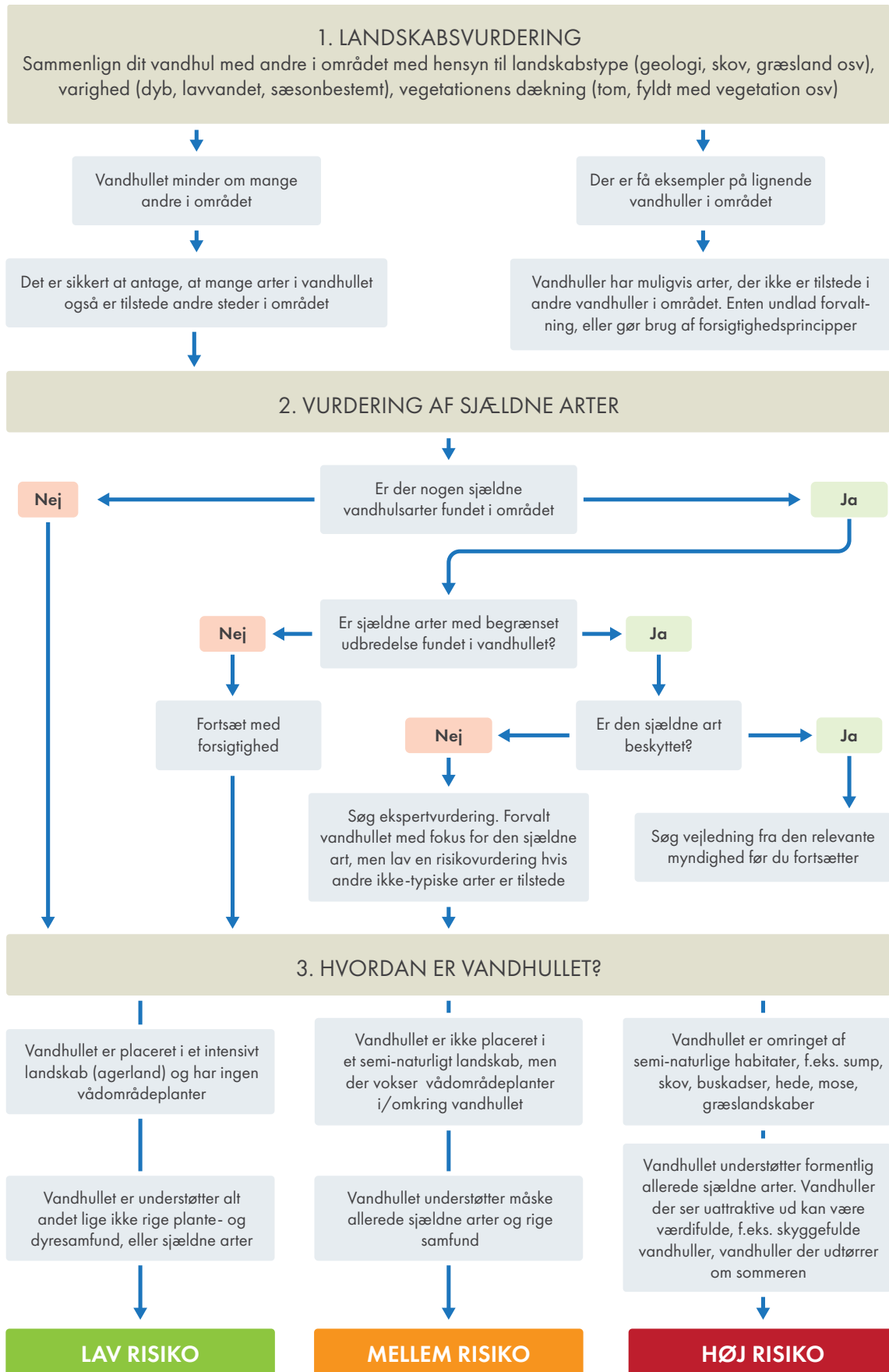


Fig. 16 - Flowdiagram for risikovurdering af vandhulsforvaltning (tilpasset fra The Pond Book, Freshwater Habitats Trust).



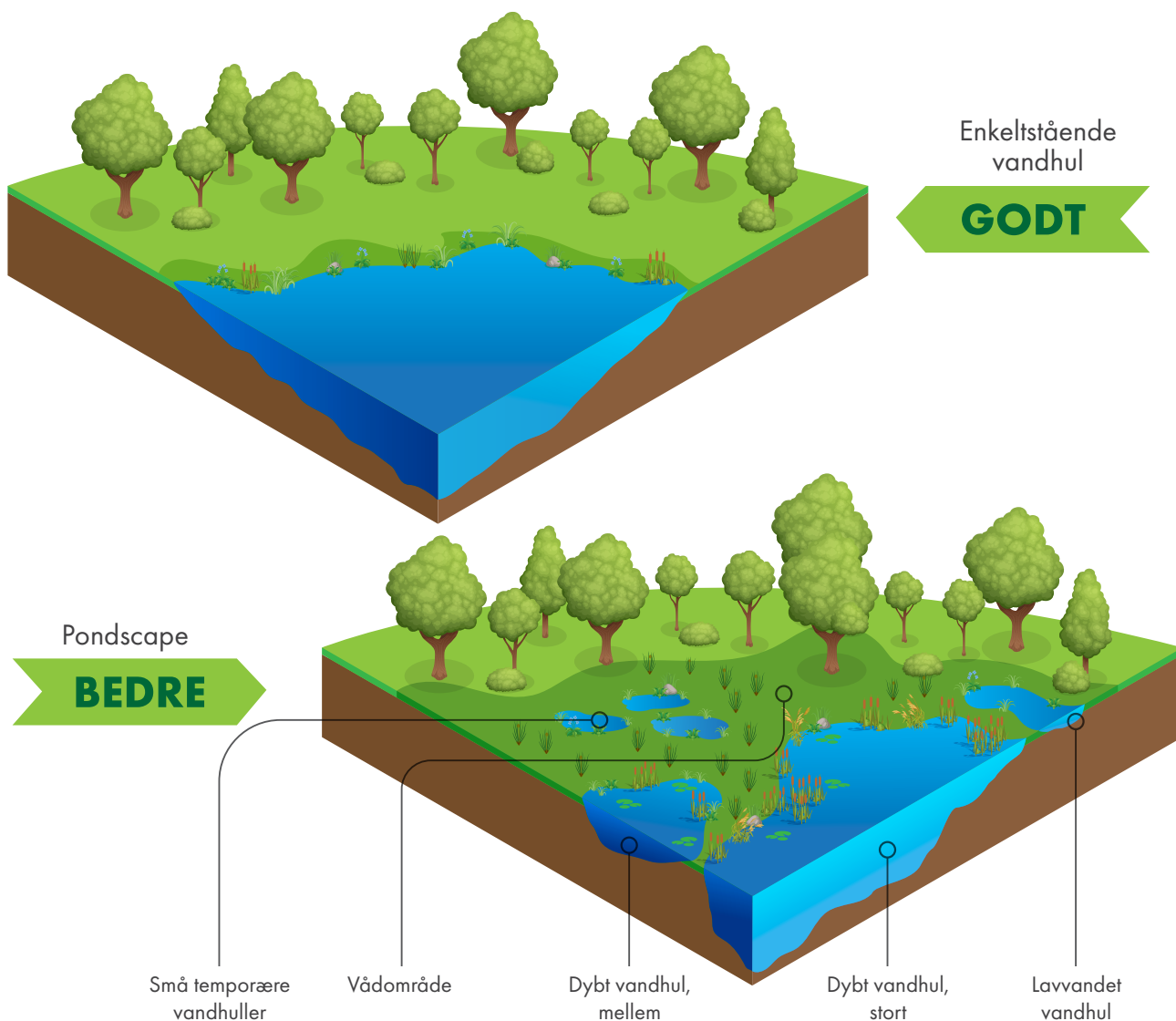


Fig. 17 - Etablering af enkelte nye vandhuller med rent vand gavner ferskvandsbiodiversiteten; etablering af et kompleks af vandhuller er endnu bedre.

Fastsættelse af mål for dit vandhul eller pondscape hjælper dig med at måle succes. Målene kan eksempelvis omfatte (se ansvarsfraskrivelse vedrørende danske forhold):

- Genopretning af halvdelen af vandhullerne i et forringet pondscape.
- Etablering af vandhuller for at fordoble antallet af ikke-forurenede vandhuller og forbedre netværket af ferskvandshabitater samt regulere vandkvaliteten.
- Sikring af, at alle vandhuller i et pondscape bliver forvaltet over en tiårig periode, herunder en specifikation af de nødvendige handlinger for hvert vandhul.
- Incitament til en bestemt art til at kolonisere dit vandhul eller pondscape.
- Fjernelse eller reduktion af en ikke-hjemmehørende art fra dit pondscape.
- Støtte til en bestemt politik eller et bestemt initiativ (f.eks. øge udbredelsen af habitatdirektivets arter) for at opnå finansiering af dit projekt.
- Forvaltning eller genopretning af halvdelen af vandhullerne for at skabe flere bestøvningskilder.
- Forvaltning af alle vandhuller for at mindske klimarisici (øge binding, reducere emission).
- Etablering af et netværk af vandhuller til opmagasinering af oversvømmelsesvand.
- Tiltrækning af besøgende eller særlige grupper (f.eks. handicappede eller kulturelle minoritetsgrupper).
- Tilvejebringelse af faciliteter til fysisk interaktion med vandhullerne (f.eks. svømning).
- Tilvejebringelse af ressourcer til oplysning med henblik på forståelse af pondscapes samt inspiration.
- Samarbejde med jordforvaltere og landmænd for at støtte kulturelle identiteter gennem traditionel forvaltning af vandhuller



Sørg for, at du har adgang til relevant ekspertise, når du fastsætter dine mål. Dette kunne omfatte samarbejde med en række rådgivere. For eksempel kan en lokal økolog rådgive om egnetheden af en lokalitet for en bestemt art, mens en ingeniør kan være nødvendig, hvis du har planer om at etablere vandhuller med komplekse vandforvaltningssystemer, herunder dæmninger og sluser.

Beslut dig for en tidsramme for dine mål. Nogle mål ønskes måske nået inden for de første par måneder, mens andre kan være knyttet til langsigtede planer, f.eks. at skabe flere vandhuller i faser.

NØGLEBEGREBER FOR UDFORMNING OG FORVALTNING AF VANDHULLER OG PONDSCAPES

Vandhullets opland

Alle vandområder har et opland med overfladevand, også kaldet "oplandet". Dette er området omkring et vandhul, som vandhullet har afløb til. For vandhuller med indløb fra vandløb eller grøfter omfatter oplandet også oplandene til disse vandløb og grøfter. Vandhuller har normalt ret små oplande, omkring hundrede hektar, men nogle gange så små som et par hundrede kvadratmeter. Til sammenligning kan store søer have oplande på hundreder eller tusinder af kvadratkilometer. Bemærk, at det kan være svært at definere oplandet til vandhuller, der får vand fra grundvand.

Identifikation af vandhullets opland og dets arealanvendelse er afgørende, når man udvikler vandhulssystemer, fordi det bestemmer vandhullets hydrologi og vandkvalitet. For eksempel er vandhuller, der modtager vand fra intensivt drevne landbrugsområder, ofte forurenede af sediment, næringsstoffer og pesticider. På samme måde, hvis et vandhul har tilløb fra vandløb, der modtager vand fra opstrøms septiktanke eller gyllebeholdere, vil kvaliteten af vandet i det pågældende vandhul blive påvirket af forurening. Ved udformning af et nyt vandhul med tilløb af overfladevand fra lerjord skal oplandet til vandhullet være stort nok til, at vandet løber til og tilbageholdes tilstrækkeligt længe til, at det fungerer tilfredsstillende og opfylder projektets mål.

Forståelse af vandhullets opland understøtter også beslutningstagen på pondscape-niveau og hjælper med at prioritere ressourcer. For eksempel anvendes genopretning og forvaltning bedst i vandhuller, hvor forureningskilder kan fjernes eller kontrolleres for at maksimere fordelene for det akvatiske dyreliv. Bemærk, at forurenede vandhuller stadig kan være nyttige for landlevende arter, men forureningen vil sandsynligvis skabe forvaltningsproblemer.

Selv om vandhullers oplande normalt er små, kan det være svært at definere deres omfang. Brug af værktøjer, der er egnede til søer, floder og vandløb (f.eks. GIS), skal suppleres med feltture for at identificere mikrostrukturer, der leder afstrømning ind i eller ud af oplandet (f.eks. grøfter, stier, stenaflejringer, ophobet materiale osv.). Dette feltarbejde udføres bedst efter kraftig regn, som gør det muligt at visualisere overfladeafstrømningen.



© Freshwater Habitats Trust





Fig. 18 - Forståelse af et vandhuls opland er vigtig for at afgøre placeringen og udformningen af nye vandhuller og for at bestemme, hvor vandforureningen stammer fra. Det forurenede vand (gul pil) opfanges af det første velbeplantede vandhul, hvorefter det strømmer ind i et andet og tredje vandhul. Det rensede vand (blå pil) flyder derefter nedstrøms mod pondscapet, hvor det vil forsyne andre vandhuller med vand.

Rent vand

Rent vand defineres her som vand, der har en kemi og biologi, der ville være normal for et givent område i fravær af væsentlig menneskelig påvirkning. Det svarer til "høj" tilstand i EU's vandrammedirektiv og "god" tilstand i Storbritanniens PSYM*-system til vurdering af kvaliteten af vandhuller og små søer (se afsnit 4.2). Det benævnes undertiden "naturlig baggrund", "minimalt forringet" eller "referencetilstanden".

Desværre er rent vand nu sjældent i mange intensivt forvaltede eller bymæssige landskaber over hele verden. For eksempel er 97 % vandløb og floder og 55 % søer og vandhuller i London, Storbritannien, forurenede af næringsstoffer.*^[21] I **PONDERFUL**-projektet, hvor vandhuller primært er placeret i landbrugslandskaber, opfyldte kun 25 % af vandhullerne kriterierne for rent vand. En nøjagtig vurdering af forureningsniveauerne kræver laboratorieanalyser af forurenende stoffer. På det seneste er der dog udviklet hurtige teknikker til foreløbige vurderinger af forureningsniveauet i vandhuller, som kan lette vurderingen af forureningen.

Rent vand er afgørende for følsomme ferskvandsplanter og dyr og er et af de vigtigste træk ved ethvert pondscape- eller vandhulsprojekt for biodiversitet og mennesker. Forurenede vand er uegnet til vandhuller, der anvendes til offentlig svømning, og kan også fremme skadelige opblomstringer af blågrøn- eller trådalger. Der kan også være sundheds- og sikkerhedsproblemer på grund af bakterier og vira, der stammer fra organisk forurening forårsaget af spildevand eller udledning af gylle.

Rent vand vil uundgåeligt blive kompromitteret i vandhuller, der er specifikt udformet til at mindske forurening eller håndtere oversvømmelser i intensive landbrugs- eller byområder. Rensningsbassiner vil kun fungere som levesteder for arter, der ikke er følsomme over for forurening, og deres diversitet vil blive reduceret i sammenligning med rene vandhuller i det samme pondscape. Dokumentation fra demonstrationsområdet **PONDERFUL** Water Friendly Farming viser, at vandhuller, der leverer naturbaserede løsninger til forurening og vandopmagasinering, bidrager væsentligt mindre til ferskvandsbiodiversiteten på landskabsniveau end uforurenede vandhuller; de understøtter også tre gange færre sjældne og følsomme arter.

* PSYM er udviklet af **PONDERFUL**-partneren Freshwater Habitats Trust og giver en vurdering af den miljømæssige kvalitet af et vandhul sammenlignet med vandhuller på nationalt niveau. Det kræver grundlæggende miljøoplysninger, herunder pH og identifikation af plantearter og/eller hvirvelløse familier.





Billeder af forurenede vandhuller/Billeder af rene vandhuller © Jeremy Biggs

I vandhuller i byparker eller landsbyer ynder folk ofte at fodre vilde ugle eller fisk. Kombinationen af en forurenede vandforsyning fra det bymæssige miljø, tilførsel af næringsstoffer i foder og de store bestande af fodrede ænder og fisk forårsager dog som oftest en dårlig vandkvalitet. Desuden kan hundeaftøring, hvis den ikke samles op af ejerne, transporteres med i afløbet til vandhullerne. Disse forhold understøtter artsfattige vandplante- og dyresamfund og mulige algeopblomstringer[†].

Selv om disse vandhuller er biologisk forringede, nyder mange mennesker i alle aldre at fodre og betragte fisk og vandfugle i bymæssige vandhuller, hvilket hjælper med til at skabe gavnlige forbindelser mellem mennesker og naturen. Selv om denne anvendelse kun kan understøttes i et begrænset antal vandområder, anbefaler vi stærkt at øge forståelsen af vandhullers naturrigdom og oplyse folk, så de kan nyde det mere naturlige miljø, som uforurenede vandhuller tilbyder. På denne måde kan de opdage nogle af de skjulte hemmeligheder ved biodiversiteten i naturlige og rene vandhuller, herunder salamanders parringsdanse, kampe mellem frøkor og guldsmede og vandnyfvers æglægningsadfærd.

Oplysnings- og reklamekampagner kan hjælpe folk med at forstå, at kommerciel fodring af fisk og ænder er uegnet til vandhulsforvaltning, da det forårsager forurening og forringer den biologiske kvalitet. Dette betyder, at det grundlæggende mål for en naturbaseret løsning – nemlig at forbedre naturen – ikke nås på individuelt vandhulsniveau. På pondscape-niveau kan disse potentielle konflikter mellem biodiversitet, læring og mentale oplevelser dog let løses ved at have forskellige typer vandhuller i forskellige områder og ved god kontakt med offentligheden.

[†] Selv om næringsstofforurenede vandhuller kan være dårlige for karplanter, og de vandlevende samfund af hvirvelløse dyr har lav diversitet, er der visse tegn på, at de kan understøtte forskellige algesamfund.



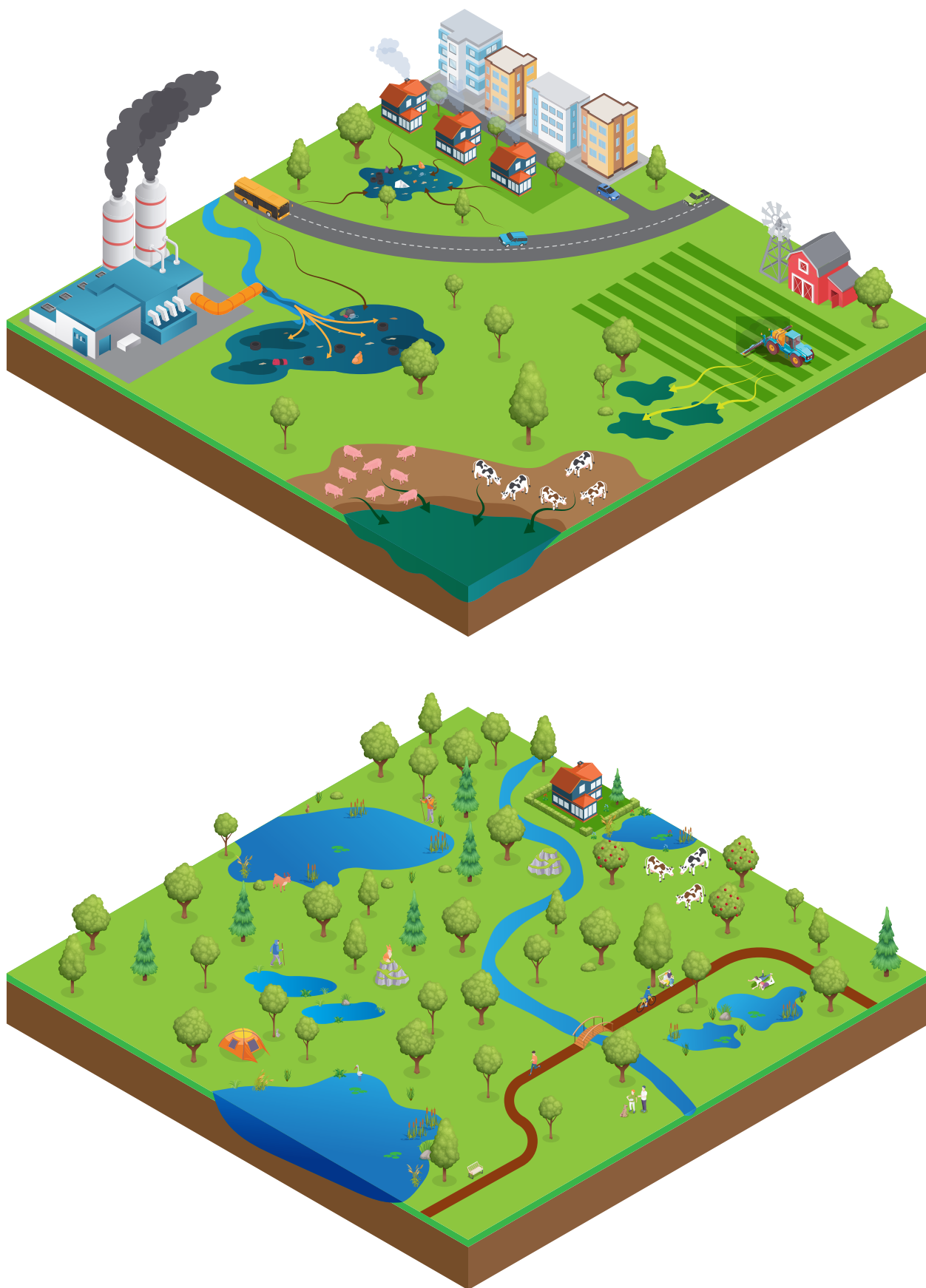


Fig. 19 - Vand, der løber mod byområder eller intensivt dyrket jord, er ofte forurenet. Vandhuller i mindre intensivt udnyttede landskaber (skov, ugødede enge, heder) har normalt god vandkvalitet.



Forståelse af hydrologi og vandkilder i nye eller eksisterende vandhuller er afgørende for udviklingen af praktiske forvaltnings- og etableringsplaner. Vandhuller kan have forskellige vandkilder:

- **Regnvand:** Dette omfatter både regnvand, der falder direkte på vandhullet, og regnvandsopsamling, som kan være en vigtig vandkilde for byvandhuller, f.eks. via opsamling, opbevaring og afledning af tagvand. Regnvand er normalt renere end overfladevand og grundvand, men det kan stadig indeholde forurenende stoffer og være en betydelig kilde til kvælstof.
- **Overfladevand:** Vandhuller på lerjord eller med en uigennemtrængelig belægning, uden tilløb eller afløb, fyldes af regnvand fra oplandet. Hvis vandhullet er omgivet af områder med delvis naturlig arealanvendelse, vil dette vand være "rent" (se Boks 2) og afspejle vandets naturlige kemi, såsom forskellige typer organisk stof (grove, fine og opløste partikler), der løber til og fra oplandet. Hvis der er forureningskilder i oplandet (f.eks. næringsstoffer, pesticider, mikroforurenende stoffer), vil vandkvaliteten i vandhullet sandsynligvis være forringet. Afhængigt af pondscapets topografi og de tjenester, der kræves af vandhullet (biodiversitet, vandbehandling, opsamling af afstrømningsvand), kan man udgrave grøfter eller render for at lede overfladeafstrømning til vandhuller, hvilket også reducerer risikoen for, at det løber til eller akkumuleres i andre områder. I tilfælde af forurenede vand kan brinker, volde og grøfter bruges til at lede forurenede vand væk fra vandhuller beregnet til biodiversitet eller ned i dem, der anvendes til rensning.
- **Grundvand.** Vandhuller, der er placeret, hvor grundvandsspejlet er højt, med en geologi bestående af sand, grus eller tørv, er normalt grundvandsfødte. Grundvand er generelt renere og mindre forurenede end overfladevand, selv i områder med intensiv arealanvendelse, fordi det filtreres, når det passerer gennem sten i jorden. Nogle steder kan kvælstofforurening også fjernes fra grundvandet ved denitrifikation, når det strømmer gennem grus og sand. Dog er alt grundvand ikke rent, f.eks. kan grundvandet stadig være forurenede i oversvømmede vådområder med forurenede floder og vandløb eller i lave vandlag under intensivt dyrket landbrugsjord. Undersøgelser ved hjælp af borer kan bruges til at bestemme, hvor langt under jordoverfladen grundvandsspejlet er placeret, men tilstedeværelsen af akvatisk vegetation såsom siv, eller regelmæssig dannelse af vandpytter på dele af jorden kan give en god indikation af, hvor grundvandet sandsynligvis findes. Bemærk, at grundvandsstanden vil variere med årstider og regnmønstre, og den vil sandsynligvis være stærkt påvirket af klimaforandringer.
- **Vandløb, grøfter eller kilder:** Vandhuller, der fyldes via floder, vandløb og grøfter, vil blive påvirket af kvaliteten af det vand, de transporterer, og af deres oplande, og de kan hurtigt blive fyldt op med sediment. Medmindre intensiteten af arealanvendelsen i oplandene er lav eller består af næsten naturlige levesteder (f.eks. naturligt forvaltede skovområder, traditionelt forvaltede halv-naturlige græsarealer, hedeområder), vil vand fra disse kilder normalt blive forurenede. Derfor er det tilrådeligt ikke at etablere vandhuller ved hjælp af disse vandkilder (medmindre hovedformålet med vandhullet er vandrensning). Hvis de er tilgængelige, kan uforurenede kilder være fremragende vandkilder, der giver en kontinuerlig vandstrøm og tillader etablering af vandhuller uden uigennemtrængelig belægning. I nogle tilfælde, hvor vandhuller har højere næringsstofniveauer eller andre forureningsniveauer end de tilstrømmende vandløb, kan vandkvaliteten i vandhullet forbedres vha. tilløb af vandløbsvand, selv om det er forurenede. I disse tilfælde kan vandløb fortynde og eksportere forurenende stoffer væk fra vandhullet.
- **Havet.** På nogle kystnære steder indeholder vandhuller brakvand. Vandhuller kan fyldes med havvand enten ved overfladisk indløb fra storme eller via underjordiske kilder, der strømmer gennem strandsand. Brakvandsvandhuller har en højt specialiseret fauna, der omfatter truede arter.
- **Jordbundstyper:** Vandhuller findes normalt i jordbundstyper, der har lav porøsitet (ler, alluvium), eller som holder på grundvandet (sand, kalksten, tørv). De jordbundstyper, som et vandløb ligger i, bestemmer dets hydrologi, hvilket er vigtigt at forstå i forbindelse med forvaltning af vandkvalitet og vandstand. Det er meget lettere at etablere nye vandhuller i uigennemtrængelige jordbundstyper eller i stenlag, der indeholder grundvand. Vandhuller kan etableres i gennemtrængelige jordbundstyper med kunstig belægning, selv om omkostningerne ved dette er høje, og levetiden er begrænset. Sådan evalueres jordbundstypers egnethed til at holde på vandet:
 - Undersøg først geologiske kort, og betragt de eksisterende vandhuller i pondscapet. Bemærk, at geologiske kort ofte ikke er tilstrækkeligt detaljerede til at beskrive små geologiske forskelle, hvilket er nødvendigt for at identificere potentielle placeringer af vandhuller.
 - Tjek eventuelle lokale informationskilder om pondscapets hydrologi (såsom borer, der vedligeholdes af vandforvaltningsmyndigheder); selv om de er beregnet til overvågning af store vandområder, kan de give nyttige oplysninger til brug i vandhullsforvaltningen.
 - Lav prøvegravninger for at vurdere jordbundstypen og bestemme, om der findes grundvand. Undersøgelse af disse prøvegravninger giver oplysninger om geologien. For at vurdere hydrologien, og især sæsonvariationer i grundvandsstanden, kan det være nødvendigt at observere udgravningerne i et til to år.
 - Alternativt kan entreprenører med specialiseret boreudstyr hyres til at oprette en geologisk "log" over jordbundstypen og den overfladenære geologi og til at installere hydrologiske sænkebrønde til langsigtet overvågning.



- Det er ofte nyttigt at vurdere, om pondscapeet er blevet drænet. Markdræn er udbredt i landbrugsområder og kan være svære at se.

På pondscape-niveau kan vandhuller med forskellige vandkilder ligge tæt sammen eller endda på det samme sted, afhængigt af den lokale geologi.



Fig. 20 - Pondscales kan have flere forskellige vandkilder, herunder grundvand (A), overfladevand (B) og oplandsvand (C). Opsamlet regnvand (D) kan også bruges i bymæssige omgivelser.

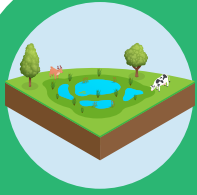
LANGSIGTEDE FORVALTNINGSOVERVEJELSER

I alle vandhulsprojekter er det vigtigt tidligt i planlægningsfasen at overveje den langsigtede forvaltning af vandhullerne, når det indledende arbejde, hvad enten det drejer sig om forvaltning, genopretning eller etablering, er gennemført. Med god planlægning kan den fremtidige forvaltning gøres lettere, og hyppigheden af fremtidige indgreb kan mindskes. Ved planlægningen af den langsigtede forvaltning af enten eksisterende eller nye vandhuller er anvendelsen af de omgivende landområder af afgørende betydning (Tabel 3).

Det er også vigtigt at tage hensyn til klimaforandringerne, når man overvejer de mest optimale tiltag i vandhuller og pondscales. For eksempel kan der i tørre områder være behov for større indgreb for at opretholde vandhullernes funktionalitet (f.eks. uddybning eller fjernelse af markdræn for at genoprette vandhullets hydrologi).

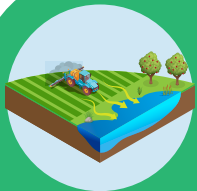


Tabel 3 - Forvaltning af vandhuller: nøgleprincipperne. Se ansvarsfraskrivelse vedrørende danske forhold.



VANDHULLER I NATURLIGE/DELVIST NATURLIGE LANDSKABER MED GRÆSNING (HUSDYR ELLER HJORTE)

- Lav-intensiv græsning giver optimal forvaltning af mange eksisterende og nye vandhuller og fjerner behovet for manuel vedligeholdelse.
- Overvej hegn for at beskytte mennesker og husdyr, hvis vandhullet brinker er stejle.
- Overvej hegn ved høj tæthed af eller forstyrrelse fra kvæg. Indhegning af et større bufferområde omkring vandhullerne og montering af en låge kan kontrollere husdyrintensiteten og tidspunktet for deres græsning.
- Beskær regelmæssigt buske omkring indhegnede vandhuller.
- Overvej forskudt eller delvis indhegning, så nogle dele af vandhullet er åbne for græsning, mens andre kun er åbne ved høj vandstand. Dette diversificerer græsningstrykket.
- Installer drikkebrug, hvor topografien er gunstig (f.eks. bakkede omgivelser), for at kontrollere hyppigheden af husdyrbesøg.



VANDHULLER I INTENSIVT DYRKEDE LANDSKABER

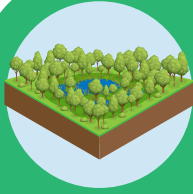
- Minimer vandhullernes eksponering for moderne landbrugsmetoder (agerbrug, intensiv græsproduktion).
- Forureningsfølsomme arter, som næringsfølsomme vandplanter og nogle padder og guldsmede, vil normalt ikke overleve i disse områder, men tolerante arter gør.
- Overvej at etablere vandhuller i blokke af jord i pondscapet, der permanent tages ud af dyrkning, der involverer brug af agrokemikalier.
- Husk, at landbrugsjord ofte roteres mellem græsarealer og afgrøder. Sæt dig ind i afgrødernes rotationsmønstre og de anvendte agrokemikalier, før du planlægger etablering af vandhuller på landbrugsjord.
- Vær forberedt på mere forvaltning eller hyppigere genopretning af vandhuller i oplande, hvor der pløjes, gødes og anvendes pesticider. Disse vandhuller vil sandsynligvis blive forurenede; den akvatiske vegetation vil derfor vokse hurtigere, og vandhullerne vil hurtigere mudre til.
- Opret de størst mulige bufferzoner omkring vandhuller: 50 m er godt, men vær opmærksom på, at buffere muligvis ikke er fuldkommen effektive ved kraftig nedbør efter spredning af gødning eller pesticider.
- Overvej at anlægge grøfter eller barrierer for at hindre overfladevand fra intensivt forvaltet land i at strømme ind i vandhuller med henblik på at reducere forureningsrisikoen.



VANDHULLER FORBUNDET MED VANDLØB OG FLODER

- Når vand strømmer ind i vandhullet, mudrer sedimentet vandet til. Vær forberedt på meget hyppigere (og dyrere) forvaltning, end der er behov for til vandhuller med tilstrømning af overfladevand eller grundvand.
- Vandløb og floder medbringer overraskende store mængder suspenderet sediment til vandhullerne, og vandhuller med tilstrømning fyldes derfor med sediment 100 til 1000 gange hurtigere end vandhuller uden tilstrømning.
- Overvej sand-/muddersfang i vandhulsprojektet (dvs. et opsamlingsvandhul før hovedvandhullet). Disse skal regelmæssigt renses for sand og mudder; hvis man undlader dette, bliver de hurtigt ineffektive.
- Hvis man forvalter, genopretter eller etablerer vandhuller nær forurenede floder og vandløb, som understøtter fiskebestande eller rummer ikke-hjemmehørende arter, skal man være forberedt på, at det kræver omhyggelig forvaltning at reducere skader (forurening, ikke-hjemmehørende arter) eller skabe anvendelige levesteder (vandhuller i oversvømmede vådområder, der periodisk er forbundet med kanaler til fisk).





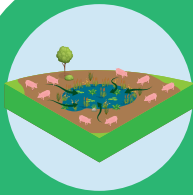
VANDHULLER I SKOVOMRÅDER

- Sørg for at have en forvaltningsplan for træer til at opretholde optimale forhold for vandhullerne. Små vandhuller i skovområder kan hurtigt blive stærkt beskyggede, hvilket reducerer deres egnethed som levested for nogle arter. Træforvaltning kan kræve dyre specialiserede fagfolk.
- Overvej manuel indsamling af blade med bredmaskede net eller river om efteråret og først på vinteren i mindre vandhuller. Effekten er ikke evalueret, men kan være gavnlig.
- Overvej i skovområder at etablere vandhuller i lysninger eller langs stier for at opretholde mere åbne forhold uden behov for beskæring af overhængende træer. Bemærk, at store mængder organisk stof fra nedfaldne blade og grene kan øge produktionen af metan og andre drivhusgasser.



GENOPRETTEDE ELLER FORVALTEDE VANDHULLER

- Husk, at vegetation (nye højt voksende vandplanter, træer og buske) normalt vil etablere sig hurtigere i genoprettede eller forvaltede vandhuller end i nye, så forvaltning kan være påkrævet på et tidligere tidspunkt.
- Overvej at introducere græssende husdyr i lav tæthed for at kontrollere vegetationsvæksten, og planlæg det fremtidige forvaltningsarbejde (inklusive logistiske og økonomiske krav), når du udarbejder et vandhulsprojekt.
- Vurder den årlige vegetations vækst for at justere vedligeholdelsesfrekvensen.



VANDHULLER TIL FORURENINGSREGULERING

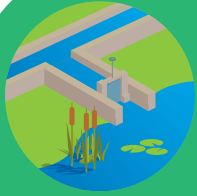
- Vær forberedt på regelmæssig oprensning af sand/mudder og rydning af vegetation i vandhuller beregnet til opsamling af forurenede vand og sediment. Vandhullets størrelse påvirker oprensningsfrekvensen, som kan variere fra fem til 30 år.
- Bemærk, at sedimenter, især forurenede, kan have særlige bortskaffelseskrav, som kan være ekstremt dyre.
- Sørg for, at vandhuller til forureningshåndtering omhyggeligt planlægges og finansieres med henblik på den forventede oprensning.



VANDHULLER, HVOR DER TILSKYNDES TIL OFFENTLIG ADGANG

- Husk, at udseendet og offentlig sikkerhed er vigtig, hvor man tilskynder til offentlig adgang. Uden forvaltning kan affald hobe sig op, og infrastruktur som stier og gangbroer kræver regelmæssig vedligeholdelse.
- Undgå at etablere vandhuller med stejle bredder, da dette øger risikoen for ulykker. Hvis stejle skrænter anvendes, skal de anlægges på tør jord væk fra vandet.
- Sørg for, at vandhuller har brede, lavvandede bredder med let skrånende kanter eller horisontale platforme, så folk kan nærme sig sikkert.
- Overvej antallet af personer, der bruger området, og hvilke områder der anvendes mest.
- Udfør hyppig kontrol for at sikre, at vandhullet er tilgængeligt og sikkert.
- Overvej at investere i skiltning for at imødekomme offentlighedens forventninger og opmuntre til ansvarligt brug.
- Brug indhegning, beplantning eller træbunker til at håndtere forstyrrelsesniveauer, hvor informationstavler ikke er tilstrækkelige.
- Etabler vandhuller med "begrænset eller ingen adgang" som supplement til mere tilgængelige vandhuller i samme område for at sikre bevarelse af biodiversiteten.
- Undgå at opmuntre til udsætning af fisk og tamænder i byvandhuller, eller etabler vandhuller specifikt til fisk og ænder.





REGULERING AF VANDSTANDEN I VANDHULLER

- Husk, at for mange vandhuller og pondscapes er den optimale forvaltningsmetode til levering af økosystemtjenester og naturbidrag til mennesker at lade det naturlige hydrologiske regime råde. Dette fører til sæsonmæssige variationer i vandstanden, som er værdifulde for at opretholde et vandhuls økosystemfunktion.
- Planlæg, hvordan du vil regulere vandstanden med dæmninger, sluser og stemmeværk for en række økosystemtjenester (f.eks. vandforsyning, mad og foder, fysiske og mentale oplevelser).
- Hvis du forvalter, genopretter eller etablerer fiskedamme eller vandhuller til opsamling af forurenende stoffer, bør fuldstændig dræning af vandhullet for at fjerne ophobede sedimenter overvejes.



OVERVÅGNING

- Sørg for, at overvågningen planlægges, finansieres og gennemføres med regelmæssige, relevante intervaller, idet der tages hensyn til både kortsigtede ændringer og langsigtede forvaltningseffekter.

Ved budgettering af et vandhulsprojekt er det vigtigt at inkludere overvågning og yderligere finansiering til forbedring af pondscapet. Regelmæssig overvågning er meget vigtig og mangler ofte. Ved hyppige besøg i de første seks til 12 måneder efter forvaltning, genopretning eller etablering kan man identificere forbedringsområder. For eksempel kan konstant grumsede vandhuller indikere høj forstyrrelse, som kræver indhegning. Tidlige besøg er også nyttige til at overvåge ikke-hjemmehørende arter, som – hvis de fjernes hurtigt – kan udryddes med held.

Langsigtet overvågning giver oplysninger om faktorer, der påvirker vandhullets funktion, f.eks. hvor stor en del af året temporære vandhuller holder på vandet, eller hvor meget vandstanden svinger i permanente vandhuller. Begge dele afhænger sandsynligvis af klimaudsving.

Disse iagttagelser kan afsløre, om der er behov for yderligere tiltag for at nå projektets mål. For eksempel, hvis vandhuller er specifikt etableret til paddler, og overvågning viser, at pondscapet altid tørrer ud, før ynglen har forladt vandhullet, kan



det være nødvendigt at gøre adskillige vandhuller dybere, finde alternative vandkilder at lede ind i vandhullet, opmagasinere vand eller etablere en uigennemtrængelig belægning for at forlænge den periode, hvor vandhullet forbliver vådt. Omvendt, i pondsapes, hvor vandhuller forbliver våde hele året, fordi de er for dybe, kan det være en mulighed at tilføje nye temporære og semi-permanente vandhuller for at etablere yderligere temporære vandhabitater.

Regelmæssig overvågning giver også oplysninger om effektiviteten af forvaltningen (vegetation, husdyrhold, ophobning af forurenende stoffer, infrastruktur), hvilket kan kræve justeringer af forvaltningsplanerne. Selv om det er muligt at planlægge ud i fremtiden og forudsige nødvendige forvaltningstiltag, bør planerne være fleksible og suppleres med løbende overvågning.

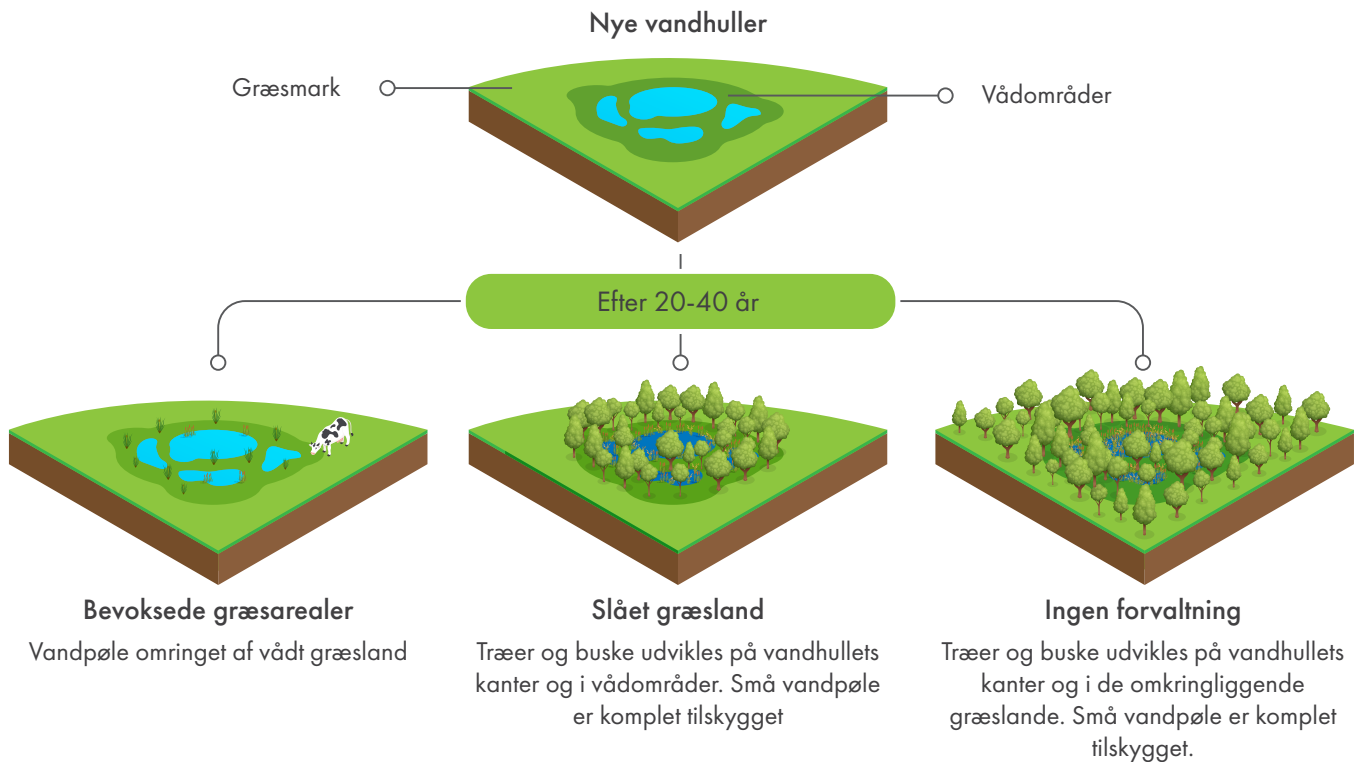


Fig. 21 - Mangel på forvaltning kan medføre, at vandhuller bliver fuldstændigt tilgroet med træer og anden vegetation. Lav-intensiv husdyrgræsning kan være en effektiv metode til at forvalte vandhuller og pondsapes, da det mindsker behovet for manuel kontrol af vegetationen.

Vandhuller og myg

I nogle områder, såsom turistregioner eller by- og forstadslandskaber, kan der være bekymringer for, at håndtering, genopretning eller oprettelse af vandhuller kan fremme spredningen af myg, som kan overføre alvorlige sygdomme til mennesker eller husdyr. Bemærk, at myg, der ikke overfører sygdomme, også kan være et problem, blot fordi de er talrige, f.eks. i Camargue (FR).

Almindeligvis kontrolleres myg i vandhuller af en række naturlige rovdyr. Myggelarverne bliver ædt i vandet af vandbiller, vandnymfer, guldsmede og salamandre, mens voksne myg ædes af frøer, flagermus, fugle og rovfluer. Myg udgør normalt kun en lille del af vandhullsfaunaen og er kun talrige i meget små og temporære regnvandsbassiner med manglende biodiversitet.

Alle myg foretrækker kunstige beholdere uden rovdyr, såsom plastikvandtønder og dæk, hvor de formerer sig i store mængder. Sådanne beholdere bør fjernes fra vandhullet. Hvis regnvand opsamles i åbne beholdere til anvendelse i vandhuller, skal det bruges, før myggelarverne dukker op, eller der bør anvendes filtre. Myggebekæmpelsesprogrammer, især mod sygdomsbærende arter som den asiatiske tigermyg (*Aedes albopictus*) og Anopheles-myg, bør fokusere på at fjerne små vandbeholdere fra pondsapet og fremme vandhullsbiodiversiteten for at kontrollere mygformeringen.



I områder, hvor myg er talrige, såsom kystnære marskområder, kan deres stik forstyrre menneskelige aktiviteter alvorligt. På grund af klimaforandringerne forventes sygdomsbærende myg at bevæge sig mod nordlige breddegrader. Hvis de opda- ges, kan disse populationer kræve specifikke overvågnings- og kontrolprogrammer, herunder brug af det naturlige insekticid *Bacillus thuringiensis* (Bti). Information om bekæmpelsesforanstaltninger kan fås hos Det Europæiske Center for Forebyggelse af og Kontrol med Sygdomme. Brug af Bti til myggebekæmpelse er beskrevet i succeshistorien for **PONDERFUL**-demonstra- tionsområdet La Pletera (afsnit 6.6). Se øverst afsnit 4.1 vedrørende dansk lovgivning.

4.2 Vurdering og overvågning af vandhuller og pondscares

Dette afsnit giver et overblik over metoder, der kan anvendes til overvågning og vurdering af vandhuller og pondscares, både gennem engangsvurderinger og langsigtet overvågning. Se øverst afsnit 4.1 vedrørende danske forhold.

Der er mange grunde til at vurdere vandhuller, herunder vurdering af bevaringsværdien af individuelle vandhuller, over- vågning af ændringer i antallet og værdien af vandhuller som naturbaserede løsninger (f.eks. til opsamling af forurenende stoffer), overvågning af bestandene af truede arter, undersøgelse af fordelingen af forskellige vandhultyper i landskabet og overvågning af virkninger (f.eks. om antallet af besøgende eller husdyr, der benytter vandhullet, stiger). Disse overvågnings- programmer kan styres af regionale, nationale, europæiske eller internationale politikker.

Der er to spørgsmål, der er værd at overveje, når du skal vælge mellem de mange metoder, der bruges til at vurdere og overvåge vandhuller:

- Hvad ønskes afdækket? Det er vigtigt at vide, hvilke svar du behøver for at planlægge og indsamle de mest hensigtsmæs- sige data og ikke spilde ressourcer på unødvendige målinger.
- Findes der anvendelige standardmetoder? Kontakt eventuelt Miljøstyrelsen, se øverst afsnit 4.1. Der er betydelige fordele ved at bruge eksisterende metoder frem for at udvikle nye, herunder den kendsgerning, at du kan:
 - bygge videre på andres viden. Mange faktorer er involveret i udviklingen af metoder, såsom den bedste tid på året til undersøgelser, nødvendige materialer og kompetencer samt forskellige måder at måle ting på.
 - sammenligne dine resultater med andres data, der er indsamlet ved hjælp af den samme metode, for at se, om dine resultater er typiske eller usædvanlige.

Eksisterende metoder skal anvendes med forsigtighed, især mellem forskellige regioner og klimazoner. Nogle metoder er regionsafhængige, og Selv om metoderne ofte er tilstrækkeligt beskrevet med hensyn til deres begrænsninger, tager folk ikke altid dette i betragtning. I regioner med klimaforhold, der adskiller sig fra dem, hvor metoden er udviklet, eller med forskelle i andre vigtige miljøfaktorer, kan brugen af en bestemt metode være uhensigtsmæssig. I sådanne tilfælde kan tilpasning af metoderne til at tage højde for de forskellige miljøforhold være en løsning.

Vurdering og overvågning af naturens bidrag til mennesker ved implementeringen af naturbaserede løsninger

Der er et bredt udvalg af muligheder for at måle fordelene ved vandhuller og pondscares som naturbaserede løsninger. Enhver vurdering skal definere specifikke indikatorer, afhængigt af det særlige naturbidrag til mennesker, der skal overvåges, og beskrive, hvordan disse indikatorer kan måles i feltet. For eksempel kan man for biodiversitet vælge en række bioindika- torarter og beskrive metoderne til at kvantificere deres forekomst (vandprøver, direkte observationer osv.). Afsnittet nedenfor opsummerer typiske fremgangsmåder.

Biodiversitet – etablering og vedligeholdelse af habitater: Biodiversiteten i vandhuller måles ofte ved hjælp af en kombi- nation af antallet af vandhulsarter og forekomsten af sjældne og truede arter. Grupperne, der typisk vurderes, er padder, sumpplanter og/eller større (makro)invertebrater. Imidlertid undersøges kiselalger, mikroarthropoder (f.eks. zooplankton), krybdyr, fisk, pattedyr og fugle undertiden også, især i større vandområder. Metoderne behandles nærmere i punkterne 4.2.1 og 4.2.2.

Vandopmagasinering – regulering af risici; fødevarer og foder: Vandhuller kan bruges til at opmagasinere vand under oversvømmelser, bekæmpe brande, vande husdyr, skaffe vand til vilde dyr og forhindre eller bremse vandindtrængning i floder og nedstrøms oversvømmede områder. Overvågning kan omfatte vurdering af den tilbageholdte vandmængde og varigheden af opbevaringen. For eksempel kan opmagasineringskapaciteten ved oversvømmelse måles ved at gange sænk- ningszonen med vandhullets højde for at estimere den ekstra vandmængde, som det kan opbevare før overløb.

Opsamling af forurening – regulering af ferskvandskvaliteten: Vandhuller bruges ofte som en hjælp til at opsamle forene- nde stoffer og forhindre dem i at trænge ind i andre vandområder. Den mest almindelige måde at vurdere deres virkning på er at sammenligne niveauerne af relevante forurenende stoffer i vandhullernes til- og afløb. Disse omfatter oftest nærings- stoffer som fosfor og kvælstof, men også organisk stof, bakterier, pesticider og metaller (f.eks. kobber i landbrugsområder eller tungmetaller i byområder). Analyseomkostningerne kan være høje, især hvis man også inddrager nye forurenende stoffer og mikroplast.



Biodiversitetsvurderinger og indekser kan også bruges til at bedømme vandkvaliteten. Regelmæssige vandprøver, med ekstra prøver i vådt vejr, er afgørende. Overvågningen skal sandsynligvis være langsigtet og omfatte stormhændelser for at evaluere effektiviteten korrekt, da mange vandhuller til opsamling af forurening ikke altid er effektive.

Kulstofbinding og afbødning af klimaforandringer – regulering af klimaet: Vurdering af vandhullers drivhusgasemissioner og kulstofbinding kræver omhyggelige feltmålinger ved hjælp af avancerede metoder, og der forskes p.t. i området. De anvendte metoder i **PONDERFUL** er beskrevet i Davidson et al. (2024) ^[22] og omfatter flydende gassamlere til måling af emissioner og sedimentfælder eller kerner til vurdering af kulstofdeponering.

Værdi for oplysning, rekreative faciliteter, sundhed og trivsel – fysiske og mentale oplevelser, læring og inspiration: Numeriske data vurderes normalt ved at tælle antal besøgende. De besøgende og andre interessenters opfattelser kan vurderes ved hjælp af spørgeskemaer, interviews og fokusgrupper, hvor semikvantitativ vurdering foretages ved hjælp af Likert-skala spørgeskemaer.

4.2.1 Vurdering og overvågning af de enkelte vandhuller

Detaljerede vurderinger af vandhuller omfatter normalt indsamling af en blanding af fysiske, kemiske og biologiske data. De biologiske data giver oplysninger om vandhullets biodiversitetsværdi og kan indikere vandhullets kvalitet. Fysiske og kemiske data bruges til bedre at forstå vandhullets kvalitet som en hjælp til at fortolke de biologiske resultater og evaluere graden af succes eller begrænsninger for naturens bidrag til mennesker.

Vurdering af biodiversiteten i vandhuller

Biodiversitetsvurderinger har til formål at vise, hvor værdifuldt et vandhul er for dyrelivet, dvs. vandhullets bevaringsværdi. Vandhuller er meget artsrige levesteder, og det er næsten umuligt at identificere alle de tilstedeværende arter. Derfor fokuserer biodiversitetsvurderinger normalt på bestemte grupper som f.eks. sumpplanter eller padder. Udvælgelsen af gruppen, der skal undersøges, indebærer en afvejning af mange faktorer, f.eks. om gruppen vil være repræsentativ for det bredere vandhul og omkostningerne ved undersøgelsen. Det er også værdifuldt at vurdere, hvilke grupper der er velegnede i forbindelse med kommunikation med offentligheden (dvs. "flagkskibarter"). Fordele og ulemper ved at anvende forskellige grupper er opsummeret i Tabel 4.

For at være repræsentativ for vandhullet som helhed er det bedste valg sandsynligvis en kombination af plante- og dyregrupper, der indeholder mange arter. Det endelige valg vil afhænge af projektets formål og de tilgængelige kompetencer. Et typisk valg er imidlertid at undersøge sumpplanter, makroinvertebrater og padder (Tabel 4). Hvis omkostningerne betyder, at det kun er muligt at undersøge én gruppe, vil det bedste valg sandsynligvis være sumpplanter, fordi de er en artsrig gruppe, der er hurtig at undersøge, kan bruges til at beregne kvalitetsindeks og er fokus for mange europæiske vurderinger af vandhulstyper. En mellemliggende mulighed, der blev anvendt i **PONDERFUL**-projektet, er at kombinere sumpplanter med nogle dyregrupper (under hensyntagen til forskellige egenskaber og fylogeni) såsom dyreplankton, bløddyr, vandbiller, vårflyer, slørvinger, døgnfluer, guldsmede og padder.

Vandhullets biodiversitet vurderes typisk med hensyn til artsrigdom og sjældenhed. Artsrigdom er en optælling af, hvor mange arter der er til stede inden for de undersøgte grupper. Artsrigdommen er ofte, men ikke altid, nyttig. Tilstedeværelsen af arter, som har status som sjælden på enten nationalt eller internationalt plan, eller som er beskyttet af lovgivning, er nyttig til vurdering af områdets status. Vandhulstypen kan også være en vigtig måde at identificere vandhuller af bevaringsmæssig betydning på, især hvis vandhullet falder ind under EU's habitatdirektivs bilag I-liste over sjældne og sårbare levesteder.

Vurderingen af, hvor sjælden en art er, er generelt baseret på lande- og internationale vurderinger af IUCN's artsspecifikke trusselskategorier (truede, sårbare osv.) og i Europa på bilag II-listen i EU's habitatdirektiv. Dette omfatter habitatdirektivets ferskvandshabitatkoder: 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180 og 3190. Det inkluderer også 2190, som omfatter klitlavninger, og 7110 og 7150, som omfatter vandhuller i aktiv højmosé og tørvelavninger.

De enkelte lande har dog ofte specifikke nationale og undertiden regionale sjældenhedslistes. Sjældenhedsindekser, der rangerer arter ud fra deres sjældenhed, kan være nyttige, når man sammenligner sjældenhedsværdien mellem vandhuller.

Andre biodiversitetsvurderinger: Andre vurderinger af eksempelvis artsdiversitet (en vurdering, der kombinerer antallet af arter og deres forekomst) og vurderinger af økosystemets funktion anvendes undertiden, men er generelt vanskeligere at fortolke og bruge til praktisk vurdering af vandhullernes bevaringsværdi. Diversitetsindekser kan imidlertid være meget relevante til at analysere økologiske processer på samfundsplan. For eksempel kan diversitetsindekser medvirke til at bestemme, om plante- og dyresamfundene efter forvaltning eller genopretning viser en tendens til at blive mere eller mindre som den målsatte type.



Vurdering af vandhullets miljækvalitet

Vandhullets miljækvalitet er en vurdering af dets generelle tilstand: dets fysiske og kemiske tilstand og sundheden af dets plante- og dyresamfund. Vandhullets miljækvalitet vurderes oftest ved hjælp af en kombination af fysisk-kemiske vandkvalitetsdata og biologiske undersøgelsesdata. I Danmark findes der et standardiseret overvågningsprogram for søer og vandhuller. Se øverst i afsnit 4.1.

Overvågning af vandkvaliteten. Forringelse af vandkvaliteten som følge af forurening er en af de almindeligste faktorer, der forringer vandhuller og reducerer deres evne til at levere naturbidrag til mennesker. Vandprøver analyseres generelt for næringsstoffer, som er kritiske forurenende stoffer, især kvælstof og fosfor. Næringsstoffer vurderes ideelt ved hjælp af laboratorieanalyserede prøver, indsamlet i slutningen af vinteren eller det tidlige forår, der måler total N og total P. I Danmark foregår prøvetagningerne i overvågningsprogrammet (se ovenfor) oftest i sommermånederne. Data på nitrat og fosfat målt med hurtige testsæt er imidlertid også nyttige. Klorofylldata (et mål for forekomsten af grønalger) og phycocyanin (et mål for blågrønalger) indsamles undertiden, men målingerne skal gentages hyppigt i løbet af foråret og sommeren, da disse parametre svinger meget.

Organisk kulstof, opløst ilt og sulfater måles undertiden for at vurdere organisk forurening, men fordi vandhuller naturligt akkumulerer kulstof, er fortolkningen af disse data som "forurening" ikke ligetil. Suspenderede stoffer giver en indikation af vandets uklarhed, og gennemsigtigheden kan måles med en Snell-tube. pH er vigtigt at måle, hvis der er risiko for forsuring. Tungmetaller, f.eks. kobber, zink og bly, kan være betydningsfulde forurenende stoffer, især i byområder og pondscapes med vinmarker.

Biocider kan også være vigtige, men analyse kræver viden om det specifikke biocid af interesse og er bekostelig. Andre kemiske variabler måles generelt for at få baggrundsinformation om vandhullet snarere end for at vurdere dets kvalitet, f.eks. alkalinitet, pH, calcium, magnesium og natrium.

For forvaltere er der tre praktiske muligheder for vurdering af vandkvaliteten, som bliver stadig mere komplekse, omkostningstunge og informationskrævende:

- **Let, lave omkostninger:** Test af næringsstofniveauer ved hjælp af hurtige testsæt (et eksempel er PackTest-serien, men også andre er tilgængelige); målinger foretaget en eller to gange årligt.
- **Mellem:** Laboratorieanalyse af udvalgte næringsstoffer (f.eks. kvælstof- og fosforforbindelser eller total N og total P, pH, ledningsevne, opløst ilt).
- **Komplet, højere omkostninger:** Laboratorieanalyse af næringsstoffer, anioner, kationer, pesticider, tungmetaller, suspenderet sediment, klorofyl a og phycocyanin, alle indsamlet gentagne gange i løbet af året.

Biologiske vurderinger kan også bruges som forureningsindekser og har den fordel, at de hjælper med til at vurdere forureningens direkte virkning på plante- og dyrelivet i stedet for at bruge kemi som proxy. For eksempel, hvis der foretages en planteundersøgelse, kan hver art tildeles en Ellenberg-næringsstofscore (N), og den gennemsnitlige score pr. vandhul bruges til at identificere steder med høj N-score, som sandsynligvis vil være forurenede.

Overvågning af biologisk kvalitet. For at få en rimelig hurtig artsbaseret bevaringsvurdering er en undersøgelse af vandhullets vandplanter en god tilgang. Dette kræver særlige kompetencer inden for planteidentifikation, men erfarne feltbiologer kan normalt gennemføre undersøgelsen inden for 1-1½ time ved et enkelt sommerbesøg. Data om planters artsrigdom og sjældenhed kan identificere vandhuller, der er særligt vigtige, artsfattige, eller som understøtter unikke arter. En liste over vandplanter kan genereres hurtigt og med høj nøjagtighed under et besøg og afspejler vandhullets kvalitet, da arten fulden sin livscyklus i vandhullet. Det er også en god indikator for andre grupper og repræsenterer en rimelig andel af biotæen. Paddeartsundersøgelser kan også være en god mulighed, da antallet af arter er relativt lille, og de er lette at identificere og følsomme over for vandhullets vand- og vegetationskvalitet. Ulemperne er, at padder kun repræsenterer en lille del af biodiversiteten, har en svag sammenhæng med andre biota og kan være tidskrævende at undersøge, samt at de tilbringer en stor del af deres livscyklus på land, hvilket gør dem mindre repræsentative for vandhullets kvalitet.

Guldsmede og andre makroinvertebrater vælges ofte som indikatorer for vandhullets biodiversitet, men kræver normalt mere erfarne biologer, specifikke prøvetagningsmetoder og laboratorieidentifikation. Valget af undersøgelsesgrupper afhænger af, om formålet er at vurdere vandhullets miljømæssige kvalitet og forekomsten af specifikke beskyttede arter eller at fremhæve organismer, der er attraktive for offentligheden.

Biologiske data kan nu også opnås ved hjælp af miljø-DNA (eDNA). Dette indebærer at tage en vandprøve og sende den til laboratorieanalyse. Prøvetagningen er hurtig (ofte omkring en time) og kan udføres af ikke-specialister. Prøveanalyse kan dog stadig være dyrt, og fortolkning af resultaterne kræver betydelig biologisk ekspertise, især for at sikre, at resultaterne er robuste (sikre, at der ikke medtages registreringer af arter, der ikke findes i området, og validere af resultaterne i forhold til traditionelle undersøgelsesdata).

I øjeblikket (2024) er eDNA-undersøgelser bedst udviklet til at identificere fiske- og paddearter. Disse grupper er vigtige, men omfatter forholdsvis få arter, så de er mindre nyttige end planter som indikatorer for den samlede biologiske tilstand eller bevaringsværdi. eDNA-tests er p.t. mindre nyttige for hvirvelløse dyr og planter. Der er også udviklet biologiske indekser, der kan bruges til at måle den generelle kvalitet af et vandhul, selv om de alle er lande- eller regionspecifikke (f.eks. PSYM i Storbritannien, PLOCH og IBEM i Schweiz og QAELS i Catalonien).

Tablet 4 - En oversigt over fordele og ulemper ved at vælge forskellige artsgrupper til biodiversitetsundersøgelser.

| Biotisk gruppe | Kompetencer, der kræves for at gennemføre undersøgelser. Vurderet som den nødvendige uddannelsestid for at opnå kompetence: 1: <1 dag 2: Dage til uger 3: Måneder 4: Mange måneder til år | Den tid, der kræves for at gennemføre en tilfredsstillende undersøgelse. 1: Omkring 1 time 2: 1 time-1 dag 3: 1-2 dage 4: 2+ dage | Værdi som indikator for vandhullets biodiversitet. Antal let identificerbare arter, der typisk findes i vandhuller: 1: Meget høj 2: Høj 3: Moderat 4: Få arter |
|---------------------------|--|---|---|
| Sump- og vandplanter | 3 | 1 | 2 |
| Makroinvertebrater* | 4 | 4 | 1 |
| Guldsmede | 2 | 4 | 2 |
| Zooplankton | 4 | 3 | 1 |
| Kiselalger og andre alger | 4 | 3 | 1 |
| Padder og krybdyr | 2, eDNA = 1 | 4, eDNA = 1 | 3 |
| Fisk | 2, eDNA = 1 | 3, eDNA=1 | 3 |
| Pattedyr | 2 | 4 | 4 |
| Vandfugle | 2 | 2 | 3 |

* Makroinvertebrater er en stor gruppe, og undersøgelserne vil normalt fokusere på undergrupper, især vandbiller og guldsmede samt arter som vårfluer, kæmpevandrovvere, døgnfluer og snegle.

Miljødata

Oplysninger om vandhulsmiljøet er enormt værdifulde. De kan bruges til at fortolke biologiske resultater og identificere mulige årsager til forringelse af vandhullet, og de giver vigtige oplysninger til forvaltningsbeslutninger, især ved langsigtet overvågning for at vise og fortolke ændringer. Disse data hjælper forvalterne med at træffe beslutninger om leveringen af forskellige naturbidrag til mennesker (se nedenfor).

Nøglevariable, som vedvarende har vist sig at være vigtige faktorer, der påvirker arterne, bestandene og den miljømæssige kvalitet i vandhuller, inkluderer beliggenhed (breddegrad og længdegrad), areal (vandhulsareal, anslået ved hjælp af den maksimale vintervandstand og vandarealet på undersøgelsestidspunktet), højde, geologi, temporær/permanent status, vanddybde, sænkning, skygge, vegetationsdække, græsning, tilstedeværelse af tilstrømning, anvendelse af det omkringliggende areal, konnektivitet (tilstedeværelse af nærliggende vandområder eller vådområder), vandets gennemsigtighed, forekomst af fisk og forstyrrelsesfaktorer såsom vandhulsforvaltning og indvirkningen af vandfugle, mennesker og hunde.

Oplysninger bør indsamles både på vandhulsniveau og på pondscape- eller landskabsniveau for at indikere den regionale sammenhæng. De regionale vurderinger omfatter geologi, arealanvendelse og konnektivitet, herunder tilstedeværelse af nærliggende vandområder og vådområder.



4.2.2 OVERVÅGNING OG VURDERING AF PONDSCAPES

Overvågning af hele pondscales er mere udfordrende end overvågning af individuelle vandhuller. Selv om mange af metoderne er de samme, opsummeres her de vigtigste tilgange, der kan bruges til at overvåge og vurdere flere vandhuller i et pondscape.

De mest almindelige årsager til overvågning af vandhuller i dag er:

- At tælle og identificere vandhuller for at finde ud af, hvor mange der er, og at identificere konnektiviteten mellem dem.
- At vurdere biodiversitetsværdien af vandhuller i pondscape, især værdien for dyrelivet, og/eller at få mere viden om vandhullets tilstand, såsom vandkvalitet (f.eks. næringsstofniveau, ledningsevne) og vandhulsegenskaber, såsom morfologi (f.eks. størrelse eller dybde).

I fremtiden forventes et større behov for at vurdere effektiviteten af vandhuller til at levere offentlige goder, f.eks. naturens bidrag til mennesker. Metoder til dette er beskrevet nedenfor.

Pondscales rummer sædvanligvis et betydeligt antal vandhuller, så passende metoder vil normalt være overordnede og relativt hurtige at gennemføre på grund af begrænsede ressourcer. Forudsat at der er tilstrækkelige midler, kan der naturligvis også anvendes mere detaljerede vurderinger af den slags, der er beskrevet for de enkelte vandhuller.

Optælling og identifikation af vandhuller

I forbindelse med optællinger er det vigtigt at definere fra start, hvad der menes med et vandhul. Er temporære vandhuller inkluderet? Hvad er de øvre og nedre størrelsesgrænser for vandhuller? Indledende vurderinger af antallet af vandhuller kan foretages ved hjælp af en kombination af kortdata og fortolkning af satellitbilleder. Disse metoder overser dog ofte vandhuller i skovområder samt små og temporære vandhuller. Nøjagtige tællinger skal derfor kombinere fjernmetoder med feltundersøgelser.

Brugen af telemålingsbilleder fra forskellige år og GIS-analyser kan give værdifulde skøn af nedgangen i tætheden af vandhuller på regionalt plan. For meget store regioner (f.eks. distrikt, land, biogeografisk område) anvendes ofte en stikprøvebaseret tilgang baseret på undersøgelser af tilfældigt udvalgte kvadrater på 1 km.

Vurdering af biodiversitetsværdien af vandhuller i pondscales

Nyttige tips til effektiv overvågning på pondscape-niveau er at maksimere brugen af eksisterende data, foretage fjernvurderinger (med satellitdata og luftfotos), vælge indikatorgrupper eller arter (Selv om mulighederne er begrænsede) og måle habitatfaktorer, der former samfundet i vandhuller (sæsonbestemthed, alder, arealanvendelse, skygge, husdyr).

Maksimering af brugen af eksisterende data: Som et første skridt er det værd at indsamle eksisterende optegnelser om sjældne og truede arter i vandhuller, som kan findes i biodiversitetsatlasser, nationale og regionale registreringsgrupper, registreringscentre, videnskabelige artikler og undersøgelsesrapporter. Mange online biodiversitetsdatabaser indeholder nu værdifuld information om observationer af arter, herunder et voksende antal citizen science-platforme, der er videnskabeligt udvalgte og fokuserer på biodiversitet. Hvis resultaterne plottes rumligt (f.eks. lokalitetens artsrigdom og antal truede arter), kan de vise en klynge dannelse af registreringer og identificere vandhuller eller landskaber af særlig høj kvalitet.

Remote sensing-vurderinger. Det er i øjeblikket ikke muligt nøjagtigt at vurdere vandhullets bevaringsværdi vha. remote sensing, altså fjernmålinger. En indledende vurdering kan dog foretages baseret på arealanvendelsen, vurderet ved hjælp af satellitbilleder og andre billeder. Områder med delvis naturlig arealanvendelse (f.eks. skov, hede, ikke-næringsberiget græsarealer) anses almindeligvis for at kunne understøtte vandhuller af høj biologisk kvalitet og er derfor mere tilbøjelige til at levere en bred vifte af naturbidrag til mennesker.

Generelt falder vandhullets bevaringsværdi, jo mere intensiv arealanvendelsen er, eller hvis vandhullerne har tilløb af vand, der dræner disse landskaber. Sådanne steder kan dog have større potentiale til at opsamle forurenende stoffer eller opmagasinere vand. I sådanne situationer er det generelt mindre sandsynligt, at vandhullerne opfylder et grundlæggende krav til naturbaserede løsninger, nemlig at de både gavner biodiversiteten og leverer andre værdifulde økosystemtjenester.

Biodiversitetsindikatorer og -grupper. I teorien ville det være praktisk at identificere et lille antal indikatorarter til vurdering af den samlede biodiversitet i vandhuller og til overvågning og vurdering af hele pondscape. Vandhullernes forskellige artede karakter gør det imidlertid vanskeligt at finde sådanne universelle indikatorarter, undtagen inden for specifikke vandhulstyper. Der er god dokumentation for, at brugen af såkaldte flagskibsarter er af begrænset værdi i vurderingen af vandhuller.^[23]

Undersøgelser af vandhuller og naturtyper: Hvis målet er at forvalte vandhuller på tværs af et pondscape, men der ikke er noget potentiale for at indsamle biologiske data, kan en tilgang være at undersøge variationen i de naturlige faktorer, der former dyre- og plantesamfundene i vandhullet, med henblik på at skaffe de data, der er nødvendige for at sikre, at leve-



steder, der er egnede til en bred mangfoldighed af arter, er til stede. Faktorer, man kan overveje at vurdere (listen er ikke udtømmende), omfatter:

- Sæsonvariationer: Sikre en balance mellem temporære, semi-permanente og permanente vandhuller.
- Nye og gamle: Sikre forekomst af nye eller nyligt genoprettede vandhuller (eller begge dele) med lavt sedimentindhold og lavt plantedække samt ældre vandhuller med omfattende vegetation.
- Sikre tilstedeværelsen af forskellige (semi-naturlige) arealanvendelsestyper og forskellige geologi- og jordtyper (hvilket påvirker vandkemi).
- Varierende skyggeniveauer og adgang for husdyr. Hvis der hovedsageligt er tale om stærkt beskyttede vandhuller, skal forvaltningen justeres for at opnå en bedre balance mellem beskyttede, delvist beskyttede og ikke-beskyttede vandhuller.

Varierede vandhulstyper kan også give oplysninger om mangfoldigheden af naturens bidrag til mennesker, selv om rådgivningen omkring levering af disse tjenester stadig er på et ret tidligt stadium.



© Beat Oetli



© Bendix



© Freshwater Habitats Trust

4.2.3 VURDERING AF VANDOPMAGASINERING, VANDKVALITET, KULSTOF OG ENGAGEMENTSSKABENDE TJENESTER LEVERET AF VANDHULLER OG PONDSCAPES

I modsætning til biodiversitetsvurderinger anvender vurderingen af andre økosystemtjenester leveret af vandhuller og pondscares mere generelle teknikker, der er udviklet til forskellige miljøer og tilpasset vandhuller og pondscares. Her opsummerer vi de mest anvendte metoder til at vurdere levering af naturbidrag til mennesker, herunder regulering af vandmængde og -kvalitet, oversvømmelsehåndtering, klimaregulering (nedkøling) samt fysiske og mentale oplevelser og læring.

I øjeblikket findes der ingen gængse anvendelige metoder til at vurdere naturbidrag til mennesker fra vandhuller og pondscares såsom understøttelse af identiteter, vedligeholdelse af muligheder, føde og foder samt bestøvning. Disse områder er fortsat genstand for forskning.

For yderligere oplysninger om vurdering af naturbaserede løsninger er Europa-Kommissionens håndbog "Evaluating the impact of nature-based solutions" en værdifuld informationskilde.^[24]

Vandopmagasinering

Vandhuller kan være nyttige til at opmagasinere vand under oversvømmelser og forhindre vandet i at strømme ind i floder, vandløb og oversvømme nedstrøms områder. Kapaciteten til opmagasinering af vand fra oversvømmelser henviser til den ekstra mængde vand over normalvandstanden, som et vandhul kan opmagasinere, før det løber over. For at være effektive skal vandhuller være tørre mellem storme og drænes hurtigt for fortsat at kunne fungere til kortvarig opmagasinering. Vandhullets kapacitet beregnes normalt ved hjælp af computermodeller.

Specifikke indikatorer, der skal måles:

- Vandhullets volumen.
- Reduktion af maksimal afstrømning nedstrøms (sammenlignet med situationer uden vandhuller).



- Modellerede effekter af vandhuller på oplandet.
- For større vandhuller vil opmagasinerings sandsynligvis indgå i en større oplandsplan, hvor indvirkningen på oversvømmelser modelleres ved hjælp af oplandsmodeller som SWAT (udviklet af US EPA).

Opsamling af forurening

Vandhuller bruges ofte som en del af bæredygtige dræningsordninger i byer og landdistrikter til at opsamle forurenende stoffer og forhindre dem i at nå frem til andre vandområder. Deres virkning beregnes typisk ved at sammenligne niveauerne af forurenende stoffer i vandhullernes til- og afløb. Effektiviteten varierer betydeligt mellem vandhuller. Avancerede vurderinger evaluerer virkningerne af flere opsamlingsvandhuller på oplandsniveau.

Specifikke indikatorer, der skal vurderes:

Næsten ethvert potentielt forurenende stof kan opsamles af vandhulssystemer, men de mest almindelige specifikke indikatorer omfatter:

- Næringsstoffer (fosfor og kvælstof)
- Ammoniak
- Organisk stof og suspendede sedimentter
- Pesticider og metaller, f.eks. kobber i landbrugsområder
- Tungmetaller i byområder

Regelmæssige vandprøver med høj frekvens under stormhændelser er nødvendige for at vurdere effektiviteten.

Kulstofbinding og afbødning af klimaforandringer

Vurdering af drivhusgasemissioner og kulstofbinding i vandhuller kræver omhyggelige feltmålinger med avancerede metoder. Måling af gasemissioner foretages normalt ved hjælp af flydekamre, der fanger gasser fra vandet, eller med eddy covariance-tårne. Gasser kan også måles i vandsøjlen. Kulstofbinding estimeres normalt ved sedimentkerneprøver, men man kan også bruge sedimentfælder på bunden af vandhullet. Gas- og sedimentprøver analyseres ved hjælp af gaskromatografi eller infrarøde gasanalyser. Den samlede proces omfatter:

- Stedsudvælgelse: Vælg repræsentative vandhuller ud fra størrelse, dybde og omgivende arealanvendelse.
- Indsamling af baseline-data: Mål fysisk-kemiske parametre i vandhullet (f.eks. temperatur, pH, opløst ilt).
- Installation af udstyr: Opsæt flydekamre eller andre måleenheder.
- Regelmæssig prøvetagning: Udfør periodiske prøvetagninger for at registrere tidsmæssige variationer i gasemissioner.
- Dataanalyse: Analyser de indsamlede prøver, og bearbejd dataene for at beregne gasfluxet.
- Rapportering: Saml og fortolk resultaterne.

Værdi for oplysning, rekreative faciliteter, sundhed og trivsel

For at vurdere værdien af vandhuller og pondscales i forhold til naturens bidrag til mennesker vedrørende sundhed, trivsel, oplysning og fysiske/mentale oplevelser er det nødvendigt at foretage før- og eftervurderinger af stedets anvendelse, ændrede holdninger og aktiviteterne økonomiske værdi.

Specifikke indikatorer:

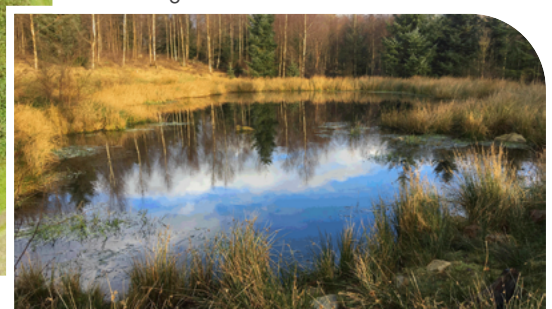
- Antal personer, der besøger stedet.
- Besøgets varighed og hyppighed.
- Ændringer i holdninger som følge af besøg ved eller brug af et vandhul eller et pondscape.
- Forbedret mental sundhed hos mennesker, der har adgang til vandhuller og pondscales.

Praktiske metoder omfatter spørgeskemaer, interviews og fokusgrupper med semi-kvantitativ vurdering ved hjælp af Likert-skalas spørgeskemaer.



© Freshwater Habitats Trust

© Kate Wright



4.3 FORVALTNING OG GENOPRETNING AF VANDHULLER OG PONDSCAPES

Værdien af forvaltning og genopretning af eksisterende vandhuller

Eksisterende vandhuller skal ofte forvaltes eller genoprettes for at bevare deres værdi som naturbaserede løsninger eller for at genindføre funktioner i landskabet, hvor det er teknisk og praktisk muligt (se afsnit 4.1 for definitioner af forvaltning og genopretning af vandhuller, herunder genoplivning af spøgelsesvandhuller). Før forvaltningen påbegyndes, skal der være en forudgående tilstandsvurdering eller overvågning af vandhullet (se flowdiagrammet i Fig. 15). I mange tilfælde kan etablering af nye vandhuller være en bedre løsning end genopretning af eksisterende, især når specifikke kriterier skal opfyldes, eller når genopretningsforanstaltninger indebærer risiko for tab af truede arter. For eksempel, hvis målet er at tilføje rent vand til organismerne i pondscapeet eller at sikre permanent godt iltet vand til lagring af kulstof uden at generere drivhusgasser, vil nye vandhuller sandsynligvis være den mest effektive løsning.

Genopretning af eksisterende vandhuller kombineret med nøje planlagt trævegetation og sedimentfjernelse har vist sig effektiv til at forbedre både akvatisk og terrestrisk biodiversitet i landbrugslandskaber. Genopretning af vandhuller og konceptet "genoplivning af spøgelsesvandhuller" er succesfulde, da de udnytter vådområders frøbanker, hvilket kan føre til hurtig rehabilitering af vandhullet, især når vandet er rent (se Boks 2). Disse tilgange er afgørende for at øge antallet af tidlige successionsvandhuller i landskabet og sikre en blanding af successionsstadier. Forskning viser, at dette maksimerer ferskvandsbiodiversiteten på pondscape-niveau.

Data fra **PONDERFUL**-casestudier viste, at vandhuller, der blev genoprettet ved at fjerne ophobet sediment og træagtig vegetation, havde reducerede drivhusgasemissioner – i det mindste på kort sigt. Dog er klimaeffekten af de opgravede sedimenter p.t. ukendt, og det er en selvfølge, at de skal håndteres på en måde, der ikke fører til emissioner. Hvis de spredes på land, skal de opgravede sedimenter bruges til at øge jordens kulstofindhold eller på anden måde "bindes". Projektets casestudy om vandhullforvaltning viste også, at "åbne" vandhuller i tidlig succession generelt havde lavere drivhusgasemissioner end dem i senere succession. Det bør dog bemærkes, at kulstofbindingen ikke kunne estimeres konsistent på disse steder, så nettoeffekterne forbliver usikre.

Forvaltning og genopretning af vandhuller indebærer ofte ændringer for at forbedre deres evne til at levere økosystemtjenester. Beskyttelse kan også være en forvaltningsstrategi, hvor "ikke at gøre noget" betragtes som en foranstaltning. Her fokuserer forvaltningen på at definere vandhullets tilstand og opretholde lav-intensiv arealanvendelse uden specifikke fysiske indgreb. I nogle tilfælde kan forvaltningen være fuldstændig "ikke-indgriben", hvor vandhullerne ikke udsættes for nogen form for fysisk forstyrrelse.

Omfanget af ændringer ved forvaltning eller genopretning varierer typisk fra lav påvirkning og hyppig forvaltning til høj påvirkning og sjælden genopretning (Fig. 22). Forvaltning med lav forstyrrelse kan omfatte kun at skære nogle få grene af et træ ved kanten af et vandhul for at reducere skygge og opretholde dets nuværende tilstand eller at opretholde lav husdyrgræsning. Forvaltning af denne type efterligner ofte naturlige forstyrrelser. I nogle tilfælde er der slet ikke behov for yderligere forvaltningstiltag (f.eks. vandhuller, der udvikler sig naturligt i tørvemoser).



Fig. 22 - Vandhullforvaltnings-genopretningskontinuummet Den samme handling, f.eks. kratskæring, kan betragtes enten som forvaltning eller genopretning, afhængigt af graden af forstyrrelse og hyppigheden af indgreb.

I den anden ende af spektret involverer fuldstændig genopretning normalt et højt niveau af forstyrrelse. Dette kan omfatte dræning af et vandhul for at fjerne sediment og vegetation, fjernelse af omfattende træ- og buskvækst, fældning af store træer og, eventuelt, ændring af vandhullets form for at øge biodiversitetsværdien. Her er forvaltningen ofte rettet mod at nulstille successionsfasen. For at tage højde for risikoen for tab af den eksisterende naturværdi eller tjenester, som vandhullet leverer, skal forvaltere overveje virkningerne af forstyrrelser i planlægningen af forvaltnings- eller genopretningsarbejdet.

For historiske vandhuller bør der søges arkæologisk rådgivning efter behov, afhængigt af det foreslåede omfang af indgrebet. Fremgangsmåden afhænger helt af projektmålene og ressourcerne. Disse bør defineres i overensstemmelse med de lokale forhold, den historiske ressource, der skal bevares, og de ønskede forbedringer for dyrelivet og/eller mennesker.



Ethvert indgreb vil sandsynligvis have både positive og negative virkninger. Det er derfor vigtigt at forstå både vandhullet og det omgivende miljø (pondscapet), før man handler. Hovedformålet med indgrebene er normalt at beskytte eller øge eksisterende værdier, da vandhullet kan være vigtigt for sjældne arter og naturlig kontrol af oversvømmelser eller som et historisk landskabstræk. Ved tvivl bør der søges ekspertrådgivning (se øverst i afsnit 4.1); brug pondscape-beslutningsflow-diagrammet (Fig. 15) som vejledning.

Årsager til at foretage vandhulsforvaltning og genopretning kan omfatte:

- at bevare eller øge mangfoldigheden af levesteder i pondscapet, så der er vandhuller på forskellige successionsstadier.
- at undgå uønskede ændringer i vandhulsvegetationens artsrigdom og overdreven ophobning af sediment.
- at reducere de skadelige virkninger af menneskelig indflydelse, f.eks. ændring af arealanvendelsen.
- at bevare eller forbedre levesteder for en bestemt (ofte beskyttet eller sjælden) art.
- at muliggøre udvikling af lokale vandplante- eller dyresamfund fra hvilende frø og æg.
- at forbedre vandkvaliteten i de enkelte vandhuller.
- at vedligeholde vandhuller, der giver æstetiske eller rekreative fordele for mennesker.
- at vedligeholde andre eksisterende vandhulsfunktioner, der leverer naturbidrag til mennesker, f.eks. historie, arv og identitetsstøtte (se afsnit 3.4 og eksempler i kapitel 6).

Der bør altid søges ekspertrådgivning inden genopretning eller forvaltning af vandhuller ved brug af risikovurderingen vist i Fig. 16. Særligt udsatte vandhuller omfatter dem, der:

- ligger i habitater med et markant særpræg eller en høj naturværdi (f.eks. skov, artsrig græseng, hede).
- har en stor artsrigdom af vandplanter.
- ligger i naturreservater eller i områder udpeget til naturbeskyttelse.
- understøtter sjældne eller beskyttede arter (inklusive ikke-akvatisk planter og dyr).
- har betydelig kulturarvs værdi (både natur- og kulturelle værdier).



Skader på vandhuller med høj bevaringsværdi som følge af uhensigtsmæssig forvaltning er et vigtigt emne i forhold til beskyttelse af biodiversiteten. Hyppig, skånsom forvaltning er ofte den bedste måde at bevare vandhullers maksimale værdi på og kan forhindre behovet for mere indgribende og dyrt genopretningsarbejde.

Nøgleprincipper i forvaltning og genopretning af vandhuller

Ved planlægning af forvaltning eller genopretning af vandhuller er det vigtigt at betragte det omkringliggende pondscape og ikke kun det enkelte vandhul samt de fordele, som den foreslåede forvaltning vil bibringe pondscape. Et godt mål er at skabe et mangfoldigt pondscape, der maksimerer omfanget af levesteder og økosystemtjenester leveret af vandhullerne i området.

Afvejninger omkring vandhullers levering af forskellige typer naturbidrag til mennesker kan være omfattende. Selv om dokumentationen er begrænset, har det vist sig, at etablering af vandhuller til opsamling og kontrol af forurenende stoffer ikke påvirker ferskvandsbiodiversiteten på landskabsniveau, hvorimod etablering af vandhuller med rent vand, uden forbindelse med forureningskilder, hurtigt øger biodiversiteten. Derfor er det vigtigt at udnytte det fulde potentiale af forskellige muligheder i landskabet i stedet for at forsøge at få hvert vandhul til at opfylde alle funktioner. Af denne grund skaber overvejelser på pondscape-niveau værdifulde muligheder.

Overvej, hvordan du kan optimere naturens bidrag til mennesker ved etablering og vedligeholdelse af levesteder og levering af andre naturbidrag ved at manipulere med følgende faktorer:

- **Overfladeareal:** Forskellige arter benytter vandhuller af forskellig størrelse. Fugle har generelt brug for større vandhuller end invertebrater eller alger. Store vandhuller har ofte højere heterogenitet og dermed en højere biodiversitet, selv om der er undtagelser.
- **Dybde:** Vandhuller af alle dybder kan understøtte et rigt dyreliv. Lavvandede vandhuller kan have en stor artsrigdom af dyr, mens vandfugle og vandpattedyr ofte foretrækker dybere vandhuller. Dybe vandhuller, der ikke tørrer ud, binder mere kulstof.
- **Permanente vandhuller:** Selv om temporære vandhuller i gennemsnit understøtter færre ferskvandsarter end permanente vandhuller, kan de stadig være af afgørende betydning for sjældne og usædvanlige arter. Valgmulighederne bestemmes af området, vandhullets hydrologi og det fremtidige klima (f.eks. grundvand versus overfladevand og øget nedbørsafstrømning på grund af klimaforandringer). Arter, der kræver mere permanent vand, kan ikke benytte temporære vandhuller, så forskellige hydroperioder i et pondscape er tilrådeligt.
- **Brinkvinkel:** Stejle skrænter kan være farlige ved offentlig adgang, men kan tilskynde bestemte arter, som eksempelvis mosegris (*Arvicola terrestris*), til at bruge vandhullet.
- **Beskygning:** Variation i beskygning er vigtig. Åbne, solbeskinnede vandhuller har ofte et artsrigt ferskvandsdyreliv, men beskygning øger mangfoldigheden og giver mange fordele. Græssede vandhuller eller vandhuller nær skovlysninger er mere solrige end vandhuller i tætte skovområder.
- **Offentlig adgang:** Vandhuller kan genoprettes til brug for mennesker, men vandhuller til biodiversitetsbevarelse nyder godt af beskyttelse mod overdreven forstyrrelse.

Nogle faktorer, som areal og dybde, påvirkes direkte, mens andre, som arealanvendelse og beskygning, påvirkes ved ændringer i det bredere landskab. Andre faktorer, der påvirker pondscape's diversitet, omfatter arealanvendelse (vandhuller i forskellige habitater), geologi (vandkemi og plantesamfund), højde og vindforhold.



Tabel 5 - Eksempler på forvaltningstiltag. Tabellen viser, hvordan vandhuller og pondscapes kan forvaltes, og hvilke fordele forvaltningen giver. Den eksisterende værdi af et vandhul bør altid overvejes før handling, da indgreb kan være skadelige (f.eks. fjernelse af fremspirende vegetation i et biologisk mangfoldigt vandhul eller øget forstyrrelse fra mennesker og hunde). Foranstaltninger anbefalet på pondscape-niveau kan også anvendes til forvaltning af individuelle vandhuller. Vedrørende dansk lovgivning og forvaltning se øverst afsnit 4.1.

| Tiltag på vandhulsniveau | Potentielle fordele | Potentielle ulemper | Metoder |
|---|--|---|---|
| Forvaltning af ny vegetation | Forøgelse af arealet med åbent vand kan opretholde levesteder for specifikke arter, reducere beskygning, hæve vandtemperaturen og forbedre biodiversiteten. Når forskellige plantearter forekommer, kan levestedet være meget artsrigt. Det kan være hensigtsmæssigt at vente med at fjerne planter, indtil plantedækningen overstiger 50 %. | Kan eliminere værdifuld biota eller levesteder, øge vandtemperaturen og lysindtrængningen. Bemærk, at den fremspirende vegetation understøtter en række terrestriske arter. | Kan gennemføres på tre forskellige måder: <ul style="list-style-type: none"> • Husdyrgræsning: Kvæg, heste, får og geder kan bruges til græsning af vandhuller. • Forvaltning med håndredskaber (som bevaringsforanstaltning i samarbejde med borgerne). • Mekanisk fjernelse: grødeskærerbåd eller gravemaskiner. |
| Fjernelse af terrestrisk vegetation | Reduktion af beskygning og forbedring af tilgængelighed er vigtig, men der skal være balance mellem forvaltning og beskyttelse af følsomme vandhuller, især i delvist naturlige områder. ^[25] | Kan øge vandtemperaturen og reducere gavnlig beskygning; i næringsrige vandhuller kan det øge forekomsten af næringstolerante arter (alger, andemad). Kan fjerne vigtige arter, der benytter træagtig vegetation (f.eks. sjældne svampe). | Kan gennemføres på to forskellige måder: <ul style="list-style-type: none"> • Forvaltning med håndredskaber (som bevaringsforanstaltning i samarbejde med borgerne). • Mekanisk fjernelse: Fjernelse af terrestrisk vegetation med gravemaskiner eller skovbrugsmaskiner. |
| Fjernelse af sand/mudder og sediment | Øget vanddybde og vandopholdstid kan tilføje nye levesteder. Oprensning af sand/mudder vil vende successionen og forlænge den åbne vandfase. Blotlægning af den oprindelige vandhulsbund kan promovere vækst af vandplanter og midlertidigt reducere forureningsniveauet. Dette kan forhindre fuldstændig kolonisering af vandhullet af helofytter som tagrør (<i>Phragmites</i>). Bevarelse af en del af det øverste sedimentlag kan bidrage til at sikre bevarelsen af æg og frø/sporebanker af hvirvelløse dyr. | Kan skade den eksisterende biota, frigive drivhusgasser og ødelægge arkæologiske eller palæoøkologiske levn. | Udføres med mekaniske gravemaskiner efter sænkning; i nogle vandhuller med kontrolleret vandstand kan vandhullet drænes, så sedimenterne kan iltes. |
| Reparation af tekniske funktioner (inkl. belægning) | Sikring af, at vandet forbliver i vandhullet, forbedrer vandhullets æstetiske udseende og genopretter den historiske værdi. | Ingen åbenlyse ulemper. | Udføres normalt af specialiserede entreprenører/ingeniører. |
| Reparation af gangbroer, skiltning og platforme | Bedre adgang for mennesker øger den oplysningsmæssige værdi. | Kan føre til øget adgang og forstyrrelse (f.eks. bane vej for ikke-hjemmehørende arter og forstyrrelse af ynglende vådområdefugle). | Udføres normalt af specialiserede entreprenører/ingeniører. |
| Ændring af vandhullets form | Ændring af breddens vinkel (ved at øge brede lavvandede sænkingszoner) er bedre for dyrelivet og mere sikkert for husdyr og mennesker. Fjern, om muligt, kunstige jordbundstyper. | Ingen åbenlyse ulemper, hvis vandhullerne undersøges grundigt, før arbejdet udføres. | Brug af mekanisk gravemaskine; evt. brug af trailere til at fjerne affald fra stedet. |



| Tiltag på vandhulsniveau | Potentielle fordele | Potentielle ulemper | Metoder |
|--|--|--|---|
| Uddybning af vandhullet | Uddybning af vandhuller i det centrale område vil øge vandopholdstiden og moderat øge vandretentionen. Pas på! Uddyb ikke temporære vandhuller, medmindre de er i fare for at udtørre helt som følge af klimaforandringer. | Kan føre til unødvendig og uønsket uddybning af temporære vandhuller. | Brug af mekanisk gravemaskine og trailere til at fjerne affald fra stedet. Hvis uddybning er afgørende for at forhindre udtørring, kan nye metoder til beskyttelse af frø-, spore- og ægbanker være nødvendige. Fjern og opbevar vandhullets grundsediment, og udskift det senere, eller dyrk kritiske arter i eksterne faciliteter, og tilbagefør dem senere. Bemærk, at disse tilgange er eksperimentelle, men alligevel gængs praksis. Alternativt kan nye, dybere vandhuller etableres tæt på eksisterende vandhuller, der er ved at tørre ud, så følsomme arter kan sprede sig naturligt. |
| Fjernelse af indførte ikke-hjemmehørende fisk. OBS – se afsnit 4.1 vedrørende danske forhold. | Mulig reduktion af vandets uigennemsigtighed og øget værdi for andre vilde dyr. | Ingen åbenlyse ulemper, afhængigt af metoden til fiskefjernelse. | Brug af specialiserede fiskeriforvaltere til netfangst og fjernelse af fisk. |
| Fjernelse af andre ikke-hjemmehørende i arter (planter, hvirvelløse dyr). OBS – se afsnit 4.1 vedrørende danske forhold. | Fjernelse af ikke-hjemmehørende planter kan øge forekomsten af hjemmehørende planter og mangfoldigheden af dyr. Bemærk: Effekterne kan ofte være ganske små. ^[26] | Kan føre til udryddelse af levesteder, der anvendes af hjemmehørende eller truede arter. ^[26] | Kan kontrolleres vha.: <ul style="list-style-type: none"> • Fysisk fjernelse • Herbicider • Pesticider • Biologiske bekæmpelsesmidler. Drøft med de lokale myndigheder, hvilke metoder der kan anvendes i din specifikke situation (f.eks. tilladte pesticider, metoder anvendt med succes i en bestemt region). Metoder til bekæmpelse af ikke-hjemmehørende arter er angivet af nationale og internationale organer. ^[27, 28] |
| Etablering af terrestriske levesteder for padderter (akkumulering af dødt træ, sten). | Etablering af vigtige levesteder for padder, som kan være fraværende i mere intensivt forvaltede vandhuller. | Ingen åbenlyse ulemper for ferskvandsøkosystemer. | Følg standardvejledningen om oprettelse af padderefugier udarbejdet af NGO'er. Etabler med hjælp af frivillige eller private virksomheder. |



© Freshwater Habitats Trust



| Tiltag på pondscape-niveau | Potentielle fordele | Potentielle ulemper | Metoder |
|---|---|--|--|
| Ophør af spredning af gødning, pesticider eller andre forurenende stoffer i vandhullets opland. Som minimum bør der oprettes store bufferområder (mindst 50 m) omkring vandhullet for at reducere gødningsstoffer og andre agrokemiske tilførsler. Hvis dette ikke er muligt, tyder resultater fra PONDERFUL-projektet på, at en buffer på 10-20 m vil medføre en vis forbedring af vandkvaliteten. | Sandsynlig forbedring af vandkvaliteten, især hvis det er forbundet med uddybning og fjernelse af forurenede sedimenter, hvilket også vil forbedre vandhullets æstetiske udseende (færre algeopblomstringer) og øge den samlede værdi for biodiversiteten. Det skal bemærkes, at smalle bufferzoner er kendt for at have varierende effektivitet i vandløb (hvorfra de flest data findes). | Ingen åbenlyse ulemper for ferskvandsøkosystemer. | Udvikling af fælles tiltag i samarbejde med jordforvaltere og landmænd i pondscape. Drøftelse og forhandling om muligheder, herunder: <ul style="list-style-type: none"> • Identificere finansieringsmekanismer. • Begrænse eller afskaffe brug af gødningsstoffer og biocider. • Deltage i miljøvenlige landbrugsordninger for at fjerne dyrkede arealer eller oprette store bufferzoner mv. |
| Omdirigering af forurenede vand, så det ledes væk fra vandhullerne. | En forbedring af vandkvaliteten, æstetikken og værdien for dyrelivet; kan være svær at opnå. | Ingen åbenlyse ulemper; kan øge forureningen af nedstrøms levesteder. | Udføres normalt af specialiserede entreprenører/ingeniører; omfatter håndtering af jorddræning. |
| Fjernelse af hegn omkring vandhuller for at muliggøre husdyrgræsning. | Skånsom (1-2 dyr/ha) græsning letter forvaltningen af tørrestrisk og akvatisk vegetation og gavner normalt ferskvandsbiodiversiteten. Vandhuller kan bruges som drikkevandsforsyning til husdyr. | Kan føre til overdreven nedtrampning af vandområder.. | Planlægning af koordinerede lokale foranstaltninger med lodsejere og arealforvaltere under hensyntagen til områdets areal og målarter. |
| Reduktion af tætheden af husdyr eller af perioden, hvor de har adgang til vandhullerne. | Lav-intensiv græsning simulerer gamle dages naturlige græsningsproces ved vandhuller; kan reducere uigennemsigtheden forårsaget af intensiv nedtrampning, forbedre vandhullets æstetiske udseende, øge værdien for dyrelivet, da lav-intensiv græsning normalt er meget gavnligt for ferskvandsbiodiversiteten. Der er kun få oplysninger om virkningerne af forskellige tætheder af dyrebestande på vandhuller, men tætheder på 1-2 kvæg pr. hektar bruges ofte som tommelfingerregel (observer, hvordan stedet udvikler sig med dette græsningstryk). Brug af husdyrtæthed alene kan dog også være vildledende. Antallet af køer, der tramper rundt om vandhullet, er mere afgørende. For et vandhul på en stor mark (flere kvæg) bør husdyrtætheden være lavere, eller vandhullet større, end for et vandhul på en lille mark (færre kvæg). | Kan medføre utilstrækkelig forstyrrelse af vandhullet fra husdyr. | Udvikling af fælles tiltag i samarbejde med jordforvaltere og landmænd i pondscape. Drøftelse og forhandling om muligheder, herunder: <ul style="list-style-type: none"> • Identificere finansieringsmekanismer. • Begrænse eller afskaffe anvendelsen af gødning og biocider. • Deltage i miljøvenlige landbrugsordninger for at fjerne dyrkede arealer eller oprette store bufferzoner mv. |
| Sikring af ansvarligt brug af vandhuller af mennesker (ved oplysning eller indhegning). | Reduktion af risikoen for introduktion af ikke-hjemmehørende arter og hærværk, forbedring af vandets gennemsigtighed, forbedring af vandhullernes æstetiske udseende, forbedring af værdien for dyrelivet og offentlig påskønnelse. | Kan mindske bevidstheden om vigtigheden af vandhuller som naturbidrag til mennesker. | Opbygge kendskab til vandhullers betydning ved at lancere kampagner sammen med lokale aktører. Udvikle finansieringsprogrammer til betaling af nødvendige foranstaltninger. |



| Tiltag på pondscape-niveau | Potentielle fordele | Potentielle ulemper | Metoder |
|--|---|--|--|
| Ophør med pløjning i vandhullets opland. | Reduktion eller udryddelse af forureningskilder, der påvirker vandhullet i forbindelse med afstrømning fra landbruget. | Ingen åbenlyse miljømæssige ulemper, men kan evt. mindske lodsejerens indkomst. | Udvikle fælles handlinger med jordforvaltere, landmænd og vandforvaltnings-/naturbeskyttelsesmyndigheder i pondscalet. Drøftelse og forhandling om muligheder, herunder: <ul style="list-style-type: none"> • Planlægge og udarbejde et program. • Identificere finansieringsmekanismer. • Begrænse eller afskaffe brugen af gødning og biocider. • Deltage i miljøvenlige landbrugsordninger for at fjerne dyrkede arealer eller oprette store bufferzoner. |
| Træplantning, fjernelse af grøfter eller andre ændringer i landskabet omkring vandhuller; genopretning af terrestriske og akvatiske levesteder i landskabet. | Forbedring af diversiteten af levesteder, antallet af tilflugtssteder og fødetilgængeligheden for vandhulsfaunaen, værdien for dyrelivet, modstandsdygtigheden over for oversvømmelser, det æstetiske udseende og rekreation. | Kan ændre terrestriske økosystemer på uønsket vis (f.eks. kan skovandskaber muliggøre overlevelse af flere rovdyr med uforudsete konsekvenser). | Udarbejde en plan for pondscalet for at identificere de vigtigste foranstaltninger på landskabsniveau. Planen kan dække et lille område (f.eks. 10 ha) eller et helt vandopland (f.eks. 10.000 ha). |
| Forbedring af konnektiviteten mellem vandhuller for paddler på pondscape-niveau (f.eks. tunneller under veje, grøfter). | Understøttelse af padders fortsatte forekomst i landskabet. | Der er potentielle ulemper ved at øge konnektiviteten mellem vandhuller for paddler på pondscape-niveau. I nogle tilfælde kan øget konnektivitet sprede sygdomme eller bringe konkurrerende arter sammen (f.eks. skrubtudse (<i>Bufo bufo</i>) og strandtudse (<i>Epidalea calamita</i>)). Nyere dokumentation viser mulig ophobning af forurenende stoffer i vej-tunneller, hvilket kan øge padders eksponering for giftige kemikalier. ^[29] | Der findes adskillige praktiske vejledninger angående konnektivitetstiltag for paddler. |
| Anvendelse af foranstaltninger til kontrol af myg, herunder behandling med <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bti). OBS – se afsnit 4.1 vedrørende danske forhold. | Reduktion af forstyrrelser af mennesker, der benytter pondscalet. | Kan skade andre akvatiske og terrestriske biota. | Forvaltere bør notere sig, at Bti, afhængigt af undersøgelsens udformning og varighed, påvirker organismer uden for målgruppen og højere trofiske niveauer. Forvaltere skal muligvis overveje alternative, mere miljøvenlige, men dyrere teknikker til kontrol af myg. ^[30] |

Spøgelsesvandhuller

Ved at gennemgå gamle kort eller tale med ældre lokale beboere kan man ofte identificere vandhuller, der bevidst er blevet fyldt op, såkaldte "spøgelsesvandhuller". Genoplivning af spøgelsesvandhuller kan være en glimrende mulighed for at bevare den lokale arv og forbedre biodiversiteten. Sjældne planter kan nogle gange genvindes fra frø og sporer i vandhullets sediment, nogle kan være over 100 år gamle! Hvilkeæg fra vandhulskrebsdyr, såsom de sjældne damrækker (*Triops* sp.), opbevares også i sedimentet og kan overleve i årtier. Dette betyder, at nogle af æggene kan klække, og at krebsdyrene kan genetablere sig i de genoplivede vandhuller, hvis passende forhold genskabes.

Ved udgravning af et spøgelsesvandhul er det vigtigt at være opmærksom på jordbundslagene. Målet er at fjerne opfyldningen og genoprette vandhullets oprindelige form, størrelse og dybde. Udgravningen skal ske langsomt, og der må ikke graves dybere, når de gamle vandhulssedimenter nås. Disse sedimenter er normalt mørke, lette og indeholder rådne blade og, i kalkholdige landskaber, ofte skaller af vandsnegle.^[31]





Et spørgelsesvandhul efter genoplivning. © Carl Sayer

◀ Et spørgelsesvandhul før genoplivning. © Carl Sayer



For yderligere information om spørgelsesvandhuller, se kapitel 7: Yderligere læsning og praktiske ressourcer.

4.4 ETABLERING AF VANDHULLER OG PONDSCAPES

Værdien af nye vandhuller

Forvaltning og genopretning af vandhuller er essentiel, men etablering af nye vandhuller kan være mere effektiv, når:

- vandhuller er sjældne i landskabet.
- de eksisterende vandhuller er forureneede eller negativt påvirket af ikke-hjemmehørende arter, og når det ikke er muligt at fjerne forureningskilden eller udrydde de ikke-hjemmehørende arter.
- de naturlige processer til etablering af nye pondscares er blevet bremset af menneskelige aktiviteter.
- de eksisterende vandhuller er dårligt egnede til projektmålene (f.eks. hvis man ønsker at etablere vandhullet til trivsels- eller oplysningsformål, men de eksisterende vandhuller er svært tilgængelige).
- de eksisterende vandhuller er af samme type (f.eks. kun dybe eller kun permanente) på grund af menneskelige aktiviteter (mål: at fremme habitateterogeniteten).
- forvaltningsmålet er at diversificere pondscape-miljøet og skabe nye vandhulstyper (former, størrelser, hydrologisk funktion osv.).
- målet er at øge tilgængeligheden af levesteder for bestemte arter.
- det er nødvendigt at øge vandhulsdiversiteten for at levere specifikke naturbidrag til mennesker.

Husk, at nye vandhuller kan udformes til at passe bedre til projektets specifikke mål, mens eksisterende vandhuller ofte er begrænset af deres karakteristika eller placering. Etablering af nye, rene vandhuller gavner biodiversiteten. Større tæthed af vandhuller i et pondscape øger ikke kun mængden af levesteder af høj kvalitet for dyrelivet, men forbedrer også konnektiviteten ved at tillade mindre mobile arter at bevæge sig mellem vandhullerne.

I demonstrationsområdet **PONDERFUL** Water Friendly Farming (succeshistorie 6.1) resulterede etableringen af rene vandhuller i en stigning på 16 % i antallet af arter af sumpplanter/rådeplanter i pondscapecet, med en stigning på 83 % i antallet af ikke-almindelige arter. Dette viser, at etablering af nye vandhuller kan vende en markant nedgang i antallet af ferskvandsarter.^[25]

Etablering af vandhuller øger også størrelsen af arternes metabestande, hvilket styrker deres modstandsdygtighed over for forringelse. Nye vandhuller er også vigtige for mennesker, da de leverer tjenester som vandopmagasinering, forureningskontrol og mentale sundhedsfordele (se kapitel 3).



© Freshwater Habitats Trust

Etablering af nøglekarakteristika i nye vandhuller

Alle nøglekarakteristika ved et vandhul skal overvejes, når man designer og etablerer nye vandhuller. Disse omfatter:

- **Overfladeareal:** Der er ikke noget ideelt overfladeareal for et vandhul. Et bredt spektrum af vandhulsstørrelser – fra meget små (2 m²) til meget store (2 ha eller mere) – kan gavne mennesker og dyreliv afhængigt af pondscapet, målene for naturbidrag til mennesker og målarter. Undgå udelukkende at etablere meget små vandhuller. Små vandhuller, især i byområder, kan skabe glæde i haver og levesteder for udbredte og robuste arter, men de bidrager ikke til hele landskabets ferskvandsbiodiversitet ^[32]. De har ofte en høj andel af ikke-hjemmehørende arter og dårlig vandkvalitet og kan generere et overskud af drivhusgasser. Etablering af meget små vandhuller af høj kvalitet er noget af det sværeste ved udformningen af vandhuller.
- **Dybde:** Vandhullets maksimale dybde påvirker, hvor længe et vandhul holder vand i løbet af året. Meget lavvandede, grundvandsfødte vandhuller kan være permanente (se **PONDERFUL**-demonstrationsområdet Pinkhill Meadow). Vandets opholdstid afhænger derfor også af vandhullets kilde og opland. Årlig udtørring er ønskelig for nogle arter og for nogle naturbidrag til mennesker. Det er kendetegnende for alle temporære vandhuller, herunder EU-habitatdirektivets prioriterede habitatnaturtype "3170 Mediterrane temporære vandhuller".
- **Kanter og bredvinkler:** Vandhullets bredder er meget vigtige at overveje i planlægnings- og udformningsfasen. Generelt gavner brede lavvandede bredder vandhullets biodiversitet, tilgængelighed og sikkerhed. Biodiversiteten kan i nogle tilfælde øges af uregelmæssige bredder og lave øer (sidstnævnte især, hvis de ligger tæt på vandkanten og oversvømmes om vinteren).

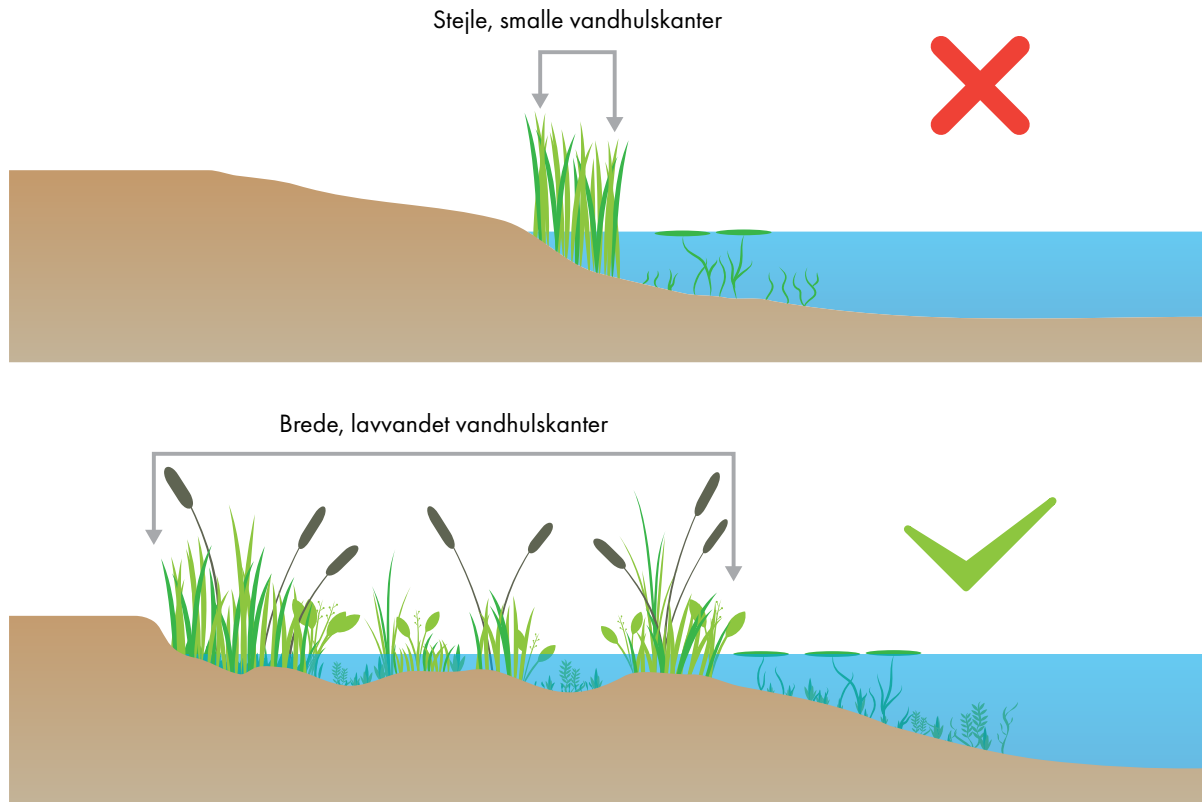


Fig. 23 - En smal sænkingszone (stejle, smalle bredder, øverst) og en bred sænkingszone (brede, lavvandede bredder, nederst). Sænkingszonen er vandhullets mest artsrige del.

- **Lavvandede områder:** De lavvandede områder er de dele af vandhullet, der er omkring 10 cm eller mindre dybe, når vandstanden når sit højeste (på den nordlige halvkugle normalt i slutningen af vinteren eller det tidlige forår). Disse områder er sædvanligvis blandt de mest biodiverse dele af vandhullet, da mange dyre- og plantearter kun findes i lavt vand. Padders reproduktion (f.eks. ægklynger eller, for nogle arter, haletudsehabitater) er stærkt afhængig af lavvandede zoner. Nogle vandhuller består udelukkende af lavvandede områder (ofte temporære), mens andre har både lavvandede og dybere områder.
- **Sænkingszone:** Dette er området mellem vandhullets højeste og mindste vandstand (Fig. 21). Svingende vandstand er naturlig og af afgørende betydning for nogle arter, herunder flere truede plante- og dyrearter. Sænkingszonen er den mest forskelligartede del af vandhullet med hensyn til artsantal. Den er også vigtigt som fourageringsområde for krybdyr, fugle og pattedyr samt for semi-akvatiske hvirvelløse dyr som løbebiller og tovinger.
- **Til- og afløb:** Tilløb, såsom grøfter og vandløb, kan ofte bringe forurenede vand ind i vandhuller og være en kilde til ikke-hjemmehørende planter og fisk. Dette er skadeligt for vandhuller, der har til formål at maksimere biodiversiteten, og bør undgås. For vandhuller designet til vandbehandling, forureningskontrol eller oversvømmelsesbegrænsning er det vigtigt nøje at beregne omfanget af tilløb og afløb for at sikre vandhullets primære funktion.
- **Umiddelbare omgivelser:** Et vandhul er ikke isoleret fra sine omgivelser. Det tilstødende land tilfører normalt vand til vandhullet og udgør en del af levestedet for mange arter, der bruger vandhuller i dele af deres livscyklus (f.eks. guldsmede, myg, fluer og padden). Derfor er det vigtigt at tage området omkring vandhullet i betragtning ved udformningen af nye vandhuller. For eksempel kan det være nødvendigt at placere det nye vandhul nær eksisterende vådområder eller vandhuller, der allerede understøtter de truede arter, man håber på at tiltrække. Man skal dog også overveje, om øget konektivitet mellem vandhullerne kan skabe problemer. Hvis isolerede vandhuller understøtter sjældne eller truede arter, er det vigtigt at undgå, at potentielle rovdyr eller konkurrenter får adgang.

Udformningen af vandhullet bør tage hensyn til omgivelserne, som er en del af vandhulsmiljøet. For eksempel kan det være nødvendigt at opsætte hegn for at beskytte nye krat- og skovområder omkring vandhullet mod overdreven forstyrrelse fra hunde i åbne områder og for at opretholde skjulesteder for guldsmede og padden. Hvis vandhullet ikke har et helt naturligt opland, kan dets omgivelser også spille en vigtig rolle i at skabe et bufferområde mellem vandhullet og mere intensive, forureningsgenererende dele af pondscapet.



Skal nye vandhuller tilplantes?

Det kan virke naturligt at tilføje planter til nye vandhuller for at forhindre, at de forbliver "tomme habitater" i de første måneder eller år. Der er dog flere grunde til, at det ofte er bedre at lade vandhullerne blive naturligt koloniseret. For det første er nye vandhuller unikke levesteder, der tiltrækker plante- og dyrearter, som ikke findes i ældre vandhuller. Disse arter (a) foretrækker ofte bare sedimenter eller (b) klarer sig dårligt i konkurrence med andre arter. Tilføjer man planter for kunstigt at modne vandhullet, fremskynder afslutningen på vandhullets fase som nyetableret, hvilket hindrer, at vandhullerne fungerer som vigtige tilflugtssteder for disse arter.

En anden grund til ikke at tilplante vandhuller er, at det ofte ikke er nødvendigt. Mange vandplanter og dyr er særligt tilpassede til selv at finde nye levesteder. Insekter og biller kan sprede sig hurtigt, især i de varmere måneder. Mange andre insektfamilier, såsom døgnfluer, vårflyver og guldsmede samt nogle etårige vandplanter, etablerer sig allerede i den første sommer.

Forskning viser, at naturlig kolonisering kan være så effektiv, at tre- eller fireårige nye vandhuller uden nogen form for hjælp ofte er lige så artsrige som vandhuller, der er over 50 år gamle. Desuden vil planter og dyr, der koloniserer naturligt, normalt være bedre tilpasset miljøet end dem, vi selv tilføjer. En vigtig fordel ved naturlig kolonisering er, at den reducerer risikoen for utilsigtet introduktion af ikke-hjemmehørende arter.

Hvis planter er nødvendige for at opnå et specifikt naturbidrag (f.eks. forureningsopsamling, æstetisk værdi eller øget forekomst af en bestemt truet art), skal planterne komme fra en lokalt kendt kilde ("lokalt" betyder inden for 10-20 km fra det nye vandhul, hvor de skal introduceres).

VIGTIGE TRIN I ETABLERINGEN AF VANDHULLER

Vandhuller kan etableres i alle landskabs- og arealanvendelsestyper. For at maksimere fordelene er der nogle vigtige trin, der bør følges under planlægningen.



Boks 3. Syv trin i udarbejdelsen af en plan til etablering af et vandhul. Se afsnit 4.1 vedrørende danske forhold.

1. **Bestem hovedformålet**, og overvej, hvordan dette vil påvirke dine valg. Det er svært at skabe multifunktionelle vandhuller, så det er bedst at have et enkelt eller et lille antal mulige anvendelser og et klart fokus. Undgå modsatrettede mål (f.eks. biodiversitet og forureningsbekæmpelse).
2. **Udpeg et sted**. Overvej den nuværende arealanvendelse (hvordan bruges stedet og af hvem?), vurder geologi, jordtype og jordbund, og vælg områder, der danner et godt naturligt habitat omkring stedet, hvor vandhullet skal etableres, og udgør det meste af oplandet. Sørg for, at der er en passende regelmæssig/rigelig vandforsyning. Undersøgelse af eksisterende vandhuller er en fremragende måde at forstå den lokale hydrologi på. Vælg ideelt set steder, hvor kunstig belægning ikke er nødvendig, og som kan tilgås med anlægsmaskiner.
3. **Sørg for, at stedet ikke allerede er vigtigt (for dyr, arkæologi, rekreation eller landbrug)**. Hvis der er eksisterende våde levesteder (kilder, våde områder, moser), må disse ikke erstattes; overvej i stedet at etablere nye vandhuller i nærheden for at forbedre diversiteten af levesteder. Indhent de nødvendige tilladelser (beskyttet område, beskyttede arter eller tilladelse til ændring af arealanvendelsen). Sørg ekspertbistand, hvis det er nødvendigt.
4. **Kontroller, at stedet ikke er begrænset af tjenester (f.eks. vand, gas, elektricitet) eller anden infrastruktur**. Der er store sikkerhedsproblemer forbundet med udgravning nær elektriske kabler (underjordiske og overjordiske). Ved at kortlægge placeringen af infrastrukturen på et tidligt tidspunkt, kan udformningen ændres for at undgå indvirkninger. Kontroller for infrastruktur forbundet med elektricitet, vand, olie, gas, spildevand og kommunikation. Tag hensyn til tjenester, der allerede er planlagt, men endnu ikke anlagt, f.eks. fremtidige jernbanespor eller veje.
5. **Udform vandhullet/vandhullerne**. Tegn en skitse af vandhullet, overvej størrelse, dybde og profiler, og prioriter brede lavvandede kanter. Sigt efter at øge diversiteten af levesteder i pondscape: fem vandhuller af forskellig størrelse er bedre end ét stort vandhul. Overvej også langsigtet forvaltning, og sørg for, at maskiner har adgang til vandhullet, hvis det skal tilpasses, eller der skal fjernes slam. Ved tidligt at indtænke forvaltning ved etableringen af et vandhul er det muligt at ændre dets udformning for at minimere behovet for senere indgreb. Forfin udformningen, når du opnår mere viden om stedets begrænsninger og sandsynlige vandniveauer.
6. **Grav prøvehuller**. Grav prøvehuller til vandhuller, der er forsynet af grundvand og overfladevand, på stedet, hvor du planlægger at etablere de nye vandhuller. Vandhuller med tilløb fra vandløb kan også kræve udgravning af prøvehuller, hvis de anlægges i naturlige substrater, for at sikre, at de kan holde på vandet. Disse skal være mindst lige så dybe som det projekterede vandhul, men ideelt set dybere. Overvåg i mindst et år, så du forstår ændringerne i vandstanden.
7. **Planlæg hele projektet, og færdiggør udformningen**. Overvej, hvordan dine nye vandhuller vil fungere på pondscape-niveau. Kan du øge diversiteten af levesteder yderligere ved at forskyde vandhullets oprettelse over flere år? Tænk på det nødvendige maskineri, sundhed og sikkerhed samt løbende overvågning. For mindre projekter er der måske mulighed for at inkludere frivillig deltagelse, ikke kun for at undgå, om muligt, tunge maskiner eller reducere omkostningerne, men også for at involvere beboere og interessenter i projektet.

Mere detaljerede oplysninger om etablering af vandhuller findes i værktøjssettet "Freshwater Habitats Trust pond creation", som giver en omfattende vejledning om vandhullers størrelse, form, dybde, værdien af beskygning og vigtigheden af græsning. Vejledninger til brugen af vandhuller til forureningskontrol og vandregulering er tilgængelige fra flere kilder. Disse findes i Kapitel 7: Yderligere læsning og praktiske ressourcer.



Boks 4. Vurdering af hydrologi og jordbundstype – et nøgleelement i etableringen af vandhuller

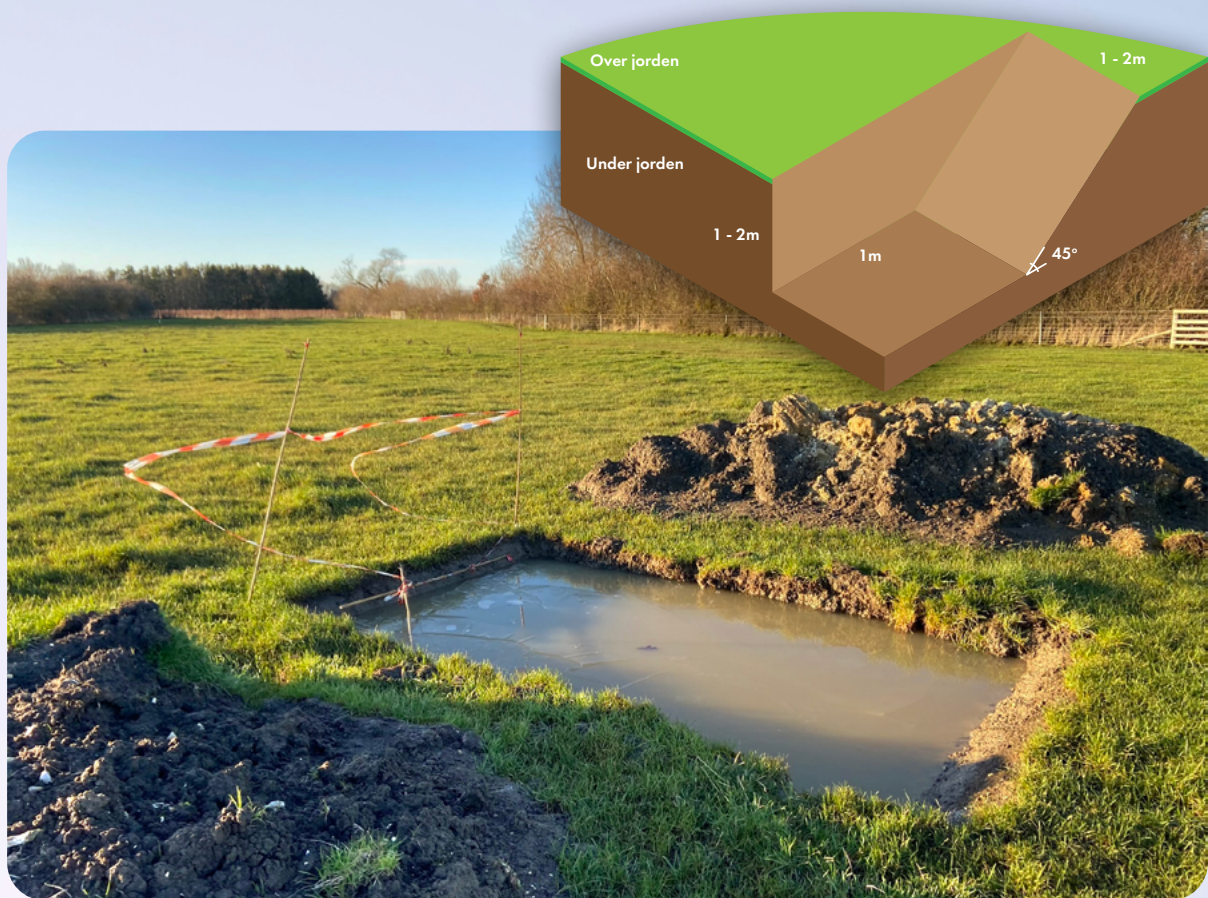
Undersøgelse af jordbundstype og hydrologi er et nøgleelement ved etableringen af et vandhul. Selv om geologi og jordbundskort kan give nyttige oplysninger, er deres opløsning ofte for lav til at give de præcise detaljer, der er nødvendige for etableringen. I oversvømmede områder kan jordbundstypen ændre sig hurtigt fra gennemtrængelig til uigennemtrængelig over meget korte afstande.

Den mest pålidelige metode til at vurdere jordbundstype og hydrologi er at grave et prøvehul på stedet, hvor vandhullet planlægges etableret. Dette kan gøres med bor, spade eller gravemaskine, afhængigt af jordens beskaffenhed og vandhullets ønskede dybde.

Hvis der findes et dybt lag blåt ler, et tegn på konstant oversvømmelse, kan vandhullerne etableres straks. Hvis leret er plettet, et tegn på svingende vandstand, skal prøvehullet overvåges i et eller to år. Langsigtet overvågning (måneder eller år) kan også være nødvendig, hvis jordbunden indeholder sand, grus eller småsten, hvor grundvandet er den primære vandkilde, for at fastlægge (i) jordbundens gennemtrængelighed og (ii) variationerne i grundvandsniveauet.

På steder med offentlig adgang kan nedgravningsbrønde være en mere sikker metode end åbne prøvehuller til måling af vandstanden. De opnåede data om jordbundstype og hydrologi skal integreres i vandhullets udformning for at sikre, at dybder og profiler opfylder projektets mål.

Hvor vand ikke akkumuleres naturligt, kan plast-, beton- eller lerbelægninger anvendes. Dog er disse dyre, har en forholdsvis kort levetid (ofte årtier snarere end århundreder), kræver kulstofintensive produktionsmetoder og kan lække. Kunstige belægninger understøtter ikke hele spektret af naturlige hydrologiske regimer og er afhængige af indstrømmende vand fra kilder som vandløb, grøfter eller tagvand. Lerbelægninger på naturligt gennemtrængelige jordbundstyper er vanskelige at vedligeholde og revner ofte.



© Freshwater Habitats Trust



Etablering af vandhuller til biodiversitet

Dyr og planter har udviklet sig til at leve i vandhuller gennem millioner af år. Den bedste måde at beskytte vandhullets dyreliv på er derfor at skabe vandområder, der efterligner fortidens rene vandhuller, under hensyntagen til de særlige forhold, der gør sig gældende for de naturlige vandhuller i området (se Boks 1). Naturlige vandhuller varierer i form, størrelse og dybde, men det kan være svært at finde rent vand i stærkt modificerede landskaber. Vandhuller med dårlig vandkvalitet vil aldrig understøtte det fulde spektrum af plante- og dyrearter, der findes i ikke-forurenede vandhuller, og medfører langsigtede forvaltningsproblemer. Hvis man er begrænset til et forurenede sted, kan man derfor ikke etablere et vandhul, der kan nå sit fulde potentiale.

Næsten alle vandhuller kan dog stadig være værdifulde for dyrelivet og understøtte hårdføre eller udbredte arter. Dokumentation viser, at vandhuller, der koloniseres naturligt, inden for fem-ti år kan opnå en tilstand, der ligner den i langt ældre vandhuller.

For at maksimere biodiversiteten i vandhuller skal du ud over punkterne i Boks 3 følge disse enkle trin:

1. Find et sted med rent vand.
 - Sørg for at vælge et sted, hvor vandhullet har naturlige omgivelser.
 - Undgå at forbinde vandhullet med et vandløb eller en grøft, medmindre du er sikker på, at vandet i disse tilløb ikke er forurenede.
 - Undlad at tilføje muldjord omkring vandhullet.
2. Etabler store områder med lavt vand (dybde <10 cm), og skab ujævne overflader med klumper og bump for at maksimere diversiteten af levesteder. I større vandhuller er der eventuelt plads til øer; sørg for, at de er let tilgængelige (tæt ved vandkanten), kan forvaltes effektivt og ikke hurtigt bliver overgroet af terrestrisk vegetation.
3. Placer vandhullerne strategisk. Den største gevinst for biodiversitet opnås ofte, hvor vandhullerne kan forbindes til eller udvide eksisterende vandområder
4. Lad vandhullet koloniseres naturligt uden introduktion af planter, fisk eller andre dyr. I byområder, hvor der ofte er færre naturlige koloniseringskilder, kan hjemmehørende planter fra nærliggende vandhuller, vandløb og vandområder anvendes, men vær opmærksom på at følge de lokale regler.
5. Sørg for, at vandhullet udsættes for minimal forstyrrelse ved f.eks. at undgå hyppige forstyrrelser fra hunde eller fodring af ænder.

Etablering af vandhuller til mennesker

”Blå rum” er kendt for at fremme menneskers velbefindende, og et vandhul eller pondscape kan udgøre en værdifuld ressource for samfundet eller være et kulturelt aktiv. Uanset om det er i by- eller landlige omgivelser kan forskellige typer vandhuller og pondscares etableres for at levere fordele som oplysning, turisme og sundhed (se kapitel 3 og succeshistorie 6.11: ”Rhône Genevois, CH”). Husk at tage højde for tilgængelighed, sikkerhed og infrastruktur (f.eks. fortove, platforme, broer). Overvej brug af dekorative materialer som sten, og rådfør dig med anlægseksperter.

Det er vigtigt at forstå, at vandhuller, der leverer disse økosystemtjenester, ofte ikke øger biodiversiteten. Alligevel tiltrækker vandhuller etableret til nytte for mennesker typisk en vis mængde dyreliv, selv i tætbeholdede områder.

Boks 5. Spørgsmål at overveje, før du etablerer vandhuller til levering af økosystemtjenester til mennesker

- Hvor mange mennesker vil bruge vandhullet, og hvordan vil de få adgang til det?
- Er sundhed og sikkerhed inddraget i udformningen? Er der behov for yderligere infrastruktur?
- Hvordan vil vandhullet blive forvaltet på lang sigt for at bevare dets ønskede funktion (f.eks. svømning, oplysning eller rekreation)?
- Ønsker du at tiltrække dyreliv til vandhullet? I så fald, hvilken type?
- Skal vandhullet bruges til fritids- eller oplysningsmæssige aktiviteter?
- Har du ressourcer til at vedligeholde vandhullet, sikre det og holde det tilgængeligt for mennesker på lang sigt?



4.5 PRAKTISKE OVERVEJELSER SOM FORBEREDELSE TIL FORVALTNING, GENOPRETNING OG ETABLERING AF VANDHULLER

Overvej følgende spørgsmål under planlægningen for at sikre, at du er forberedt:

Boks 6. Spørgsmål, der skal stilles

- Har du en god forståelse af pondscapets eksisterende værdi (biodiversitet, menneskers trivsel)? Hvis ikke, søg ekspertrådgivning.
- Er overfladevand, grundvand eller tilløb fra vandløb/grøfter tilgængeligt i tilstrækkeligt omfang på stedet, eller er uigennemtrængelig belægning og alternative vandkilder påkrævet?
- Kræves der tilladelse, før arbejdet påbegyndes? Disse kan vedrøre arealanvendelse, beskyttede områder eller arter. Ved tvivl, kontakt Miljøstyrelsen eller din kommune.
- Er der eksisterende anlæg (f.eks. luftledninger, gasledninger) nær vandhullet? Er der planlagt fremtidig infrastruktur i nærheden?
- Er stedet blevet modificeret? Fjern eventuelle markdræn, så de nye vandhuller kan holde på vandet.
- Har maskinoperatørerne passende erfaring? Hvis ikke, kan nøje overvågning være påkrævet.
- Hvilke maskiner er nødvendige? Brug af mindre gravemaskiner kan være påkrævet ved smalle adgangsveje. Små vandhuller kan etableres ved hjælp af frivillige, men vær forberedt på hårdt arbejde, og vandhullerne kan fyldes hurtigt igen.
- Hvor vil du bortskaffe sedimenter, udgravet materiale og træaffald? Undgå at sprede affald, så det ikke skylles tilbage i vandhullet.
- Skal der tages andre sundheds- og sikkerhedsmæssige hensyn? Overvej mulige følger for entreprenører, ansatte og offentligheden.
- Har du budgetteret med udgifter til overvågning, problemløsning og tilpasning af vandhullets udformning for at optimere dets tjenester?



© Summerstock

© Charcos com Vida/JT



4.6 DESIGN AF VANDHULLER OG PONDSCAPES – BRUG AF CLIMA-VANDHULLER

PONDERFUL har udviklet standarder for udformningen af vandhuller til afbødning af klimaforandringer, så disse hurtigt og bredt kan etableres efter fælles retningslinjer.

Der er udarbejdet designs til tre typiske situationer:

- Vandhuller, der udelukkende er beregnet til biodiversitet og interaktion (herunder velvære og sundhed) samt naturbidrag til mennesker forbundet hermed, bør indeholde ikke-forurenet vand, og produktionen af drivhusgasser bør også minimeres.
- Vandhuller beregnet til at levere en række naturbidrag til mennesker i landområder, inklusive minimering af drivhusgasproduktion, vandopmagasinering, behandling af forurenet sediment og afstrømning samt tilvejebringelse af biodiversitetsfordele.
- Vandhuller beregnet til at levere naturbidrag til mennesker i byområder, hvor vandopmagasinering, forureningsbekæmpelse, sundhed og velvære samt biodiversitet alle er tilsigtede fordele. Designet er også tiltænkt at minimere produktionen af drivhusgasser.



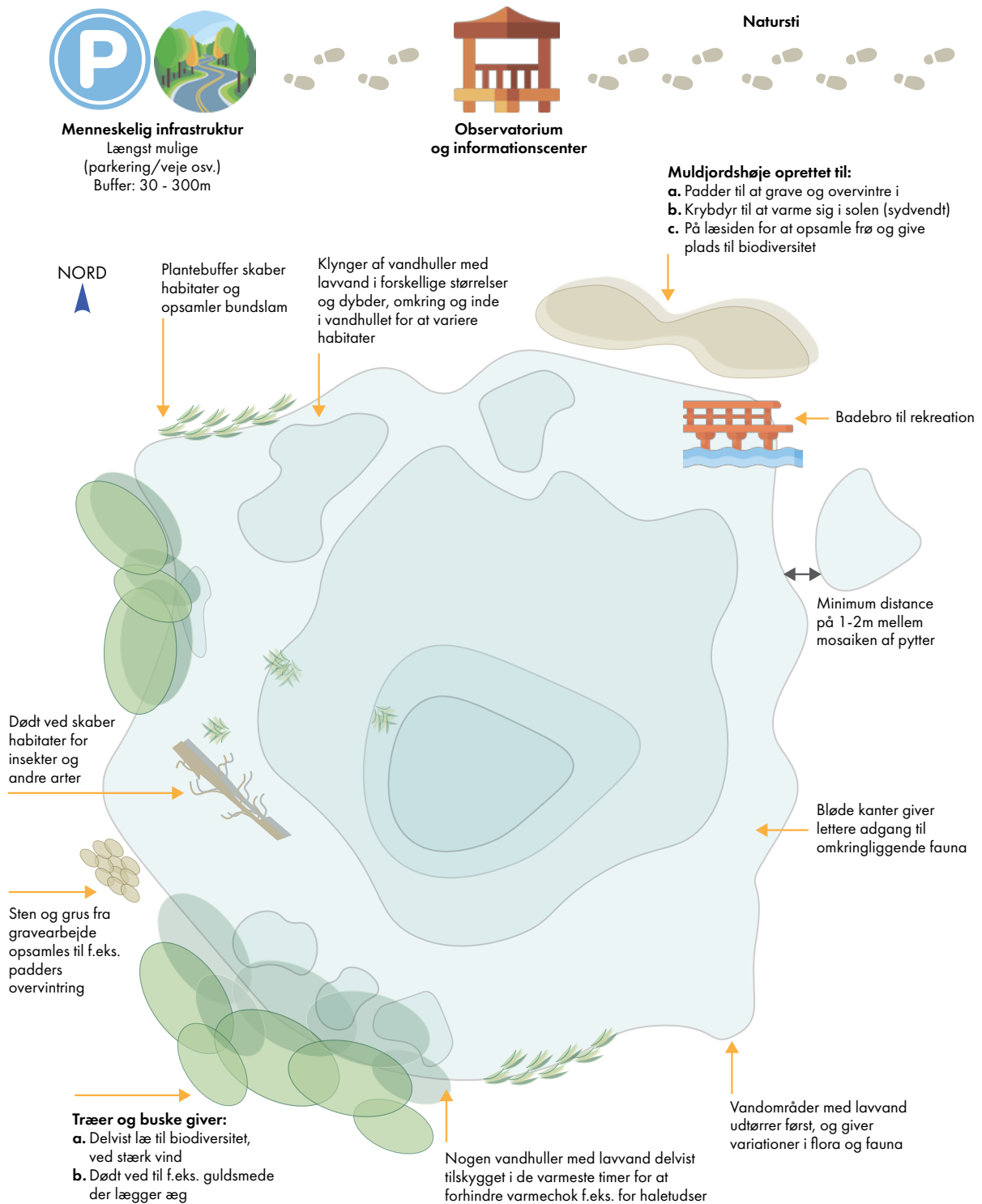


Fig. 24 - CLIMA-vandhul – naturdesign. Dette design prioriterer vedligeholdelse af biodiversitet.

© Amphi International ApS



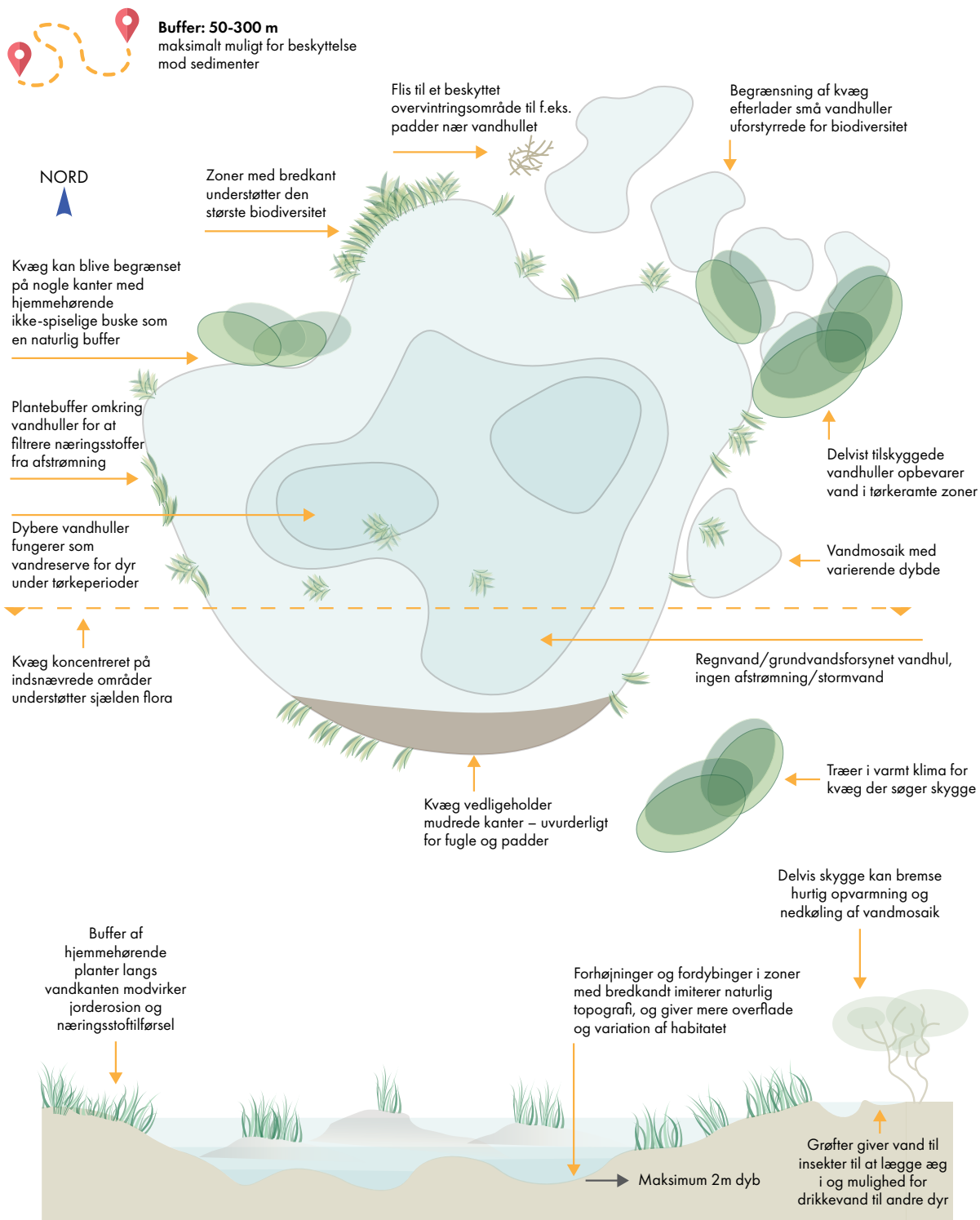


Fig. 25 - CLIMA-vandhul – landdesign. Dette design giver mange fordele i landområder, herunder minimering af produktionen af drivhusgasser, afbødning af oversvømmelse og forurening samt understøttelse af biodiversitet.
© Amphi International ApS

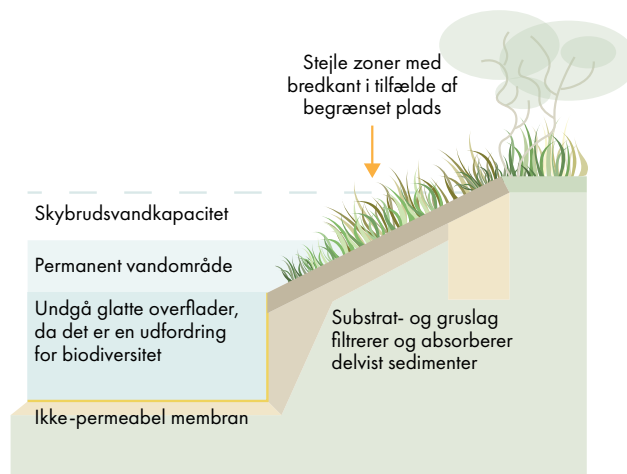
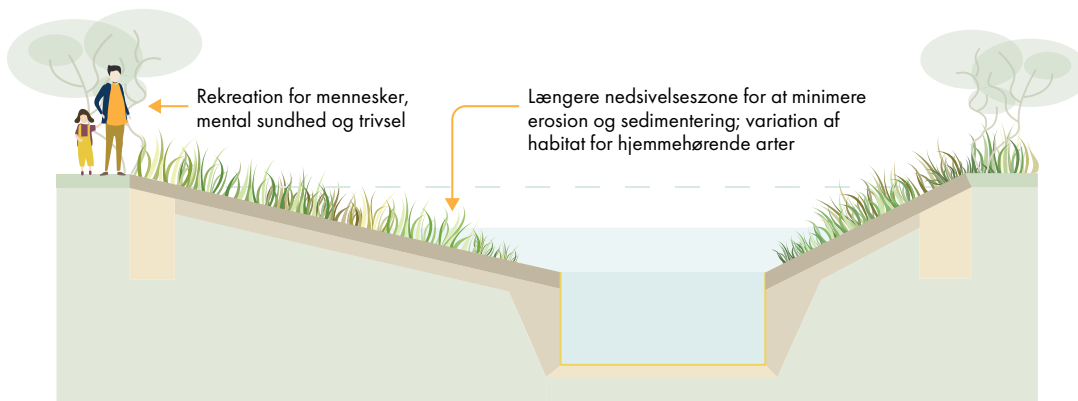
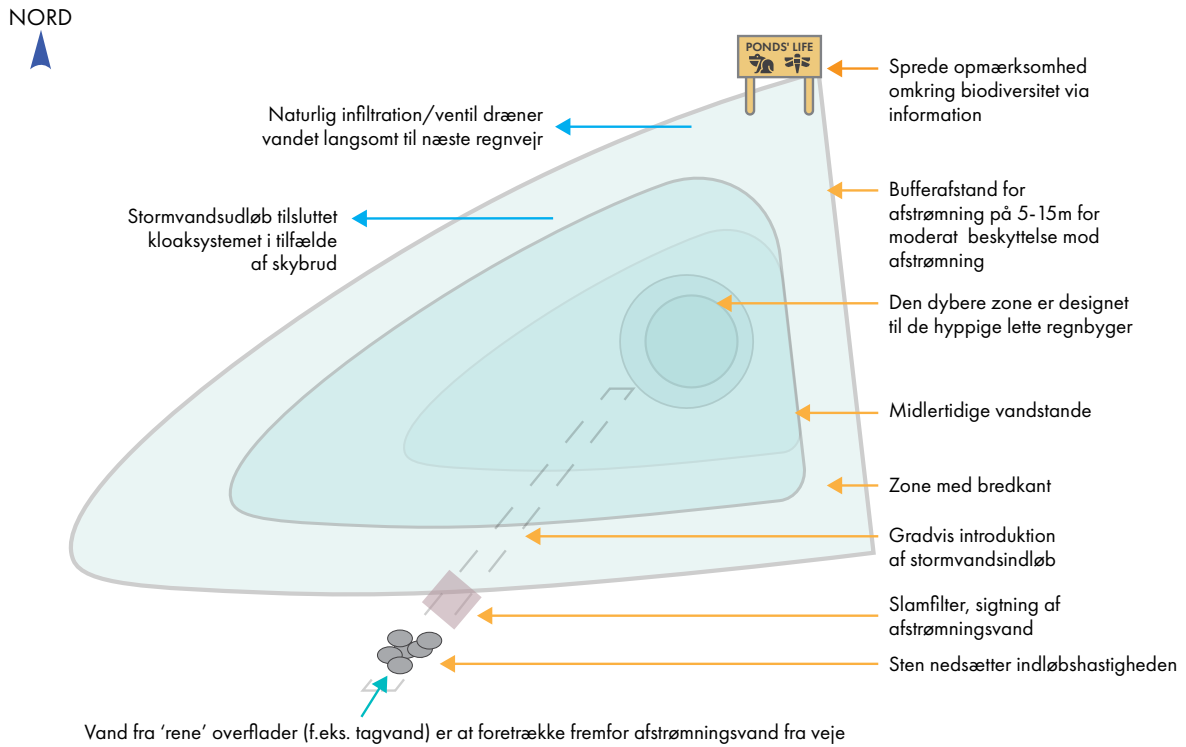


Fig. 26 - CLIMA-vandhul – bydesign. Dette design er til byområder med primært fokus på vandopmagasinering, afbødning af forurening, minimering af drivhusgasproduktion og tilvejebringelse af biodiversitetsfordele, hvor det er muligt.

© Amphi International ApS

PONDERFUL's designstandard for CLIMA-vandhuller udgives separat af PONDERFUL-konsortiet.^[33, 34]







5. Omkostninger og praktiske begrænsninger: finansiering og promovering af pondscape-projekter

5.1 PRAKTISKE UDFORDRINGER OG OMKOSTNINGER VED ETABLERING AF VANDHULLER

Udviklere af vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger står over for en række praktiske begrænsninger, der hæmmer gennemførelsen. En vigtig begrænsning er omkostningerne. I dette kapitel ser vi på de økonomiske udfordringer ved vandhuller, herunder typerne af omkostninger, der skal budgetteres for, og hvordan udfordringen kan håndteres. Vi ser også på, hvordan politik både kan begrænse og fremme implementeringen af vandhuller og pondscales som naturbaserede løsninger.

Vandhulsomkostninger

Der er en række forskellige omkostninger forbundet med forvaltning, genopretning eller etablering af vandhuller og pondscales. Disse inkluderer engangsomkostninger og løbende omkostninger.

Engangsomkostninger tager projektet fra idé til etablering. Disse er omkostninger, der kun opstår i begyndelsen af et projekt, enten for at genoprette et eksisterende vandhul eller etablere et nyt vandhul. Engangsomkostninger omfatter alle omkostninger forbundet med at udvikle, planlægge og implementere projektet.

Løbende omkostninger er dem, der er forbundet med vedligeholdelse af vandhullet eller pondscalet, når det er blevet genoprettet eller etableret. Eksempler er løbende overvågning, mindre reparationsarbejde af pondscalets infrastruktur, regelmæssig fjernelse af ikke-hjemmehørende arter og håndtering af offentlig brug for at beskytte biodiversiteten. Løbende omkostninger kan stige eller falde over tid, afhængigt af hvordan pondscalet udvikler sig (f.eks. antal besøgende, etableringens succes, fremtidige ydre påvirkninger af vandhullerne som f.eks. intensivering af landbruget i oplandet).

Finansiering: omkostningsdækning

Utilstrækkelig finansiering er en væsentlig hindring for udbredelsen af naturbaserede løsninger, herunder vandhuller. I forskningsprojektet **PONDERFUL** er der lavet en værdifuld opsummering af denne udfordring.^[35, 36]

I dag finansieres naturbaserede løsninger primært af offentlige midler, selv om privat finansiering er stigende. Der findes dog mange måder at finansiere vandhuller på. **PONDERFUL's** oversigt "Bæredygtig finansiering" (Tabel 6) identificerer 24 finansieringsværktøjer, herunder offentlige og private støtteordninger, indtægtskabende tiltag for offentlige og private lodsejere, private donationer, lån, investeringer og kontraktbaserede tilgange.^[35]

Disse finansieringskilder varierer betydeligt og har forskellige krav og forpligtelser. Forskellene betyder, at hver finansieringskilde har forskellige styrker og svagheder, der gør dem velegnede til forskellige typer projekter.



Tabel 6 - PONDERFUL – Oversigt overfinansieringskilder (McDonald et al. 2023)..

| Hovedkategori | Kategoridefinitioner | Værktøjer |
|---|---|---|
| 1. Indtægtsværktøjer | Redskaber til at skabe indtægter, som derefter kan bruges til at finansiere naturbaserede løsninger. Nogle af disse kan anvendes af lodsejere (1.1, 1.4 og 1.5), mens andre kun kan opkræves af myndighedsgodkendte foreninger (1.2 og 1.3) eller af staten (1.6)." | 1.1 Brugerbetaling 1.2 Erhvervsforbedringsdistrikter 1.3 Forbedringsafgifter 1.4 Udviklingsrettigheder og lejemål 1.5 Varesalg 1.6 1.6 Andre indtægtsskabende tiltag |
| 2. Kontraktindgåelse (omkostningsreduktion/omstrukturering) | Juridiske aftaler, der reducerer eller omstrukturerer omkostningerne ved finansiering af naturbaserede løsninger enten ved at stille aktiver eller brug af aktiver til rådighed under markedsprisen (2.1) eller ved at forskyde finansieringen af startomkostninger til gengæld for løbende betalinger (2.2). | 2.1 Overførsel af fællesskabsaktiver 2.2. Offentlige og private partnerskaber |
| 3. Frivillige bidrag/donationer | Frivillige betalinger, der foretages af egen fri vilje, uanset om man er en direkte modtager af de naturbaserede løsninger (3.2) eller blot ønsker at bidrage (3.1, 3.3). | 3.1 Contribuições filantrópicas 3.2 Contribuições voluntárias de beneficiários 3.3 Financiamento coletivo |
| 4. Omsættelige rettigheder/tilladelser og betaling for økosystemtjenester | Indtægter genereres ved at sælge "rettighederne" til økosystemtjenester, der skabes af de naturbaserede løsninger. Denne betaling kan være relativt uformel (4.1) eller ske gennem strukturerede markeder for klimaforbedring (4.2) med henblik på at kompensere for skader på biodiversitet andre steder (4.3) eller for at reducere mængden af vandforurenende stoffer (4.4). | 4.1 Betaling for økosystemtjenester 4.2 Overførselsbaserede værktøjer: frivillige kulstofmarkeder 4.3 Overførselsbaserede værktøjer: biodiversitetskompensation og "habitat banking" 4.4 Overførselsbaserede værktøjer: handelssystemer for vandkvalitet |
| 5. Tilskud | Økonomiske tilskud fra staten til personer, virksomheder eller organisationer for at fremme sociale fordele. Det kan være løbende betalinger eller skattelettelser og er ofte knyttet til specifikke resultater eller produktion (5.1, 5.2). | 5.1 Miljøtilskud 5.2 Skattelettelser |
| 6. Bevillinger | Direkte bidrag fra staten (lokal, national eller EU) til en modtager som betaling for at udføre en specifik aktivitet. Bevillinger er normalt engangsbeløb (men kan udbetales i rater) og er ofte konkurrenceprægede (6.1). | 6.1 Bevillinger |
| 7. Gældsværktøjer | Overførsel af kapital mod et løfte om tilbagebetaling over tid, typisk med renter. Dette kan ske enten som direkte udlån fra en långiver til en låntager (7.1) eller gennem gældsmarkeder (7.2). | 7.1 Lån og grønne lån 7.2 Obligationer og grønne obligationer |
| 8. Ejerskabsmodeller (egenkapitalfinansiering) | Finansiering opnået ved at sælge en ejerandel i de naturbaserede løsninger, eventuelt med krav om en andel af overskuddet. Dette kan være drevet af et ønske om indflydelse (8.1) eller være rent kommerciel (8.2). | 8.1 Impact-investering 8.2 Kommerciel investering |



Praktiske råd til omkostningsdækning

Som hjælp til valget mellem forskellige måder at finansiere dit pondscape-projekt på kan følgende trin være nyttige:

- **Forstå dit pondscape-projekt:** Hvilke fordele skaber projektet og for hvem. Vurder omkostningerne forbundet med projektet (anlægsmaskiner, arbejdskraft, gangbroer?). En klar forståelse af både økonomiske omkostninger og projektfordele kan bidrage til at finde passende finansieringsmuligheder og styrke din evne til at tiltrække finansiering.
- **Gennemgå alle finansieringsmuligheder:** Dette inkluderer offentlige kilder (såsom bevillinger fra regionale eller nationale regeringer og miljø- eller arealanvendelsessubsidier) samt private kilder. At udnytte private finansieringskilder kan være mere udfordrende, især da denne tilgang kan være fundamentalt anderledes end den, der tages af forvaltere af et pondscape, forskere, ingeniører eller landskabsarkitekter, men det kan muliggøre flere eller større pondscape-projekter.
- **Tænk stort:** At finansiere enkelte vandhuller kan være en udfordring, men der kan opstå yderligere finansieringsmuligheder, hvis pondscape-projektet er en del af et større initiativ, f.eks. et rekreativt område eller infrastrukturudvikling.
- **Pres på for politiske ændringer:** Pondsapes skaber overvejende offentlige goder, som er svære at finansiere, såsom forbedring af biodiversitet. Offentlig finansiering og nye politiske tilgange, eksempelvis oprettelse af markeder for biodiversitetsfordele eller andre miljøtjenester, kan generere indtægter. Demonstrationsområdet **PONDERFUL** UK Water Friendly Farming (succeshistorie 6.1 og 6.4) illustrerer den potentielle fordel ved en ny politik: Interessenter roste distriktslicenspolitikker, der finansierer etablering af vandhuller til fordel for beskyttede arter som stor vandsalamander.

Overvindelse af politiske begrænsninger

Politikker kan både hjælpe og hæmme forvaltningen og etableringen af damlandskaber. Der er almindelige barrierer, som skabes af europæiske, nationale og regionale politikker. **PONDERFUL**-demonstrationsstederne giver eksempler på, hvordan sådanne begrænsninger kan overvindes.

Politikker relateret til pondsapes vægter ofte økonomisk værdi over biodiversitetsmål, hvilket medfører, at skadelige former for arealanvendelse prioriteres. Imens bliver vandhuller, på trods af deres potentielle fordele, ofte forsømt sammenlignet med andre habitater og falder ofte uden for centrale EU-vand- og biodiversitetspolitikker eller bliver ikke tilstrækkeligt overvejet i medlemsstaternes implementeringsprogrammer. **PONDERFUL**'s vurdering af EU's politikker har også identificeret følgende udfordringer:^[37]

- Mistillid mellem politikere og private lodsejere.
- Manglende interesse fra landmænd pga. frygt for driftsmæssige begrænsninger.
- Lettere adgang til finansiering af private landprojekter (finansiering er lettere at opnå, hvor der klare offentlige fordele).
- Svært at skaffe langsigtet finansiering til vandhulforvaltning.
- Mangel på ressourcer til overvågning. Overvågningsmyndighederne står ofte over for ressourcebegrænsninger eller manglende interesse, og der er mangel på basisdata, forskning eller tekniske anvisninger.
- Besværlige tilladelsesprocedurer for etablering eller genopretning af vandhuller i nogle lande.
- Manglende videndeling om fordelene ved vandhuller og naturbaserede løsninger, hvilket hæmmer vedtagelsen og gennemførelsen af politikker.

Eksempler fra **PONDERFUL**-projektets demonstrationsområder omfatter:

- I La Pletera (Spanien) og Schöneiche (Tyskland) har politikerne reformeret de kommunale retningslinjer for at afbalancere økonomisk vækst med beskyttelse af naturarv.
- Udpegningen af vandhuller og pondsapes som beskyttede områder, såsom i Pikhakendonk (Belgien) og Schöneiche (Tyskland), har forbedret planlægningen og adgangen til finansiering (f.eks. La Pletera (Spanien) og institutionel effektivitet (La Pletera, Spanien). National eller lokal udpegning kan ofte være mere effektiv end internationale udpegninger til at begrænse skadelig arealanvendelse. I områder uden beskyttede zoner kan kommuner anvende zoneplaner som et skridt mod senere beskyttelse, som det er set i Rhône Genevois (Schweiz), La Pletera (Spanien) og Schöneiche (Tyskland).
- Zoneplaner og beskyttede områder kan også fremskynde godkendelsesprocesser for vandhuller (f.eks. Danmark, Tyskland, Uruguay). Udpegning af lokale mikro-reservater kan medvirke til indgåelse af aftaler med lodsejere og kan i nogle tilfælde tiltrække finansiering fra private virksomheder, eksempelvis ved at give reservatet et sponsornavn.



- Finansiering af tiltag fra private aktører er sjældnen og involverer ofte ad-hoc forvaltningsaftaler. Offentlige institutioner indgår typisk aftaler om beskyttede områder (f.eks. Schweiz og Storbritannien), mens aftaler mellem lodsejere og civilsamfundsorganisationer ofte omfatter andre områder (Belgien, Schweiz, Storbritannien).
- Effektiv overvågning af vandhuller kan opnås, når civilsamfundsorganisationer overtager ansvaret (f.eks. Schweiz, Tyrkiet), når vandhuller grupperes i overvågningsenheder (Albera, Spanien), eller når der er langsigtede vandhulsprojekter (Lystrup, Danmark).
- Tilladelser til etablering af vandhuller og regulering af arealanvendelse er mest effektive, når de integreres i zonebestemmelser (f.eks. Danmark, Tyskland) eller knyttes til beskyttede områder (Uruguay) eller finansieringsordninger (Storbritannien).
- Effektive institutioner udspringer ofte af et stabilt budget og udvikler sig over tid, som set i La Pletera (Spanien) og Pinkhill Meadow (Storbritannien). Disse institutioner kan være tilknyttet beskyttede områder eller civilsamfundsorganisationer, der samarbejder med lokale myndigheder.
- Lokal identifikation med pondscapet kan styrkes, hvis det får status som beskyttet område samt via miljøoplysning og forskningskommunikation, som set i Belgien, Storbritannien, Tyskland, Spanien, Schweiz og Tyrkiet.
- Forskning spiller en central rolle i at støtte politikker ved at levere dokumentation, som i La Pletera (Spanien), og ved at fastslå fordelene ved vandhuller (f.eks. Danmark, Storbritannien). Forskning har også øget offentlighedens vilje til at implementere naturbaserede løsninger (Spanien, Uruguay).

For mere information om disse succeshistorier, se kapitel 6.

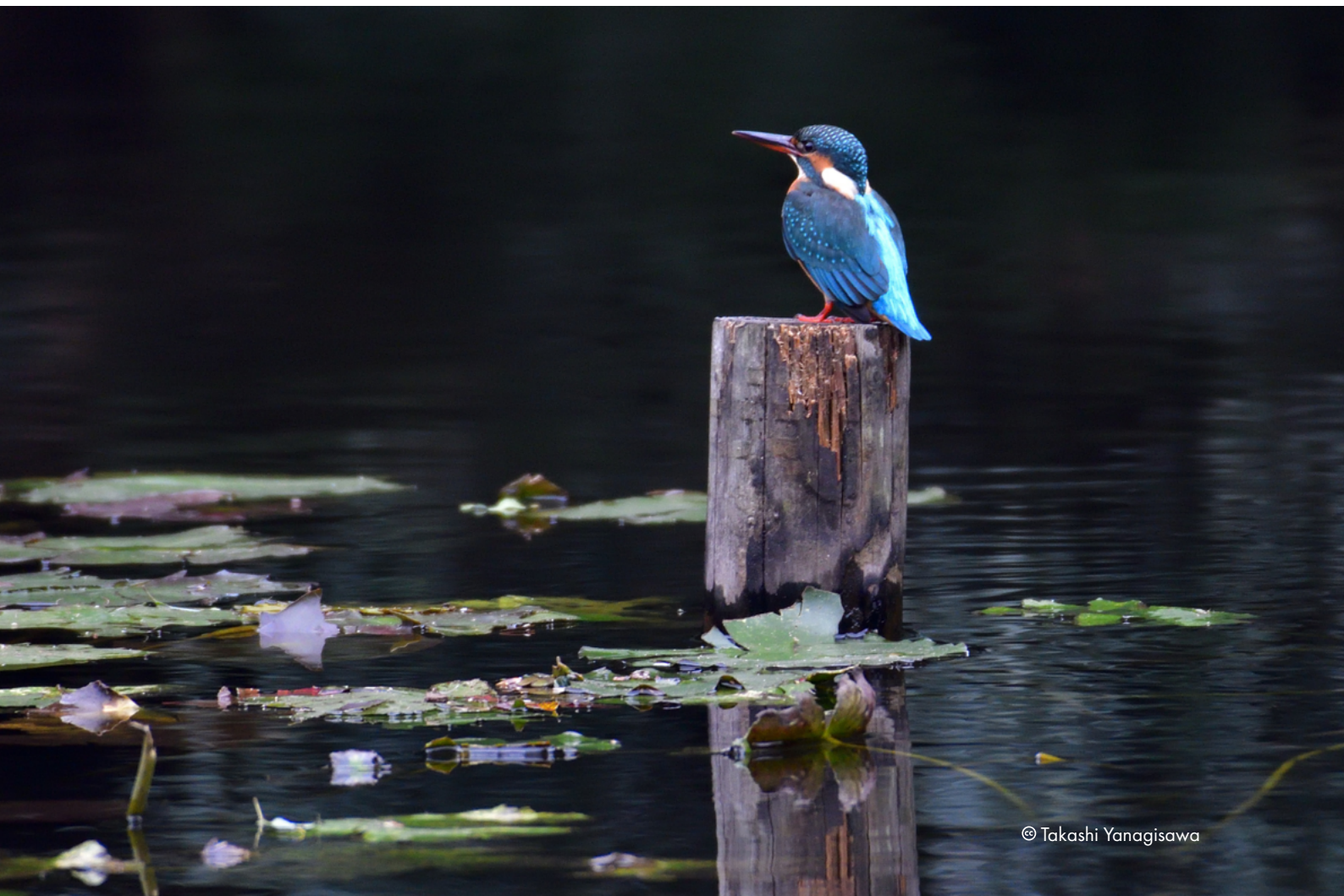


5.2 FREMMELSE AF NATURBASEREDE LØSNINGER FRA VANDHULLER OG PONDSCAPES

Vandhuller og pondsapes tilbyder mange fordele for forskellige grupper af mennesker (se kapitel 3).

Etablering eller genopretning af vandhuller bliver lettere, når interessenterne er opmærksomme på fordelene. **PONDERFUL**-projektet har identificeret flere måder at opnå støtte til naturbaserede løsninger fra vandhuller og pondsapes på:

- **Involvering af lokalsamfundet:** Når lokalbefolkningen har et positivt syn vandhullernes bidrag og ser deres potentiale for at forbedre deres livskvalitet, øges den offentlige støtte til forvaltning, genopretning og etablering.
- **Tilskyndelse til teknisk support og videnuddveksling:** Pondscape-forvaltere drager fordel af fokuseret teknisk støtte, samarbejde og videnuddveksling til implementeringen af naturbaserede løsninger. Indtil videre er støtte og videnuddveksling relateret til implementeringen af naturbaserede løsninger til klimatilpasning og -afbødning fokuseret på floder og vandløb, vådområder, hedeområder, skove og tørvemoser. Det er vigtigt at øge profilen og den offentlige anerkendelse af pondsapes, som kan levere de samme fordele. Dette vil sikre sammenhæng i forvaltningen af alle ferskvandsområder.
- **Fejring af succeser:** Deling af positive eksempler på pondscape-relaterede løsninger viser naturbaserede løsningers potentiale og kan motivere andre vandhullerforvaltere til at benytte bedste praksis. Demonstrationsprojekter kan fremvise fordelene ved bæredygtige metoder og opbygge tillid til disse fremgangsmåder. For at fremme læring bør oplysninger deles på en let tilgængelig måde.
- **Etablering af netværk:** Det er vigtigt at lette videnuddveksling på forskellige niveauer og mellem interessentgrupper. Netværk bør omfatte lokalsamfundet, lokale myndigheder, regionale politiske beslutningstagere, civilsamfundet samt juridiske og regulerende organer, da disse grupper arbejder sammen om ledelsesbeslutninger. Ideen er at skabe et miljø, der fremmer læring og lægger fundamentet for at knytte besøgende, beboere, civilsamfundet, ledere og beslutningstagere på alle niveauer sammen.
- **Kommunikation og oplysning:** Oplysningskampagner er nødvendige for at øge bevidstheden om vandhullers værdi, deres bidrag til mennesker og de arter, som de understøtter, samt de trusler, de står overfor. Dette kan styrke interessenternes følelse af tilhørsforhold og tilknytning til vandhuller og pondsapes.





6. Pondscares som naturbaserede løsninger: succes historier fra PONDERFUL demonstrationsområder

6.1 Pondscares som naturbaserede løsninger for biodiversitet

- Etablering af et hotspot for biodiversitet med et lille pondscape i et oversvømmet vådområde (Storbritannien) | [Side 106](#)
- Etablering af et hotspot for biodiversitet med et stort pondscape (Schweiz) | [Side 107](#)
- Fremmelse af paddebestanden, etablering af levesteder og translokation af bestande af stor vandsalamander (Belgien) | [Side 108](#)
- Aktiv forvaltning af truede paddearter (Danmark) | [Side 109](#)
- Bevarelse af kystnære vandhuller til fremmelse af fuglebestande (Tyrkiet) | [Side 110](#)
- Pondscares og rene vandhuller er afgørende for bevarelsen af ferskvandsbiodiversiteten (Storbritannien) | [Side 111](#)

6.2 Pondscares som naturbaserede løsninger til reduktion af oversvømmelsesrisici

- Etablering af et vandhul i en offentlig park til opmagasinering af regnvand og forbedring af biodiversitet (Danmark) | [Side 112](#)
- Et pondscape til afbødning af oversvømmelser (Tyrkiet) | [Side 113](#)

6.3 Pondscares som rensningssystemer

- Vandhuller til behandling af landbrugsafstrømning (Schweiz) | [Side 114](#)

6.4 Pondscape som en naturbaseret løsning med optimeret kulstofbalance

- Rene vandhuller er kulstofvenlige (Storbritannien) | [Side 115](#)

6.5 Pondscares til fødevarerproduktion

- Lav-intensiv kvægproduktion sameksisterer med akvatisk biodiversitet (Uruguay) | [Side 116](#)

6.6 Pondscares som naturbaserede løsninger for turisme og sundhed

- Sameksistens mellem naturlige levesteder og turisme (Spanien) | [Side 117](#)
- Sikker myggebekæmpelse i turistzoner (Spanien) | [Side 118](#)

6.7 Vandhuller til oplysning

- Opførelse af et vandhuls- og pondscape-oplysningscenter midt i en kommune (Tyskland) | [Side 119](#)
- Et folkeparksprojekt nær et byområde (Tyrkiet) | [Side 120](#)

6.8 Pondscares som naturbaserede løsninger til identitetsstøtte

- Temporære vandhuller, lokal identitet og rekreation (Spanien) | [Side 121](#)

6.9 Arealanvendelse i pondscares som en naturbaseret løsning til forbedring af kvaliteten af levesteder

- Forvaltning af arealanvendelsen i pondscares med henblik på at reducere landbrugets indvirkninger (Spanien) | [Side 122](#)
- Aktiv forvaltning af et pondscape til bevarelse af biodiversitet med mange interessenter (Belgien) | [Side 123](#)

6.10 Beskyttelse af et pondscape

- Udpegning af et pondscape som naturreservat (Belgien) | [Side 124](#)

6.11 Multifunktionalitet på pondscape-niveau

- Komplementaritet mellem vandhulstyper og funktioner i et pondscape (Schweiz) | [Side 125](#)



6.1 PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER FOR BIODIVERSITET

ETablering af et hotspot for biodiversitet med et lille pondscape i et oversvømmet vådområde (Storbritannien)

PINKHILL, STORBRITANNIEN



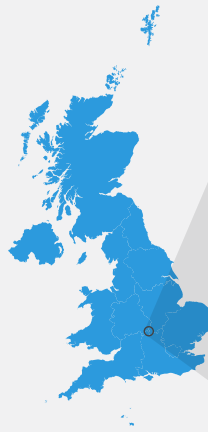
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 12 ha
57 vandhuller (2.7 ha vandoverflade)

Dominerende arealdække:

- Pondscape: lav-intensive græsarealer i oversvømmede vådområder
- Omgivende miljø: landbrug, vandreservoir

Bioklimatisk zone: Oceanisk

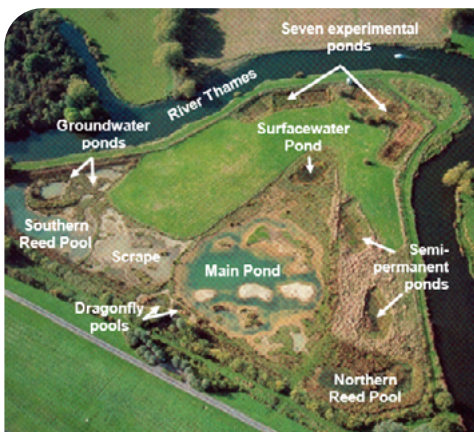


Pondscapet Pinkhill ligger i det gamle oversvømmede vådområde ved Themsen og har en lang historie. Det første vandhulskompleks, etableret i 1990, dækker mindre end 3 ha og er bemærkelsesværdigt artsrigt. Det understøtter nu omkring 20 % af alle Storbritanniens ferskvandsplanter og arter af store hvirvelløse dyr. Artsrigdommen skyldes flere faktorer: Der er vandhuller i forskellige størrelser, fra 5 m² til 0,3 ha, hvoraf nogle udtørres hvert år, mens andre er semi-permanente. De fleste vandhuller har store områder med lavt vand og vådområder omkring kanterne.

For at sikre rent vand var det vigtigt at udforme vandhullerne, så vandkvaliteten var så ren som mulig, og derfor har vandhullerne ingen direkte forbindelse til den forurenede Themsen. De fleste vandhuller får deres vand fra grundvand med lave niveauer af forurenende næringsstoffer.

Forvaltningen fokuserer på at opretholde områdets bevaringsværdi, sikre besøgendes udsyn og fremme videnskabelig forståelse. Dette inkluderer kvæggæsning, forvaltning af krat, slåning af enge, etablering af nye vandhuller og forvaltning/omformning af eksisterende vandhuller. Forvaltningen ledes af Thames Water, og yderligere projekter gennemføres i samarbejde med NGO'en Freshwater Habitats Trust.

Pinkhill viser tydeligt, at det er muligt at skabe vandhuller af enestående biodiversitetsværdi på selv forholdsvis begrænsede arealer.



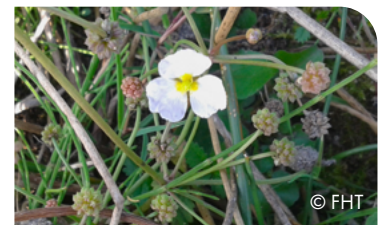
▲ Pinkhill Meadow er en af tre oversvømmede enge i pondscapet

Pinkhill Vandhuller ▶

▼ *Arvicola amphibius*



© FHT



▲ *Baldellia Ranunculoides*



© FHT



▲ *Juncus compressus*



ETABLERING AF ET HOTSPOT FOR BIODIVERSITET MED ET STORT PONDSCAPE (SCHWEIZ)

BOIS DE JUSSY, SCHWEIZ



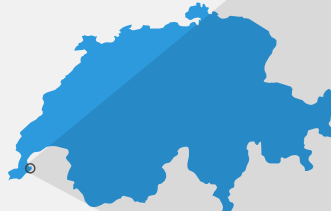
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 610 ha
69 vandhuller og 300 små bassiner
(3 ha vandoverfladeareal i alt)

Dominerende arealdække:

- Pondscape: skov
- Omgivende miljø: landbrug

Bioklimatisk zone: Kontinental (oceanisk indflydelse)



Dette store pondscape ligger i et skovområde nær Genève. I 1960'erne blev der gravet en halv snes store vandhuller for at dræne skoven og opmagasinere vand i tilfælde af brand. I dag er det primære forvaltningsmål at bevare biodiversiteten. Flere andre vandhuller i forskellige størrelser er blevet gravet i lerjorden.

Dette pondscape er et lokalt hotspot for biodiversitet, og det huser to tredjedele af de regionale arter af vandplanter, guldsmede og padder, herunder de prioriterede arter europæisk sumpskilpadder (*Emys orbicularis*) og gulbuget klokkefrø (*Bombina variegata*). Etableringen af vandhuller har gavnnet både den akvatiske biodiversitet (planter, hvirvelløse dyr, padder og krybdyr) og landdyr (store og små pattedyr, flagermus, fugle).

Løbende forvaltning af pondscapet har fundet sted i de seneste 20 år. Succesen skyldes:

- Støtte fra eksterne konsulentfirmaer efter en foreskrevet forvaltningsplan rettet mod biodiversitet (etablering og genopretning af vandhuller, fjernelse af ikke-hjemmehørende arter, forvaltning af træer og terrestriske levesteder, forbedring af konnektiviteten mellem vandhuller).
- Et tæt netværk af vandhuller i forskellige størrelser (fra små bassiner på 1 m² til store vandhuller på 5000 m²), former og design. Semi-naturlige skove sikrer god konnektivitet mellem vandhullerne.
- Implementering af beskyttelsesvedtægter.
- Genindførelse af truede arter.

Det krævede høje niveau af aktiv forvaltning nødvendiggør løbende finansiering. Forvaltningsforanstaltninger har vist sig at være nøglen til vellykket beskyttelse og forbedring af biodiversiteten på stedet.



© HES-50



▲ *Bombina variegata* © Eric Sansault



▲ *Emys orbicularis* © Maurizio amendolia



FREMMELSE AF PADDEBESTANDEN, ETABLERING AF LEVESTEDER OG TRANSLOKATION AF BESTANDE AF STOR VANDSALAMANDER (BELGIEN)

PIKHAKENDONK, BELGIEN



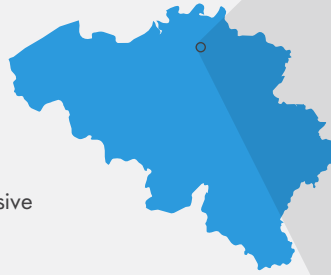
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 5 km²
62 vandhuller
(10.2 ha vandoverflade)

Antal paddearter: 7

Dominerende arealdække: Ekstensive græsarealer og enge

Bioklimatisk zone: Atlantisk



Landskabet i Pikhakendonk består primært af enge, der ligger spredt i et tæt netværk af gamle tjørnehække og sporadisk skov. Pondscapet er et Natura 2000-område og indeholder 62 små vandhuller. Flere af disse vandhuller blev for nylig etableret som en del af et translokationsprojekt for stor vandsalamander (*Triturus cristatus*). Ældre vandhuller og grøfter er blevet genoprettet gennem dræning og omprofilering af bredderne for at forbedre levestedet for akvatisk flora og fauna.

Det nuværende paddesamfund er særligt artsrigt og talrigt, med tilstedeværelse af to arter opført i habitatdirektivet (stor vandsalamander (*Triturus cristatus*) og butsnudet frø (*Rana temporaria*)) samt fem andre arter (skrubtudse (*Bufo bufo*), lat-terfrø (*Pelophylax ridibundus/kurtmuelleri*), bjergsalamander (*Ichthyosaura alpestris*), lille vandsalamander (*Lissotriton vulgaris vulgaris*) og den ikke-hjemmehørende levantefrø (*Pelophylax bedriagae*)).

I 2016 blev en eksisterende bestand af stor vandsalamander translokeret fra et nærliggende sted (15 km væk) til pondscapet efter anmodning fra den flamske regering i samarbejde med Agency for Nature and Forests (ANB) og Research Institute for Nature and Forest (INBO). Translokationen var nødvendig, fordi det oprindelige levested blev forstyrret af omfattende genopretning af floder i floddalen Dilje.

INBO etablerede også et videnskabeligt avlsprogram, hvor unge individer (3205) opdrættet i fangenskab blev udsat i flere vandhuller (2017-2020). Dynamikken i den translokerede bestand overvåges regelmæssigt af INBO og Natuurpunt (en uafhængig frivillig forening). I 2023 blev translokationen vurderet som vellykket, da stor vandsalamander nu findes i flere vandhuller, og den nyetablerede bestand synes at yngle med succes. Translokationen er et godt eksempel på naturbaserede løsninger, når levesteder er stærkt isolerede og forhindrer naturlig kolonisering.



◀ *Triturus cristatus* © Pieter Jan Alles



AKTIV FORVALTNING AF TRUEDE PADDEARTER (DANMARK)

DE FYSKE ØER, DANMARK



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 15 km²
64 vandhuller (4 ha vandoverflade)

Antal paddearter: 5

Dominerende arealdække:

- Pondscape: græsgange
- Omgivende miljø: græsarealer og agerjord

Bioklimatisk zone: Kontinental



Pondscalet De Fynske Øer omfatter Ærø, Avernakø og Birkholm, tre små øer (på henholdsvis 88 km², 6 km² og 1 km²) ud af cirka 55 øer i Det Sydfynske Øhav. Det meste af jorden på disse øer anvendes til landbrug.

Øgruppen er et "hotspot" for den europæiske klokkefrø (*Bombina bombina*), en stærkt truet art i Europa. Arten findes i mange vandhuller på øerne takket være over 35 års målrettet forvaltning. Kun to bestande på Avernakø og Hjortø er oprindelige; alle andre på de resterende øer er genoprettet gennem et yngleprogram. Frøernes levesteder er delvist beskyttet af to Natura 2000-områder, oprettet specifikt for arten.

Forvaltningen af pondscalet for den europæiske klokkefrø sigter mod at forbedre og udvide både akvatiske og terrestriske levesteder samt bevare den genetiske variation af de tilbageværende bestande. Takket være flere projekter finansieret af lokale og internationale (EU LIFE-programmet) bidragsydere er over 80 vandhuller blevet etableret eller genoprettet siden 1990'erne. Derudover er næsten 35 ha agerjord på Avernakø permanent omdannet til enge, hvor der ikke anvendes gødning, pesticider eller jordbehandling.

Etablering og genopretning af vandhuller i klynger understøtter konnektiviteten mellem levestederne og øger de akvatiske levesteders mangfoldighed. Kommuner og Naturstyrelsen har også hjulpet landmænd med opstart af kvæggæsning ved at finansiere indhegning af enge. Den rette gæsning er afgørende for at opretholde gode forhold for padder.

Succeshistorien med klokkefrøen har øget miljøbevidstheden og viden i lokalsamfundet og bliver brugt til at fremme lokale turistattraktioner, f.eks. guidede ture for at se og høre frøerne.



© Aarhus University

Bombina bombina © Marek Szczepanek



BEVARELSE AF KYSTNÆRE VANDHULLER TIL FREMMELSE AF FUGLEBESTANDE (TYRKIET)

MOGAN-SØEN (DIKKUYRUK), TYRKIET



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 1.8 km²
15 vandhuller (20 ha vandoverflade)

Antal vandfuglearter: 83

Dominerende arealdække:

- Pondscape: naturreservat
- Omgivende miljø: bynære områder og landdistrikter

Bioklimatisk zone: Central-anatolsk koldt tørt steppeklima



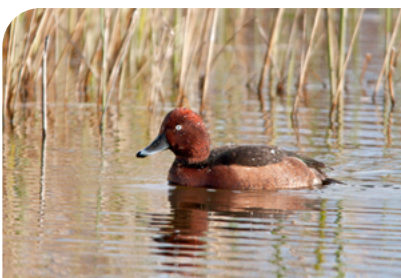
Pondscapet omkring Mogan-søen omfatter flere littorale vandhuller, som opstod efter opførelsen af en sluse opstrøms i 2015, der sænkede vandstanden. Dette pondscape er centralt for bevarelsen af søens fuglebestand på en bredere geografisk skala. Mogan-søen er udpeget som et "vigtigt fugleområde" (IBA) i Tyrkiet med omkring 249 fuglearter, heraf 83 vandfugle. Søen og pondscapet er levested for ynglende tophejre (*Ardeola ralloides*), rødhovedet and (*Netta rufina*), hvidøjjet and (*Aythya nyroca*, næsten truet på IUCN's rødliste) og hvidhovedet and (*Oxyura leucocephala*, truet på IUCN's rødliste).

Området er også rigt på andre dyregrupper som padder, krybdyr og pattedyr, mens bestanden af hvirvelløse dyr kræver yderligere undersøgelser. Det huser store bestande af den endemiske plante *Centaurea tchihatcheffii* (kritisk truet ifølge IUCN), som er knyttet til vådområder, der tørrer ud om foråret og sommeren. Den findes på stepper og græsgange fra det sydlige Ankara til Konya-sletten.

Pondscapet er en del af Gölbaşı Special Environmental Protection Area (Gölbaşı SEPA), som blev etableret i 1992 for at bremse urbaniseringen af Ankaras forstadsområde og for at beskytte og bevare områdets høje biodiversitetsværdi. Den seneste forvaltningsplan omfatter flere foranstaltninger, der sigter mod at beskytte biodiversiteten; vådområdet er erklæret som en "Følsom A"-zone, der kræver absolut beskyttelse af rørskove og vandhuller. De gennemførte foranstaltninger inkluderer:

- Forbud mod opførelse af bygninger, udgravning og opfyldning
- Forbud mod fiskeri
- Fjernelse af eksisterende turistfaciliteter
- Overvågning og registrering af ynglende fuglearter
- Lukning af yngleområder for mennesker i yngleperioden
- Overvågning af planten *Centaurea tchihatcheffii* og beskyttelse af nøglebestande ved hjælp af indhegning.

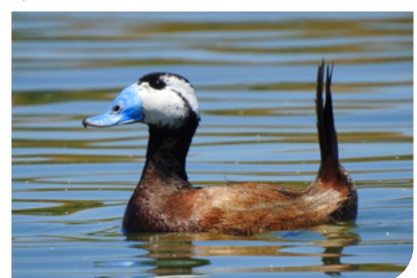
Denne succeshistorie viser fordelene ved et littoralt pondscape, der opretholder og fremmer regional ferskvandsbiodiversitet.



▲ *Aythya nyroca* © Moretta Tabaccata



▼ *Oxyura leucocephala* © Aissa Djamel Filali



PONDSCAPES OG RENE VANDHULLER ER AFGØRENDE FOR BEVARELSEN AF FERSKVANDBIODIVERSITETEN (STORBRITANNIEN)

WFF, STORBRITANNIEN



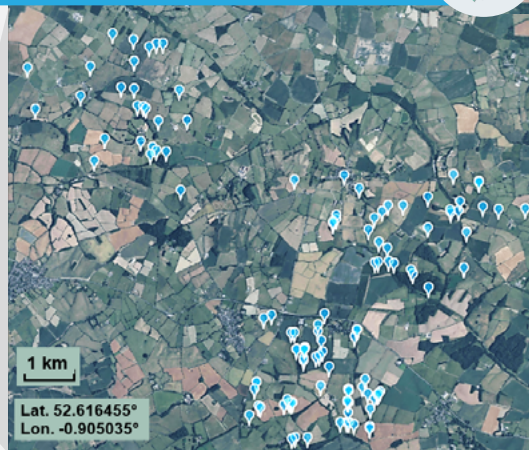
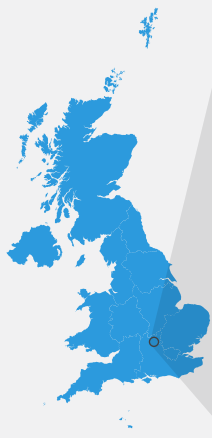
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 30 km²
123 vandhuller (4.6 ha vandoverflade)

Antal vandplanter: 86

Dominerende arealdække:
- Pondscape: landbrug
- Omgivende miljø: landbrug

Bioklimatisk zone: Oceanisk



Projektet Water Friendly Farming (WFF) i det engelske Midlands undersøger, hvordan forskellige teknikker kan understøtte biodiversitet og økosystemfunktioner i landbrugslandskaber.

PONDERFUL-forskning har vist, at vandhuller er essentielle for at bevare ferskvandsbiodiversiteten i regionen. Undersøgelser af vandområder i det 30 km² store område, herunder vandløb, bække, grøfter og vandhuller, har afsløret, at næsten alle (95 %) regionens sumplanter findes i vandhuller, sammenlignet med 33 % i grøfter og 40 % i vandløb. Hvis vandhullerne forsvandt, ville over halvdelen (56 %) af arterne af sumplanter ikke længere være til stede. Dette fremhæver nødvendigheden af at opretholde netværk af vandhuller på landbrugsjord for at sikre bevarelsen af ferskvandsbiodiversiteten på landet.

I 2013 blev 20 nye rene vandhuller etableret som en del af Water Friendly Farming-projektet. Ti år efter viste disse vandhuller sig at være yderst vigtige for den regionale ferskvandsbiodiversitet. De husede syv regionalt sjældne arter, heraf fem, der ikke findes i andre vandområder. Desuden øgede vandhullerne antallet af sumplanter i oplandet med 16 %, og antallet af regionalt sjældne arter steg med 83 %.

De afgørende faktorer for etablering af effektive rene vandhuller omfattede:

- Sikring af, at jorden omkring vandhullerne ikke blev forurenet. De bedste vandhuller var omgivet af ikke-næringsberigede græsarealer eller skovområder.
- Sikring af, at vandhullerne ikke havde indløb fra vandløb eller dræn, som oftest bringer forurenende stoffer og sand/mudder med sig.

Disse resultater understreger vigtigheden af at etablere rene vandhuller og behovet for at dele praktiske vejledninger.



© Freshwater Habitats Trust



© Freshwater Habitats Trust



6.2 PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER TIL REDUKTION AF OVERSVØMMELSESRISICI

ETABLERING AF ET VANDHUL I EN OFFENTLIG PARK TIL OPMAGASINERING AF REGNVAND OG FORBEDRING AF BIODIVERSITET (DANMARK)

LYSTRUP, DANMARK



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 5 km²

18 vandhuller (2.1 ha vandoverflade)

Akkumuleret vandmængde: 18 600 m³

Vandhullets bufferområder muliggør dog opmagasineret af en meget større vandmængde under stormhændelser.

Dominerende arealdække: Beboelse (55 %) og græsarealer (40 %)

Bioklimatisk zone: Kontinental



Efter at flere voldsomme storme havde forvoldt store skader, besluttede Aarhus Kommune sig for at bruge Lystrup som pilotprojekt for implementeringen af flere naturbaserede løsninger (regnvandsbassiner, diger og lavliggende områder). Aarhus Universitet etablerede et demonstrationsprojekt, der inddrog beboerne i både udformnings- og implementeringsfasen. Projektet kombinerede klimatilpasning med etablering af levesteder for biodiversitet og havde også til formål at fremme rekreativ anvendelse samt interessenternes engagement i vedligeholdelsen af området.

Demonstrationsprojektet omfattede cirka seks hektar i Hovmarksparken, en stor bypark i Lystrup og var et samarbejde mellem lokalsamfundet, en skole, Aarhus Byråd, Aarhus Vand og Aarhus Universitet. Et stort vandhul til opmagasineret af regnvand, lavninger og diger blev anlagt på et tidligere artsfattigt græsareal. En NGO blev etableret for at administrere området, tilbyde guidede ture og udvikle stedspecifikke legeaktiviteter parallelt med etableringen.

Omdannelsen krævede også ændringer i parkens forvaltning, herunder omlægning af græsslåningsordningen og indførelse af kvægræsning.

Vandhullet bidrager til biodiversiteten ved at tilbyde levesteder for padder såsom lille vandsalamander (*Lissotriton vulgaris*) og butsnudet frø (*Rana temporaria*). Den beskyttede art stor vandsalamander (*Triturus cristatus*) forventes også at benytte området i fremtiden.

Projektets effektivitet som naturbaseret løsning er blevet bevist under flere storme, hvor det nye vandhul, diget og lavningerne har reduceret skader på ejendom og infrastruktur.



© Aarhus University



© Aarhus University



© Aarhus University



ET PONDSCAPE TIL AFBØDNING AF OVERSVØMMELSER (TYRKIET)

GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ, TYRKIET



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 0.4 km²
30 vandhuller (1.7 ha vandoverflade)

Vandmængde, der opmagasineres under en oversvømmelse: 1 million m³

Dominerende arealdække:

- Pondscape: vådområde
- Omgivende miljø: by

Bioklimatisk zone: Central-anatolsk koldt tørt steppeklima



Pondscapet Gölbaşı Düzlüğü var oprindeligt en del af den opstrøms Eymir Sø. Det blev dannet ved anlæg af motorvej og sænkning af vandstanden i søerne Mogan og Eymir, hvilket skabte 30 vandhuller i et tæt rørbælte mellem de to søer. Vand fra Mogan-søen passerer gennem en betonbelagt kanal, krydser Gölbaşı Düzlüğü og løber ud i Eymir-søen. Pondscapet har en høj vandopmagasineringskapacitet på ca. 1 million m³, hvilket gør det effektivt til at forhindre oversvømmelser nedstrøms og til et godt eksempel på grøn infrastruktur i byområder.

Mogan-søen flyder periodisk over sine bredder på grund af kraftig regn, især om foråret, hvilket skader omgivelserne. Oversvømmelserne i 2011 og 2012 forårsagede alvorlige skader på Gölbaşı-distriktet og dets landsbyer. Ifølge "Ankara Basin Flood Management Plan" kan Gölbaşı Düzlüğü rumme store mængder oversvømmelsesvand (forekommer én gang hvert 500 år). En hydrologisk model af pondscapet blev lavet for at undersøge dets kapacitet til forebyggelse af oversvømmelser. Pondscapet kan tilbageholde overskydende vand i længere perioder, hvilket muliggør naturlig dræning og medvirker til beskyttelse af Ankara.

De tætte siv omkring vandhullerne yder ly og yngleområder af høj kvalitet for fugle. Næsten alle arter, der yngler i Mogan-søens vandhuller, yngler også her (se Mogan-søens demonstrationsområde ovenfor).

I de senere år er der gjort en indsats for at genoprette og bevare pondscapet gennem et folkeparkprojekt. Pondscapet har et stort potentiale for at forbedre lokalbefolkningens trivsel.



Pondscapet og oversvømmede områder omkring Mogan-søen
© METU & O. Çağrı Bozkurt



6.3 PONDSCAPES SOM RENSNINGSSYSTEMER

VANDHULLER TIL BEHANDLING AF LANDBRUGSAFSTRØMNING (SCHWEIZ)

CH BOIS DE JUSSY, SCHWEIZ



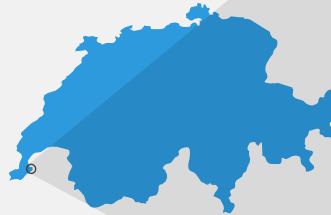
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 610 ha
69 vandhuller og 300 små bassiner
(3 ha vandoverflade)

Dominerende arealdække:
- Pondscape: skov
- Omgivende miljø: landbrug

Bioklimatisk zone: Kontinental (oceanisk indflydelse)

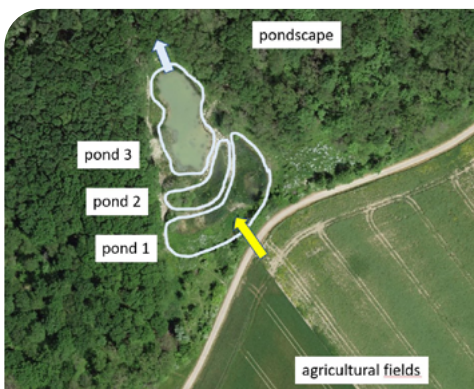
Det naturbeskyttede område ligger ved den gule cirkel.



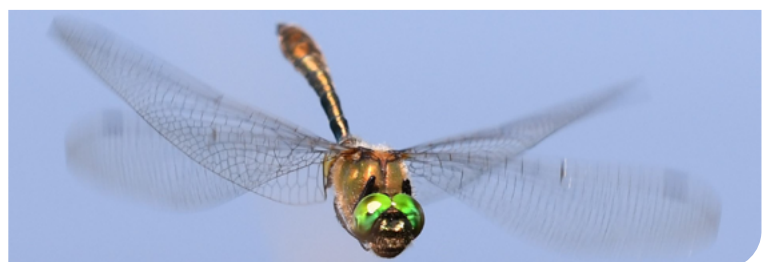
Bois de Jussy er et pondscape med mange forskellige vandområder (60 vandhuller fra 100 m² til 5000 m² og 300 små bassiner), der er mellem 1-2 og 50 år gamle. Biodiversiteten har udviklet sig gunstigt, især for padder, guldsmede og akvatisk vegetation. Skoven omkring vandhullerne fungerer som et effektivt bufferområde, men oplandet rummer også dyrkede marker, der forurener med næringsstoffer og pesticider, som kommer ind i pondscapet via små grøfter.

For at løse dette problem, og for at rense tilløbene, etablerede de forvaltende myndigheder tre nye vandhuller som naturbaserede løsninger. Som billedet illustrerer, opfanges forurenat vand (gul pil) først af et vandhul med udbredt vegetation, før det strømmer videre til et andet og derefter et tredje vandhul. Det rensede vand (blå pil) løber derefter nedstrøms i retning af pondscapet og ind i andre vandområder. Overvågning af vandkvaliteten og biodiversiteten har vist, at denne løsning er effektiv. Tre truede paddearter, gulbuget klokkefrø (*Bombina variegata*), stor vandsalamander (*Triturus cristatus*) og springfrø (*Rana dalmatina*), yngler i pondscapet sammen med en artsrig bestand af hvirvelløse dyr, herunder guldsmede.

Denne type naturbaserede løsning på lokalt niveau kan også effektivt implementeres i større omfang, også til vandrensning i små landsbyer. Et succesfuldt eksempel findes i Dunhill, Co Waterford, Irland, hvor fem store vandhuller behandler spildevand fra 500 indbyggere. Samtidig fungerer disse vandhuller som hotspots for biodiversitet.^[15]



▲ Opfanges forurenat vand (gul pil) først af et vandhul med udbredt vegetation, før det strømmer videre til et andet og derefter et tredje vandhul. Det rensede vand (blå pil) løber derefter nedstrøms i retning af pondscapet og ind i andre vandområder.



▲ *Cordulia aenea* (Odonata) © Julie Fahy



6.4 PONDSCAPE SOM EN NATURBASERET LØSNING MED OPTIMERET KULSTOFBALANCE.

RENE VANDHULLER ER KULSTOFVENLIGE (STORBRITANNIEN)

WFF, STORBRITANNIEN

IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 30 km²
250 vandhuller (vandoverflade 4.6 ha)

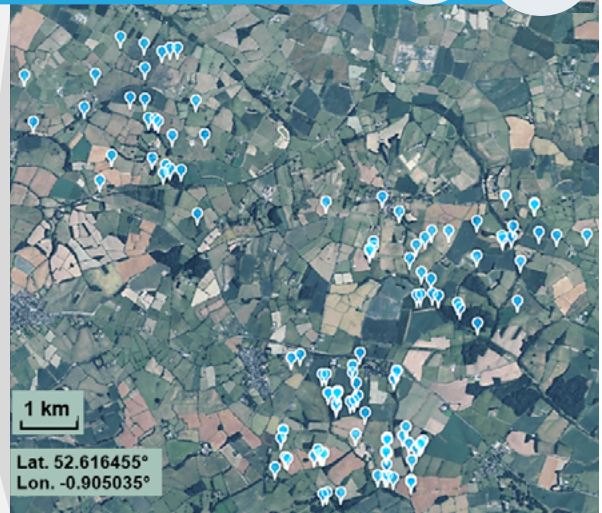
Dominerende arealdække:

- Pondscape: landbrug
- Omgivende miljø: landbrug

Bioklimatisk zone: Oceanisk

Vandkvalitet

- Middelværdi, total kvælstof: 2,3 mgN/L
- Middelværdi, total fosfor: 0,12 mgP/L
- Middelværdi, klorofyl a: 15 µg/L



Uanset hvilken samfundsmæssig udfordring, der adresseres, bør minimering af CO₂-aftrykket være et mål, når man implementerer vandhuller eller pondscapes som naturbaserede løsninger. Dette mål kan endda være det centrale formål med nogle pondscapes. **PONDERFUL**-forskning, omfattende målinger foretaget i 400 vandhuller på tværs af Europa, Tyrkiet og Uruguay, fandt, at den vigtigste faktor for at opnå en optimeret kulstofbalance (balance mellem binding og emissioner) er vandhullernes vandkvalitet. Faktisk vil et vandhul med god vandkvalitet, især næsten naturlige næringsstofniveauer og vel-iltet vand, udlede en lav mængde metan (CH₄), en drivhusgas, der er kendt for at have en stærk opvarmende effekt. Denne gas produceres normalt i store mængder i vandhuller med lav vandkvalitet, for eksempel i stærkt hypertrofiske vandhuller, der som oftest er iltfattige.

Det britiske demonstrationsområde Water Friendly Farming (WFF) er en succeshistorie i etableringen af rene vandhuller. Denne casestudy demonstrerer, at selv i områder domineret af landbrug er det muligt at have vandhuller af høj kvalitet. Vandkvalitetsmålingerne foretaget under **PONDERFUL**-projektet viste relativt lave værdier af næringsstoffer (total fosfor og total kvælstof) samt lave klorofyl a- værdier (en indikator for primærproduktion). Sådanne vandhuller forventes at være særligt klimavenlige med lav emission af metan.

Som beskrevet i denne håndbog er de afgørende faktorer for at skabe vandhuller med rent vand: (i) at sikre, at jorden omkring vandhullerne ikke er forurenede (de bedste vandhuller er omgivet af græssede enge eller skovområder) og (ii) at sørge for, at vandhullerne ikke har tilstrømning fra vandløb eller dræn, da disse normalt bringer forurenende stoffer og mudder med ind i vandhullerne.



▲ Der er foretaget intensive prøvetagning af drivhusgasser i 250 vandhuller i **PONDERFUL**-projektet. Flydekamre fanger metanbobler, der udledes fra de iltfattige sedimenter i vandhullet.
© HES-SO

▼ Et af de nyoprettede vandhuller med rent vand. Dræningsområdet er fri for forurenede vand, og afstrømningen har et lavt indhold af næringsstoffer. © Freshwater Habitats Trust



6.5 PONDSCAPES TIL FØDEVAREPRODUKTION

LAV-INTENSIV KVÆGPRODUKTION SAMEKSISTERER MED AKVATISK BIODIVERSITET (URUGUAY)

URUGUAY



IDENTITETSKORT

Uruguay-areal: 175 000 km²

Antal og tæthed af vandhuller:

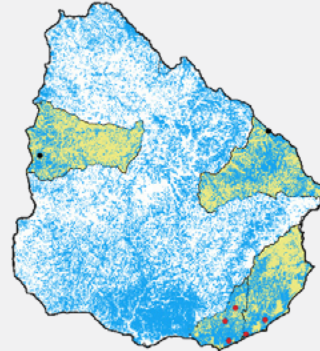
170.000 tajamares (vandhuller)

Region med den højeste tæthed: Canelones, 4 vandhuller/ha

Dominerende arealdække:

Pondscape: græsning (på naturlige græsarealer eller græsgange) og landbrug

Bioklimatisk zone: Tempererede græsarealer, fugtigt subtropisk klima'



Kort over Uruguay, der viser de områder, hvor vandhullerne blev undersøgt af **PONDERFUL**-teamet ved CURE (markeret med rødt) og af CENUR Litoral Norte-teamet (markeret med sort).

I Uruguay er vandhuller på landet (tajamares) primært anlagt til vanding af kvæg og i mindre omfang til kunstvanding. Antallet af tajamares er steget dramatisk siden begyndelsen af 2000'erne på grund af intensiveringen af landbruget. Afhængigt af landbrugsproduktionen, findes tajamares i oplande med varierende arealanvendelsesintensitet (f.eks. intensiv kvægproduktion på tilsåede græsgange versus ekstensiv kvægproduktion på naturlige græsarealer).

Resultaterne fra **PONDERFUL** og andre undersøgelser viser, at vandhuller i områder med lav arealanvendelsesintensitet har bedre vandkvalitet, lavere risiko for opblomstring af blågrønalger, højere akvatisk biodiversitet og lavere emission af drivhusgasser. Vandhullerne i disse områder kan reducere de negative virkninger af landbrugsintensivering på vandkvalitet og biodiversitet. Forvaltning af vandhuller er vigtig, da forskelligartet bredvegetation mindsker erosion og næringsstofforforsel og samtidig skaber levesteder for hjemmehørende fauna og flora. Indhegning af vandhullerne for at hindre direkte adgang for husdyr bidrager også til bedre vandkvalitet og højere biodiversitet, hvilket især er gavnligt for vandplanter og padder.

Denne succeshistorie viser, hvordan kvægproduktion med lav intensitet kan sameksistere med akvatisk biodiversitet. Anvendelse af miljøretningslinjer i forvaltningen af vandhuller i landdistrikterne fremmer positive indvirkninger og øger fordelene for mennesker, natur og husdyr.



▲ *Nymphoides humboldtiana* © UDELAR



© UDELAR



6.6 PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER FOR TURISME OG SUNDHED

SAMEKSISTENS MELLEM NATURLIGE LEVESTEDER OG TURISME (SPANIEN)

LA PLETERA, SPANIEN



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 0.6 km²
20 vandhuller (33 ha vandoverflade)

Antal personer, der besøger pondscapet (antal/år):
126 000

Dominerende arealdække:

- Pondscape: kystnære strandenge
- Omgivende miljø: turist-/boligområde, landbrug

Bioklimatisk zone: Mediterran



Pondscapet La Pleta ligger på Costa Brava (Catalonien) nær badebyen L'Estartit ved Middelhavet. Denne strandeng og de 20 tilhørende vandhuller blev etableret i 2014, da den gamle bebyggelse blev erstattet af et fuldt funktionelt strandengsøkosystem. Genopretningsforanstaltningerne omfattede fjernelse af brolagte gader, en promenade og dæmninger.

Stedet er nu hjemsted for 47 arter af vandplanter, 104 vandfugle og 17 familier af hvirvelløse dyr. Forholdsvis få arter, der er tilpasset til de varierende temperaturer, saltholdigheden og næringsstofsammensætningen, er i stand til at kolonisere disse strandengsområder. Udbredelsen af disse arter er imidlertid meget lav på grund af ødelæggelsen og urbaniseringen af disse kystnære levesteder. Med tilstedeværelsen af disse sjældne arter bidrager disse økosystemer væsentligt til den regionale artsrigdom. Etableringen af adskillige nye laguner har bidraget til at bevare den endemiske iberiske tandkarpe (*Aphanius iberus*). Hvidbrystet præstekrave (*Charadrius alexandrinus*) har også nydt godt af genopretningsstiltagene.

Området forvaltes i dag af bestyrelsen for naturparken (*Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter*) og byrådet i Torroella de Montgrí-L'Estartit. Forvaltningen omfatter kontrol med offentlig adgang, vedligeholdelse af infrastruktur (stier, udsigtspunkter, skiltning osv.), forvaltning af beskyttede arter, miljøoplysning og formidlingsaktiviteter. Offentligheden har adgang til stranden, men ikke til klitterne eller strandengen for at forhindre menneskeligt pres i disse naturområder.

Bevarelsen af biodiversiteten på stedet har vist sig at være forenelig med høje besøgstal. Omkring 100.000 mennesker besøger hvert år pondscapet i forbindelse med fritidsaktiviteter, turisme og naturiagttagelse via de omgivende stier og udsigtspunkterne.



© UdG



© UdG



SIKKER MYGGEBEKÆMPELSE I TURISTZONER (SPANIEN)

LA PLETERA, SPANIEN



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 0.6 km²
20 vandhuller (33 ha vandoverflade)

Antal personer, der besøger pondscapet (antal/år):
126 000

Dominerende arealdække:

- Pondscape: kystnære strandenge
- Omgivende miljø: turist-/boligområde, landbrug

Bioklimatisk zone: Mediterran



Pondscapet ved La Pleta er et genoprettet naturligt habitat beliggende i et område med et højt turismetryk på den spanske middelhavskyst (Costa Brava).

I naturlige, velbevarede vandhuller kontrollerer rovdyr (f.eks. guldsmede, vandbiller, biller, padder, fisk) normalt tætheden af myggelarver. Myg trives i kunstige eller ændrede habitater, ligesom i andre akvatiske habitater, hvor rovdyr er fåtallige. De kan forårsage sundhedsproblemer og økonomiske tab i områder, hvor turisme er en af de vigtigste økonomiske aktiviteter, såsom Costa Brava-kysten, hvor strandenge (som La Pleta) ligger meget tæt på campingpladser og turistindkvartering.

I strandenge findes myg, der er tilpasset midlertidigt oversvømmede naturområder. Hunnerne lægger deres æg på tørt sediment, hvor en efterfølgende oversvømmelse forårsager udklækning af en enkelt generation larver. Den samtidige opdukken af millioner af myg efter en pludselig klækning påvirker markant økonomien i turistområderne nær strandengene.

Aktiv forvaltning af La Pleta har vist sig særdeles effektiv til at begrænse antallet af myg. En myggebekæmpelsestjeneste (Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter) overvåger og kontrollerer myggekækningen ved anvendelse af et biologisk anti-larve insekticid (*Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)) på vandet efter larvernes opdukken. Bti er en bakteriel proteinkrystal, der nedbrydes inden for få timer efter brug. Det er sikkert for de fleste af de akvatiske arter, der findes i strandengene.

Overvågning og kortlægning af vegetationen har gjort det muligt for Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter at målrette brugen af Bti (og undgå udbredt anvendelse). I en strandeng har små ændringer i topografien en stærk effekt på vegetationsfordelingen, som kan ændre sig dramatisk med kun få centimeters højdeforskel. Jordens højde påvirker, hvor længe jorden er oversvømmet ved høj vandstand, hvilket igen afgør, hvilke planter der kan overleve der. Den tætte sammenhæng mellem oversvømmelse, vandstand, myggekækning og vegetation gør brugen af vegetationskort meget effektiv til myggebekæmpelse.



Forenklet vegetationskort over La Pleta, der viser områder med høje tætheder af myggelarver (grønne farver). © Xavier Quintana

Spredt Bti i et udpeget område i den oversvømmede strandeng. © Xavier Quintana



6.7 VANDHULLER TIL OPLYSNING

OPFØRELSE AF ET VANDHULS- OG PONDSCAPE-OPLYSNINGSCENTER MIDT I EN KOMMUNE (TYSKLAND)

SCHÖNEICHE, TYSKLAND



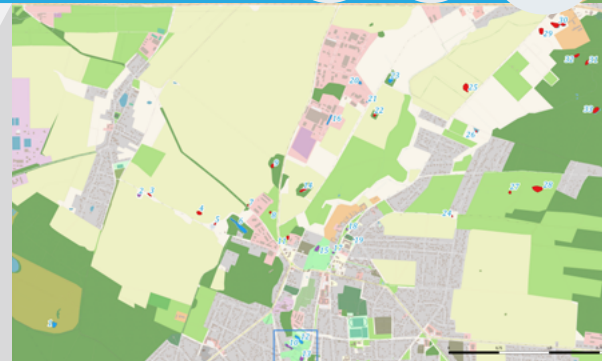
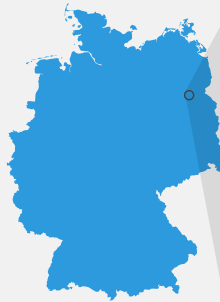
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 16 km²
33 vandhuller (3.2 ha vandoverflade)

Antal personer, der besøger pondscape (antal/år): 20 000

Dominerende arealdække:
- Pondscape: græsarealer
- Omgivende miljø: landbrug

Bioklimatisk zone: Kontinental



| | | | | |
|-----|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Nr. | Name | 19 Sandpfuhl | 18 Bäckerpfuhl | 27 Westlicher Egelpfuhl |
| 1 | Lehmkuhle | 20 Tiefbereich Kanalsystem | 19 Schulloch Storchenschule | 28 Östlicher Egelpfuhl |
| 2 | Giebelpfuhl | 11 Senke am Jägergraben | 20 Reherloch | 29 Bussardwehtr |
| 3 | Giebelpfuhl | 12 Dornloch | 21 Gerberloch | 30 Dorfloch Vogelsdorf |
| 4 | Hölle | 13 Muldenloch | 22 Espenpfuhl | 31 Waldloch 1 |
| 5 | Großer Fern | 14 Pflegerpfuhl | 23 Blockpfuhl | 32 Waldloch 2 |
| 6 | Wendemann | 15 Schötenloch | 24 Steinpfuhl | 33 Klempnerpfuhl |
| 7 | Pferdefrinke | 16 Regenwasserluckhalbecken | 25 Baumstammpfuhl | |
| 8 | Koppelpfuhl | 17 Priesterpfuhl | 26 Karaschenspfuhl | |

Color legend
■ permanent
■ temporary
■ dry

Dette bynære pondscape ligger nær Berlin, midt i byen Schöneiche med ca. 15.000 indbyggere. Vandhullerne, skabt af istiden for 10.000-12.000 år siden, er gamle dødishuller. Omkring 90 % af pondscape er tilgængeligt for offentligheden, og det tiltrækker ca. 17.000 besøgende om året. Den lokale NGO "Naturschutzaktiv Schöneiche" har udviklet Kleiner Spreewaldpark som et center for oplysning og inspiration. Lokalbefolkningen, især familier, tiltrækkes af stier langs vandhuller og vandveje, et rigt dyreliv og aktivitetsmuligheder (f.eks. en legeplads).

Der er opsat informationstavler rundt omkring for at oplyse besøgende, og stedet bruges også til skolebesøg. Beliggenheden tæt på boligområder er en stor fordel, da folk besøger stedet regelmæssigt, identificerer sig med det og er opmærksomme på ændringer i miljøet. Virkningerne af den globale opvarmning og ændret arealanvendelse er direkte synlige i form af de drastiske årlige ændringer i vandstanden. Atten af de 33 vandhuller er nu permanent udtørrede, hvilket kan motivere lokalbefolkningen til at forhindre yderligere tab.

Disse former for naturbaserede løsninger implementeres ideelt i byområder med naturlige vandhuller. En placering tæt på boligområder betyder, at lokalbefolkningen ofte besøger oplysningscentret og får en dybere forståelse for de ændringer og trusler, som vandhullerne står over for.



ET FOLKEPARKSPROJEKT NÆR ET BYOMRÅDE (TYRKIET)

GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ, TYRKIET



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 0.4 km²
30 vandhuller (1.8 ha vandoverflade)

Antal personer, der besøger pondscapet
(antal/år): 140 000

Dominerende arealdække:
- Pondscape: naturreservat
- Omgivende miljø: by

Bioklimatisk zone: Central-anatolsk koldt tørt steppeklima



Pondscape Gölbaşı Düzlüğü består af 30 vandhuller, der er omgivet af byinfrastruktur og adskilt fra hinanden af tætte siv. Et folkeparksprojekt, der omfatter genopretning af pondscape på ca. 60 hektar, er undervejs. Projektets mål er at beskytte og støtte den lokale biodiversitet, øge offentlighedens gavn af og bevidsthed om området samt tjene som et eksempel på grøn infrastruktur for at forbedre modstandsdygtigheden over for oversvømmelser.

Projektets primære mål er at beskytte planten *Centaurea tchihatcheffii*, der er "kritisk truet" i henhold til IUCN-kriterierne. Derudover identificerer projektet andre truede arter, sårbare områder og potentielle trusler mod beskyttede områder. I alt 494 plantearter er blevet identificeret i Gölbaşı Special Environmental Protection Area, herunder tre paddearter, 12 krybdyrarter, 83 fuglearter og 25 pattedyrsarter. Projektet inkluderer også beskyttelses- og overvågningsindsatser, affaldsindsamling omkring søen og vandhullerne samt oplysning til lokale beboere og skoler.

Denne succeshistorie viser potentialet hos pondscales til at fremme biodiversitet, samtidig med at de bruges til fritidsaktiviteter og naturoplysning.



© Gölbaşı Duzlugu



▲ *Orthetrum cancellatum* © Charles J. Sharp

▼ *Centaurea tchihatcheffii* © Yanardoner Sevgi



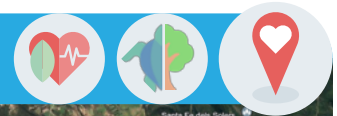
© Gölbaşı Duzlugu



6.8 PONDSCAPES SOM NATURBASEREDE LØSNINGER TIL IDENTITETSSTØTTE

TEMPORÆRE VANDHULLER, LOKAL IDENTITET OG REKREATION (SPANIEN)

ALBERA, SPANIEN



IDENTITETSKORT

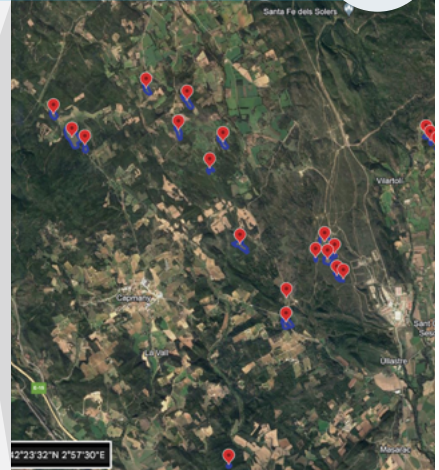
Pondscape-areal: 25 km²
23 vandhuller (29.8 ha vandoverflade)

Antal personer, der besøger pondscapet
(antal/år): 72 500

Antal interessenter, der er involveret i beskyttelse
af kulturarven: 8

Dominerende arealdække:
Mediterransk buskads

Bioklimatisk zone: Mediterran



Dette pondscape, som består af 241 våde lavninger og 23 vandhuller, er beliggende ved foden af Albera-bjergene. Alle vandhullerne er lavvandede og temporære, nogle med relativt korte hydroperioder (fra to til ni måneder). Især i tørre år med kun lidt regn kan alle vandhuller forblive helt udtørrede. Nogle vandhuller er prioriterede habitater i henhold til EU's habitatdirektiv: "3170 Mediterrane temporære vandhuller" og "3130 Oligotrofe til mesotrofe søer og vandhuller med vegetation af typen *Littorelletea uniflorae* og/eller *Isoëto-Nanojuncetea*".

Albera-regionen har været beboet i tusindvis af år, og lokalsamfundet har en stærk kulturel identitet, der er knyttet til landskabet, herunder de mange vandhuller. Regionen rummer historiske monumenter, inklusive 24 bautasten og dolmens fra 3.500-1.800 fvt, syv romanske kirker fra det 9. til 12. århundrede og hundredvis af kilometer stenvure. Vandhullerne og den romanske og megalitiske arv er vigtig for indbyggernes identitet. Flere organisationer restaurerer, vedligeholder og formidler information om denne arv, eksempelvis Empordanès Excursionist Club, Art and Work Group, Jonquerenc Excursionist Club, Cantallops Cultural Action Association.

Nogle megalitiske monumenter er navngivet efter vandhuller, f.eks. Menhir Estanys I og Dolmen Estanys II. En romansk kirke (Santa Cristina de Canadal), har samme navn som to vandhuller (Canadal Petit og Canadal Gran). Den mest populære vandresti i området, "Itinerari dels Estanys" (oversat: rejseplan for søer/vandhuller), viser, hvor betydningsfulde vandhuller er for Albera-regionens kulturarv.



6.9 AREALANVENDELSE I PONDSCAPET SOM EN NATURBASERET LØSNING TIL FORBEDRING AF KVALITETEN AF LEVESTEDER

FORVALTNING AF AREALANVENDELSEN I PONDSCAPET MED HENBLIK PÅ AT REDUCERE LANDBRUGETS INDVIRKNINGER (SPANIEN)

ALBERA, SPANIEN



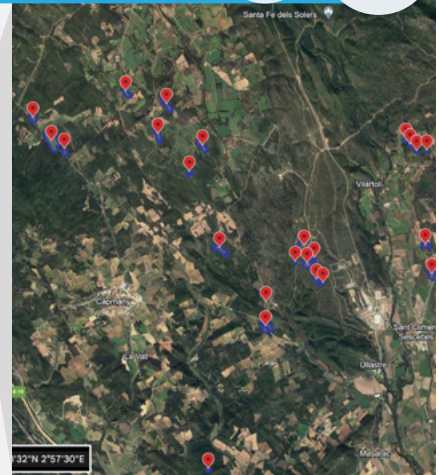
IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 25 km²
23 vandhuller (29.8 ha vandoverflade)

Antal arter i bilag II+IV til habitatdirektivet: 9

Dominerende arealdække:
Mediterransk buskads

Bioklimatisk zone: Mediterran



Pondscapet Albera består af 23 vandhuller og 241 lavninger med forskellige grader af oversvømmelse, alle af naturlig oprindelse. Alle vandhullerne er meget lavvandede og temporære med forholdsvis korte hydroperioder på ca. to til ni måneder. Nogle af dem er prioriterede levesteder i henhold til EU's habitatdirektiv: "3170 Middelhavsregionale temporære vandhuller" og "3130 Oligotrofe til mesotrofe søer og vandhuller med vegetation af typen *Littorelletea uniflorae* og/eller *Isoeto-Nanojuncetea*".

Vandhullernes bevaringsstatus påvirkes kraftigt af arealanvendelsen i både pondscapet og dets opland. Fra 2010 indgik miljø-NGO'en *Institució Alt Empordanesa per a la Defensa i Estudi de la Natura* (IAEDEN) aftaler med 29 private lodsejere i Albera-pondscapet om at reducere intensiteten af landbruget, som dækkede 14 ha af pondscapet. Samarbejdet fremmer lav-intensivt landbrug og udvikler miljøbeskyttelsesprojekter. For eksempel dyrkes vinmarker og olivenlunde ved hjælp af økologiske teknikker uden herbicider og insekticider, og græsarealer skæres i stedet for at blive brugt som græs-gange til kvæg. Målet er at bevare floraens naturlige kredsløb og undgå ekstra næringsstoffer i vandhullerne. Dette giver mulighed for en mere "vandhulsvendig" arealanvendelse af Albera-pondscapet.



© Lluís Benejam



© Sandra Bruçet



AKTIV FORVALTNING AF ET PONDSCAPE TIL BEVARELSE AF BIODIVERSITET MED MANGE INTERES- SENER (BELGIEN)

GETTE VALLEI, BELGIEN



IDENTITETSKORT

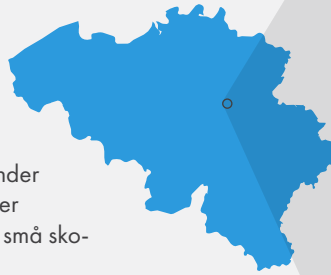
Pondscape-areal: 4.79 km²
41 vandhuller (0.8 ha vandoverflade)

Antal vandplantearter: 59

Dominerende arealdække:

- Pondscape: skov og små landskabstræk, herunder hække, landbrugsarealer og græsningsområder
- Omgivende miljø: overvejende landbrug med små skovområder

Bioklimatisk zone: Atlantisk



Gette Vallei er et af de sidste store åbne arealer i Flandern. Pondscapet har stort set været beskyttet mod intensivt landbrug og urbanisering. Gette Vallei-pondscapet er kendetegnet ved sin unikke biodiversitet.

Pondscapet er blevet forvaltet med henblik på bevarelse af biodiversitet i flere årtier med gode resultater. NGO'en Natuurpunt spiller en central rolle i regionens naturbeskyttelse. Den nuværende forvaltning er hovedsageligt organiseret af et team bestående af lokale frivillige, som støttes af fagfolk fra Natuurpunt. Natuurpunt ejer jordlodder i regionen, der er udpeget som naturreservater for at beskytte dem. Disse forvaltes efterfølgende i henhold til en godkendt forvaltningsplan.

Derudover samarbejder NGO'en med lokale landmænd og private lodsejere i regionen om at forvalte privat jord med henblik på bevarelse af biodiversitet. Natuurpunt sigter også mod at udvide området under formel beskyttelse ved at opkøbe yderligere jord, der skal udpeges som naturreservat.

Forvaltningen i området er både rettet mod biodiversitet på land og i vand og fokuserer i vid udstrækning på bevarelse af historiske landskabselementer såsom blomsterrige græsarealer, hække, vandhuller i landbrugsområder og delvist naturlige skovområder. I løbet af de seneste årtier er der blevet etableret mere end 20 små vandhuller på landbrugsjord for at øge tilgængeligheden og konnektiviteten mellem akvatiske levesteder. Eksisterende vandhuller forvaltes periodisk ved dræning og skæring af bredvegetationen. Den langvarige forvaltningsindsats har vist sig at være vellykket med hensyn til at bevare biodiversiteten i regionen, især den langsigtede opretholdelse af en omfattende bestand af stor vandsalamander (*Triturus cristatus*).



© HES-SO



© Pieter Jan Alles



© Pieter Jan Alles



6.10 BESKYTTELSE AF ET PONDSCAPE

UDPEGNING AF ET PONDSCAPE SOM NATURRESERVAT (BELGIEN)

TOMMELEN, BELGIEN



IDENTITETSKORT

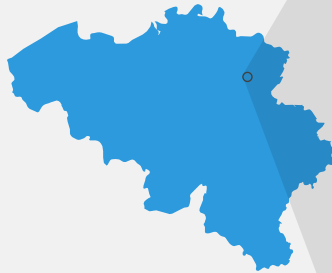
Pondscape-areal: 0.18 km²
144 vandhuller (1.3 ha vandoverflade)

Beskyttet område (f.eks. naturreservat): 95%

Dominerende arealdække:

- Pondscape: ekstensivt græsningsareal med spredt skov
- Omgivende miljø: by

Bioklimatisk zone: Atlantisk



Pondscapet Tommelen blev utilsigtet skabt ved bombing under anden verdenskrig og blev udpeget som naturreservat i 2006. Det ejes af kommunen Hasselt og er blevet forvaltet af naturbeskyttelses-NGO'en Natuurpunt og lokale frivillige siden 1996.

Udpegningen som naturreservat, der dækker ca. 80 % af området, har været afgørende for beskyttelsen af pondscape. Det førte til udviklingen af en forvaltningsplan, der sigter mod bevarelse af biodiversitet og giver adgang til den nødvendige finansiering til bevarelse af pondscape. En del af området er indhegnet for at mindske forstyrrelsen fra besøgende. Udpegningen har også medført anlægning af gangstier for at gøre området mere tilgængeligt for lokalbefolkningen. Tommelen er nu et vigtigt bynært grønt område, der besøges til rekreation og iagttagelse af dyrelivet.

Stedet rummer i dag et usædvanligt artsrigt paddesamfund, herunder stor vandsalamander (*Triturus cristatus*) og den europæiske løvfrø (*Hyla arborea*).



▲
Hyla arborea © Wim Dirckx



© Filip De Clercq



© Filip De Clercq



6.11 MULTIFUNKTIONALITET PÅ PONDSCAPE-NIVEAU

KOMPLEMENTARITET MELLEM VANDHULSTYPER OG FUNKTIONER I ET PONDSCAPE (SCHWEIZ)

RHÔNE GENEVOIS, SCHWEIZ



IDENTITETSKORT

Pondscape-areal: 15 km²
46 vandhuller (13.3 ha vandoverflade)

Dominerende arealdække:
Skov og landbrug

Bioklimatisk zone: Kontinental



Mellem 1970 og 2018 blev der etableret 15 store vandhuller (fra 5.000 m² til 30.000 m²) samt mange mellemstore og små vandhuller i området. Nogle vandhuller blev gravet for at genoprette naturlige levesteder på tidligere udviklet jord, mens andre blev skabt til rekreative formål som svømning og fiskeri. Dette viser de mange roller, som et pondscape, kan spille.

Adskillelse af naturvandhuller fra rekreative vandhuller beskytter biodiversiteten, samtidig med at det leverer mange naturbidrag til mennesker.

Dette er en naturbaseret løsning på landskabsniveau, implementeret gennem en række mindre løsninger. Faciliteter til at regulere besøgende og beskytte naturområder inkluderer gangstier, parkeringspladser, grillsteder, strandområder, hegn, fiskebroer og naturagttagelse. Biodiversiteten fremmes ved at skabe nye levesteder for målarter som tudser og svaler samt genudsætte truede arter som den europæiske sumpskildpadde. Bestande overvåges for at måle succesen, og fugleagttagelse fremmes også flere steder.

Faktorer, der har bidraget til projektets succes, inkluderer:

- Udformning af vandhuller til specifikke formål frem for forsøg på at etablere multifunktionelle vandhuller.
- Implementering af en forvaltningsplan og regulering af besøgsstrømmen.
- Fremmelse af samarbejde mellem lokale myndigheder, NGO'er og private konsulentfirmaer.

Dette pondscape er et godt eksempel på brug af naturbaserede løsninger til at øge biodiversiteten, forbedre menneskers sundhed og afbøde klimaforandringer. Denne type naturbaserede løsning kan potentielt inkluderes i lokale strategier og politikker og vil nyde gavn af økonomiske tilskud. Afhængigt af den lokale geologi kan nogle omkostninger endda opvejes ved at sælge materialer udvundet på stedet (f.eks. grus).



© Beat Oerli



© Adrienne Sordet





7. Yderligere læsning og praktiske ressourcer

Arnaboldi, F., Alban, N., 2007. *La gestion des mares forestières de plaine*. Guide technique de l'Office National des Forêts.

Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., Oertli, B., Teixeira, J., 2024. *Brug af vandhuller og vandhulslandskaber som naturbaserede løsninger: Vejledning til politiske beslutningstagere om brugen af vandhuller og vandhulslandskaber som naturbaserede løsninger til afbødning og tilpasning af klimaændringer*, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR. www.doi.org/10.5281/zenodo.14536134

Biggs, J., Williams, P., 2024. *Ponds, Pools and Puddles*. HarperCollins. New Naturalist Series Volume: 148. 614pp.

Biggs, J., Williams, P., Withfield, M., Fox, G., Nicolet P., 2000. *Ponds, pools and lochans. Guidance on good practice in the management and creation of small waterbodies in Scotland*. SEPA. 78 pp.
https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/ponds_pools_lochans_2000.pdf

Boothby, J. (Ed), 1997. *British Pond Landscape. Action for Protection and Enhancement*. Proceedings of the UK Conference of the Pond Life Project, University College Chester.

Boothby, J. (Ed), 1999. *Ponds & Pond Landscapes of Europe*, Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project, Maastricht.

Brönmark, C, Hansson, L.A, 2000. *The Biology of Lakes and Ponds*. New York, Oxford University Press.

Caramujo, M.J., Cunha, C., de Carvalho, C.C.C.R, Luís, C., 2012. *Presos no Charco – Biodiversidade de crustáceos em charcos temporários*. Universidade de Lisboa.
https://www.researchgate.net/publication/308764368_Presos_no_Charco_Biodiversidade_de_crustaceos_em_charcos_temporarios

Charcos com Vida. *Conservação: Construção e gestão*. (2024). www.charcoscomvida.pt/conservacao

Davidson, T., Levi, Eti E., Bucak, T., Girard, L., Robin, J., 2024. *Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial*. EU Horizon project **PONDERFUL**

Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Demierre, E., Gallinelli, P., Hornung, J., Sordet, A., Vecsernyés, Z., Oertli, B., 2022. *Guide pratique pour l'optimisation des services écosystémiques des plans d'eau urbains*.
<https://campus.hesge.ch/conforto/?p=258>

Dick, J., Carruthers-Jones, J., Carver, S., Dobel, A.J., & Miller, J.D., 2020. *How are nature-based solutions contributing to priority societal challenges surrounding human well-being in the United Kingdom: a systematic map*. Environmental Evidence, Vol. 9, pp. 1–21.
<https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-020-00208-6>

Dumitru, A., Wendling, L. (Eds), 2021. *Evaluating the impact of nature-based solutions – A handbook for practitioners*. European Commission. Luxembourg.
<https://data.europa.eu/doi/10.2777/244577>

Engelhardt, W., 1996. *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unsere Gewässer*. 14 Aufl. Stuttgart: Franckh-Cosmos.

EPCN, 2008. *The Pond Manifesto*.
https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/12/EPCN-manifesto_english.pdf



Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Development of standards for commercialization and 'best practice' design code.** Amphi International Aps.

Freshwater Habitats Trust, 2011. **Pond Creation Toolkit.**

<https://freshwaterhabitats.org.uk/advice-resources/pond-creation-hub/pond-creation-toolkit/>

Frossard, P.-A., Oertli, B., 2015. **Manuel de gestion. Recommandations pour la gestion des mares urbaines pour favoriser la biodiversité.** Hepia, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland.

https://www.researchgate.net/publication/280935771_Manuel_de_gestion_Recommandations_pour_la_gestion_des_mares_urbaines_pour_favoriser_la_biodiversite

Glandt, D., 2006. **Praktische Kleingewässerkunde.** Laurenti-Verlag, Bielefeld.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 1 – Issues relating to conservation, functioning and management.** Tour du Valat, France.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 2 – Species information sheets.** Tour du Valat, France.

Herteman, M., Norden, M., Vandersarren, G., 2023. **Guide Technique de Restauration et Entretien des Mares des Antilles. Rema Project.**

<https://www.uicn-fr-ressources.fr/rema/guide-technique-rem-2023.pdf>

Hoffman R.L., Tyler T.J., Larson G.L., Adams M.J., Wente W., Galvan S., 2005. **Sampling protocol for monitoring abiotic and biotic characteristics of mountain ponds and lakes:** U.S. Geological Survey Techniques and Methods.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/USGS_sampling_protocol_2005.pdf

IGB, 2023. **Small standing water bodies as biodiversity hotspots – particularly valuable, but highly endangered. Options for action, protection and restoration.** IGB Dossier, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin.

https://www.igb-berlin.de/sites/default/files/media-files/download-files/IGB_Dossier_Small_standing_water_bodies_2023.pdf

IUCN, 2020. **IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A User-friendly Framework for the Verification, Design and Scaling up of NbS.** IUCN. Gland, Switzerland.

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>

Lefevre, J.C. (Dir.), 2010. **Carrières, biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes.** Buchet-Chastel, Ecologie.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/carrieres_bio_2010.pdf

LIFE Charcos, 2018. **Temporary Ponds: a natural habitat to be protected!**

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/863/anexos/en.pdf>

Macan TT., 1973. **Ponds and Lakes.** Crane, Russak & Company, Inc. New York.

Oertli, B., Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Camponovo, R., Demierre, E., Gallinelli, P., Sordet, A., & Vecsernyés, Z., 2023. **Etangs urbains. Un nouveau guide permet d'optimiser leurs multiples services écosystémiques.** Aqua & Gas, 9, 26-32.

Oertli, B., Frossard, P.-A., 2013. **Les mares et étangs: écologie, conservation, gestion, valorisation.** Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne. 480 pp.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/livre_mares_etangs.pdf

Oertli, B., Sordet, A., Bartrons, M., Beklioglu, M., Benejam, L., Biggs, J., Boissezon, A., Hornung, J., Lago, M., Lemmens, P., Meerhoff, M., Mehner, T., Nicolet, P., Quintana, X., Rasmussen, M., Robin, J., Williams, P., Brucet, S., 2024. **Nature-based Solutions using Ponds and Pondscapes: 16 leaflets** (English and local languages) presenting the **PONDERFUL** Demonstration Sites (DEMO-sites). <https://zenodo.org/records/12160725>



O'Rourke, A., Loughran, F. (Eds.), 2024. **The Irish Pond Manual: A Guide to the Creation and Management of Ponds.** An Taisce.

<https://www.antaisce.org/Handlers/Download.ashx?IDMF=01f01b3a-a3fd-4a51-822b-8fa991ad75fd>

Pedroso, N.M., Almeida, E., Pinto-Cruz, C. (Eds.), 2018. **Manual de boas práticas para a conservação dos charcos temporários mediterrânicos.** Life Charcos. 28pp.

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/866/anexos/charcosguiadeboaspraticas2018compressed.pdf>

Pinto-Cruz, C. (Ed.), 2018. **Guia Ilustrado dos Charcos Temporários Mediterrânicos da Costa Sudoeste**

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/865/anexos/guiadasespecieslifecharcosweb.pdf>

Pinto-Cruz C., Silva V., Pedroso N.M. (Ed.), 2012. **Charcos Temporários do Sul de Portugal.** Cátedra Rui Nabeiro Biodiversidade, Universidade de Évora.

https://www.researchgate.net/publication/233809606_Charcos_Temporarios_do_Sul_de_Portugal

PONDERFUL Project. (2023, May 18). **Betydningen af vandhuller / Exploring the importance of ponds [Video].** YouTube. www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxAX75Getj8SGp4yBo0dchud

PONDERFUL Project. (2024, April 29). **How to create a new pond? [Video].** YouTube.

www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxCdbwlvRtLskyDIollecO9d

Prompt, E., Guillerme, N., 2011. **Les étangs piscicoles, un équilibre dynamique.** ISARA-Lyon et l'Université Lyon, France.

Roth, C., Fuchs, E., Grossenbacher, K., Jungen, H., Klötzli, F., Marrer, H., 1981. **Etangs naturels – Comment les projeter, les aménager, les recréer.** Office fédéral des forêts, Division de la protection de la nature et du paysage, Berne.

Ruiz, E., 2008. **Management of Natura 2000 habitats. 3170 * Mediterranean temporary ponds.** European Commission.

http://votaniki.gr/wp-content/uploads/2018/09/3170_Mediterranean_temporary_ponds.pdf

Sancho, V., Lacomba, I., 2010. **Conservación y Restauración de Puntos de Agua para la Biodiversidad.** Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 168 pp.

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/manual_charcas.pdf

Sayer, C.D., Biggs, J., Greaves, H.M., Williams, P., 2023. **Guide to the restoration, creation and management of ponds.** University College London, London, UK.

https://norfolkponds.org/wp-content/uploads/2023/10/guide_to_restoration_creation_management_ponds.pdf

Sayer, C., Burningham, H., Alderton, E., Axmacher, J., Robinson, P., Greaves, H. Hind, A., 2023. **Bringing lost ponds back to life: the art of ghost pond resurrection.** Conservation Land Management, 21(1), 25-31.

Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'.** Amphi International Aps.

Trintignac, P., Bouin, N., Kerleo, V., Le Berre, M., 2013. **Guide des bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs dans les Pays de la Loire 2004-2013.**

Williams, P., Biggs, J., Whitfield, M., Thorne, A., Bryant, S., Fox, G., Nicolet, P., 1999. **The Pond Book: a guide to the management and creation of ponds.** Freshwater Habitats Trust, Oxford.

Williams, P., Biggs, J., Crowe, A., Murphy, J., Nicolet, P., Weatherby, A., Dunbar, M., 2010. **Countryside Survey. Pond report 2007.**

https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/CountrysideSurveyPondReport_UK_2007.pdf

WWT, 2022. **Creating Urban Wetlands for Wellbeing. A route map.**

<https://www.wwt.org.uk/uploads/documents/2022-06-08/wwt-creating-urban-wetlands-for-wellbeing.pdf>





8. Referencer

- [1] Dumitru, A., Wendling, L. (Eds), 2021. Evaluating the impact of nature-based solutions – A handbook for practitioners. European Commission. Luxembourg. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/244577>
- [2] Biggs, J., Von Fumetti, S. and Kelly-Quinn, M., 2017. The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. *Hydrobiologia* 793, pp.3-39.
- [3] Richardson, D. C., Holgerson, M. A., Farragher, M. J., Hoffman, K. K., King, K. B. S., Alfonso, M. B., Andersen, M. R., Cheruveil, K. S., Coleman, K. A., Farruggia, M. J., Fernandez, R. L., Hondula, K. L., López Moreira Mazacotte, G. A., Paul, K., Peierls, B. L., Rabaey, J. S., Sadro, S., Sánchez, M. L., Smyth, R. L. and Sweetman, J. N., 2022. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific Reports*, 12, 10472.
- [4] Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. and Petersen, T. (Eds), 2022. Living Planet Report 2022 - Building a nature-positive society. WWF, Gland, Switzerland.
- [5] Horton, B.P., Shennan, I., Bradley, S. L., Cahill, N., Kirwan, M., Kopp, R. E. and Shaw, T. A., 2018. Predicting marsh vulnerability to sea-level rise using Holocene relative sea-level data. *Nature Communications*, 9, 1-7.
- [6] de Felipe, M., Aragonés, D. and Díaz-Paniagua, C., 2023. Thirty-four years of Landsat monitoring reveal long-term effects of groundwater abstractions on a World Heritage Site wetland. *Science of the Total Environment*, 880, 163329.
- [7] Eeles, B., 2010. Anthropomorphic rock cut tombs as temporary ponds in the Alt Penedès region of Catalonia, Spain. *European Pond Conservation Network Newsletter*, No. 4, 6-7.
- [8] Aubin, J., Rey-Valette, H., Mathé, S., Wilfart-Monziols, A., Legendre, M., Slembrouck, J., Chia, E., Masson, G., Callier, M., Blancheton, J-P., Tocqueville, A., Caruso, D. and Fontaine, P., 2014. Guide de mise en oeuvre de l'intensification écologique pour les systèmes aquacoles. © Diffusion INRA-Rennes, 131 p. ISBN : 978-2-9547969-1-8
- [9] European Commission, 2023. Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation. Accessed 14 May 2024. <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/56804bb8-ddb9-40c8-8370-1648e2262b80_en?filename=ec_diy-manual-adaptation-climate-change-mission.pdf>
- [10] Cunillera-Montcusí, D., Borthagaray, A. I., Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Tornero, I. and Arim, M., 2021. Meta-community resilience against simulated gradients of wildfire: disturbance intensity and species dispersal ability determine landscape recover capacity. *Ecography*, 44, 1022-1034.
- [11] Naselli-Flores, L., Termine, R. and Barone, R., 2016. Phytoplankton colonization patterns. Is species richness depending on distance among freshwaters and on their connectivity? *Hydrobiologia*, 764, 103-113.
- [12] Natural England and RSPB, 2019. Climate Change Adaptation Manual - Evidence to support nature conservation in a changing climate, 2nd Edition. Natural England, York, UK.
- [13] Fahy, J. C., Demierre, E. and Oertli, B., 2024. Long-term monitoring of water temperature and macroinvertebrates highlights climate change threat to alpine ponds in protected areas. *Biological Conservation*, 290, 110461.
- [14] Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G. Nicolet, P., Sear, D., 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, Volume 115, Issue 2.
- [15] Uisce Éireann (no date). Dunhill wetlands. Accessed 14 May 2024. <<https://www.water.ie/help/wastewater/wetlands/dunhill-wetlands/>>



- [16] Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tiegies, Z. and Chastin, S., 2021. Mechanisms of impact of blue spaces on human health: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2486.
- [17] Smith, N., Georgiou, M., King, A. C., Tiegies, Z., Webb, S. and Chastin, S., 2021. Urban blue spaces and human health: A systematic review and meta-analysis of quantitative studies. *Cities*, 119, 103413.
- [18] CSBI, 2015. A cross-sector guide for implementing the mitigation hierarchy. Prepared by the Biodiversity Consultancy on behalf of IPECA, ICMM and the Equator Principles Association: Cambridge UK.
- [19] Brzeziński, M., Chibowska, P., Zalewski, A., Borowik, T. and Komar, E., 2018. Water vole *Arvicola amphibius* population under the impact of the American mink *Neovison vison*: Are small midfield ponds safe refuges against this invasive predator? *Mammalian Biology*, 93, 182-188.
- [20] Magnus, R. and Rannap, R., 2019. Pond construction for threatened amphibians is an important conservation tool, even in landscapes with extant natural water bodies. *Wetlands Ecology and Management*, 27, 323-341.
- [21] McGoff, E., Dunn, F., Moliner Cachazo, L., Williams, P., Biggs, J., Nicolet, P. and Ewald, N. C., 2017. Finding clean water habitats in urban landscapes: professional researcher vs citizen science approaches. *Science of the Total Environment*, 581-582, 105-116.
- [22] Davidson, T., Levi, E., Bucak, T., Girard, L and Robin, J., 2024. Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial. University of Vic - Central University of Catalonia, Spain
- [23] Gascón, S., Boix, D. and Sala, J., 2009. Are different biodiversity metrics related to the same factors? A case study from Mediterranean wetlands. *Biological Conservation*, 142, 2602–2612.
- [24] Dumitru, A. and Wendling, L. (Eds), 2021. Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners. European Commission. Luxembourg.
- [25] Williams, P., Biggs, J., Stoate, C., Szczur, J., Brown, C. and Bonney, S., 2020. Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments. *Biological Conservation*, 244, 108515.
- [26] Tasker, S. J. L., Foggo, A., Scheers, K., van der Loop, J., Giordano, S and Bilton, D. T., 2024. Nuanced impacts of the invasive aquatic plant *Crassula helmsii* on Northwest European freshwater macroinvertebrate assemblages. *Science of the Total Environment*, 913, 169667.
- [27] European Commission (no date). Invasive alien species. Accessed 14 May 2024. <https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en#implementation>
- [28] European Commission (no date). EASIN - European Alien Species Information Network. Accessed 14 May 2024. <<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>>
- [29] White, K. J., Petrovan, S. O. and Mayes, W. M., 2023. Pollutant accumulation in road mitigation tunnels for amphibians: A multisite comparison on an ignored but important issue. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1133253.
- [30] Poulin, B., Lefebvre, G., Hilaire, S. and Després, L., 2022. Long-term persistence and recycling of *Bacillus thuringiensis israelensis* spores in wetlands sprayed for mosquito control. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243, 114004.
- [31] Sayer, C., Biggs, J., Greaves, H. and Williams, P., 2023. Guide to the restoration, creation and management of ponds. University College London, London, UK.
- [32] Hill, M. J., Wood, P. J., White, J. C., Thornhill, I., Fairchild, W., Williams, P., Nicolet, P. and Biggs, J., 2023. Environmental correlates of aquatic macroinvertebrate diversity in garden ponds: Implications for pond management. *Insect Conservation and Diversity*, 17, 374-385.



- [33] Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'. Amphi International Aps.
- [34] Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Development of standards for commercialization and 'best practice' design code. Amphi International Aps.
- [35] McDonald, H., Seeger, I., Lago, M. and Scholl, L., 2023. Synthesis report on sustainable financing of the establishment of ponds and pondscales. PONDERFUL Project (EU Horizon 2020 GA no. ID869296), Deliverable 1.4.
- [36] Toxopeus, H., Polzin, F., 2021. Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, 289, 112371.
- [37] Ryfisch, S., Seeger, I., McDonald, H., Lago, M. and Blicharska, M., 2023. Opportunities and limitations for nature-based solutions in EU policies - Assessed with a focus on ponds and pondscales. *Land Use Policy*, 135, 106957.





