



# Rikkärrens betydelse och utmaningar

---

*The significance and challenges of rich fens*

Isak Gunnarsson

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för ekologi  
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram Alnarp 2024





# Rikkärrens betydelse och utmaningar

Isak Gunnarsson

**Handledare:** **Mattias Larsson, SLU, Department of Plant Protection Biology**  
**Examinator:** Christine Haaland, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** G2E  
**Kurstitel:** **Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap, G2E**  
**Kurskod:** **EX0844**  
**Program/utbildning:** **Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram**  
**Kursansvarig inst.:**

**Utgivningsort:** **Alnarp**  
**Utgivningsår:** **2024**

**Nyckelord:** Rikkärr, våtmarker, biologisk mångfald, klimatförändringar, hydrologi, eutrofiering, återkolonisering

## **Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för landskapsarkitektur  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

## Sammanfattning

Rikkärr är komplexa ekosystem som i dagens läge är utsatta för många hot som främst har uppstått under de senaste 200 åren till följd av det moderna jordbruket. Med vår tids klimatförändringar har ytterligare hot uppkommit. Detta arbete syftar till att identifiera och utforska metoder för att lösa dessa utmaningar, detta genom en litteraturstudie av artiklar, hemsidor och skötselplaner. Arbetet syftar också till att ge en bild av människans användning av våtmarker innan det moderna jordbruket för att ge en kontext till hur detta har förändrats. Resultatet visar på de negativa konsekvenserna som uppstått i samband med denna utveckling, exempelvis dränering, intensiv gödsling och upphörd hävd.

Arbetet fokuserar på restaureringsmetoder av rikkärr. Restaureringen utgörs främst av fyra delar som är hydrologi, eutrofiering och pH-balans samt återintroduktion av naturliga arter. Slutsatsen är att restaurering är en komplex utmaning där många åtgärder ofta måste kombineras för att återställa och underhålla rikkärrrens funktion. I många fall är det dock nästintill omöjligt att helt återställa till rikkärrrens ursprungliga status. För varje restaureringsprojekt krävs en bedömning eftersom tillvägagångssättet alltid måste vara unikt anpassat.

Genomförda försök att restaurera rikkärr har gett blandade resultat. Många av dessa restaureringstekniker kan vara effektiva, men kan också leda till problem om man inte har en helhetsbild av de fyra delarna. Återställning av hydrologin kan ge negativa konsekvenser om kärret även är utsatt för eutrofiering, vilket kommer leda till att fosfor ackumuleras torven och kan transporteras vidare med vattnet till andra kärr.

I ett av försöken som tas upp med fosforavskiljning som metod märktes de första åren ett bra resultat med minskade fosforvärden, men som sedan blev tre gånger högre i ytskiktet jämfört med innan försöket påbörjades. Ett annat fall när man kalkade ett rikkärr för att höja pH-värdet ökade även halterna ammonium och fosfor, vilket inte var förväntat resultat. Detta tyder på att det finns forskningsluckor och ett stort behov av ytterligare forskning samt samarbeten mellan olika forskningsområden, vilket krävs för att utveckla hållbara lösningar för att skydda dessa viktiga ekosystem för framtiden.

*Nyckelord:* våtmarker, rikkärr, biologisk mångfald, klimatförändringar, hydrologi, eutrofiering, återkolonisering

## Abstract

Rich fens are complex ecosystems that now are exposed to many threats, primarily that came about over the last 200 years due to modern agriculture. With the climate changes today, additional threats have arisen. This work aims to identify and explore methods to solve these challenges through a literature study of articles, websites, and management plans. The work also aims to give a picture of human utilization of wetlands before modern agriculture to give context on how this has changed. The results show the negative consequences that have arisen in relation with this development, such as drainage, intensive fertilization, and ceased traditional management.

The work focuses on restoration methods of rich fens. The restoration mainly consists of four parts: hydrology, eutrophication and pH balance, and the reintroduction of native species. The conclusion is that restoration is a complex challenge that often requires many combined measures for restoring and maintaining the function of rich fens. However, in many cases, it is almost impossible to fully restore these habitats to their original status. Each restoration project requires an assessment as the approach must always be uniquely adapted.

Attempts to restore rich fens have produced mixed results. Many of these restoration techniques can be effective but can also lead to problems if one does not have an overall understanding of the four parts. For example, restoring hydrology can have negative consequences if the fen is also subject to eutrophication, which will lead to the accumulation of phosphorus in the peat and can be transported with the water to other fens.

In one of the experiments that involved phosphorus separation as a method, the first few years gave good results with reduced phosphorus levels, but then it showed three times higher levels of phosphorus in the surface layer compared to before the experiment began. Another case where lime was used to raise the pH level in a rich fen, this also resulted in increased levels of ammonium and phosphorus, which was not the expected result. These examples indicate that there are research gaps and a great need for further research and collaborations between different research areas, which are required to develop sustainable solutions to protect these important ecosystems for the future.

*Keywords* Wetlands, Rich fens, Biodiversity, Climate change, Hydrology, Eutrophication, Recolonization

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Syfte, frågeställning och avgränsningar</b> .....	<b>11</b>
2.1. Syfte.....	11
2.2. Frågeställning .....	11
2.3. Avgränsningar .....	12
<b>3. Metod och material</b> .....	<b>14</b>
<b>4. Resultat</b> .....	<b>15</b>
4.1. Rikkärrens definition, kemi och hydrologi.....	15
4.1.1. Hydrologi.....	17
4.1.2. Aeroba och anaeroba reaktioner .....	18
4.2. Rikkärssarter, geografisk utbredning och ekosystemtjänster .....	18
4.2.1. Brunmossor.....	19
4.2.2. Kärlväxter i rikkärr .....	19
4.2.3. Geografisk utbredning av rikkärr i Sverige .....	21
4.2.4. Ekosystemtjänster.....	22
4.3. Historia i Sverige och det moderna jordbruket .....	23
4.3.1. Moderna jordbruket.....	24
4.4. Klimatförändringar .....	25
4.4.1. Succession.....	26
4.5. Restaurering .....	28
4.5.1. Restaurering av hydrologisk och buffertsystem.....	28
4.5.2. Exempel på restaurering av hydrologin .....	29
4.5.3. Eutrofiering.....	30
4.6. Växtpopulationer återkolonisering .....	32
4.6.1. Habitatfragmentering .....	32
4.6.2. Några exempel på lyckade försök av återintroduktion.....	34
4.7. Pågående skötsel .....	34
4.7.1. Sularpskärret.....	35
4.7.2. Björnekullakärret .....	37

4.8.	Skyddsåtgärder .....	38
4.8.1.	Våtmarksinventeringen (VMI) .....	38
4.8.2.	Natura 2000 .....	39
4.8.3.	Ramsarkonventionen eller våtmarkskonventionen .....	39
4.8.4.	Myrskyddsplanen (MSP).....	40
<b>5.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>41</b>
5.1.	Kemi.....	41
5.2.	Hävd och jordbrukshistoria .....	42
5.3.	Restaurering .....	42
5.4.	Klimatförändringar .....	44
5.5.	Problemen med skyddsåtgärderna .....	44
5.6.	Pålitlig information .....	45
5.7.	Forskningsluckor .....	46
<b>6.</b>	<b>Slutsats.....</b>	<b>47</b>



# 1. Introduktion

Detta arbete kommer att fokusera på rikkärr som är en typ av våtmark. Våtmarkerna har en central roll i att upprätthålla ekologisk balans och stödja biologisk mångfald. Bevarande och återställande av våtmarker är därför extremt viktigt i dagens läge för att säkerställa en hållbar framtid.

Rikkärr skiljer sig från andra våtmarker på grund av deras mineralrika grundvatten (från kalkrik berggrund) som har höga nivåer av basiskakationer (främst kalcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) men också magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )) vilket leder till ett nästan neutralt pH-värde (mellan 6 och 8) (Dahlqvist et al. 2018). Detta möjliggör en större biologisk mångfald jämfört med fattigkärr, som inte har mineralrikt grundvatten (Regional Miljöövervakning 2024). Rikkärrens unika ekosystem erbjuder livsmiljöer för många specialiserade växt- och djurarter och spelar en viktig roll i landskapets hydrologi genom att agera som naturliga vattenfilter och buffertsystem. Dessa våtmarker spelar även en viktig roll i den globala och lokala miljön genom att agera som kolsänkor (Regional Miljöövervakning 2024).

Rikkärr har varit en viktig källa till resurser för människan genom historien såsom foder, betesmarker, fiske, transport och byggnadsmaterial i form av bladvass (Wildlife Trust for Bedfordshire, Cambridgeshire and Northamptonshire 2024). Rikkärrens unika ekosystem erbjuder livsmiljöer för många pollinerare, specialiserade växt- och djurarter och spelar en viktig roll i landskapets hydrologi genom att agera som naturliga vattenfilter, buffertsystem och vattenreservoarer i landskapet (Regional Miljöövervakning 2024). En av de viktigaste funktionerna är kärrens förmåga att binda kol och fungera som kolsänkor. Denna kolbindande

effekt gör dem till en kritisk del i arbetet för att uppnå långsiktiga miljömål (Regional Miljöövervakning 2024).

Rikkärr är känsliga ekosystem som står inför flera historiska och framtida hot (Sundberg 2006). Historiskt har det moderna jord- och skogsbruket haft negativa konsekvenser genom dränering, intensiv gödsling och upphörd hävd som negativt påverkat utbredningen. Nu står rikkärr inför nya hot kopplade till klimatförändringarna, som kommer leda till förändrade temperaturer och nederbördsmonster vilket förväntas leda till negativa konsekvenser för rikkärr och deras förmåga att bidra med ekosystemtjänster som exempelvis vattenrening, kolbindning och biologisk mångfald (Sundberg 2006).

Nu när klimatförändringarna accelererar och mänsklig aktivitet fortsätter att forma landskapet, finns det ett behov att förstå och skydda unika ekosystem som rikkärr som har minskat drastiskt.

## 2. Syfte, frågeställning och avgränsningar

### 2.1. Syfte

Syftet med den här uppsatsen är att utforska effektiva metoder för att lösa de utmaningar och hot som rikkärr står inför. Uppsatsen undersöker frågor kring hur man kan återställa, skydda och bevara dessa ekosystem. Genom att titta på skötselplaner för rikkärr samt studier med data vill jag undersöka vad olika restaureringstekniker har fått för resultat samt vilka som är mest effektiva. Fokus ligger på klimatförändringar och modern mänsklig aktivitet som är centrala hot mot rikkärr. Både historiska och framtida hot undersöks och utifrån det identifieras hållbara åtgärder för att skydda, bevara och restaurera dessa ekosystem.

Med arbetet vill jag också förstå och identifiera hoten som rikkärr och dess arter är utsatta för samt konsekvenser av klimatförändringar och intensivt jordbruk. Med hjälp av insikter från olika forskningsområden hoppas jag att i detta arbete ge information om det bevarandearbete som görs och vilka svårigheter dessa metoder är kopplade till.

### 2.2. Frågeställning

Denna studie undersöker hur klimatförändringarna och mänsklig aktivitet påverkar den biologiska mångfalden och ekosystemtjänsterna i rikkärr, och vilka anpassnings- och förvaltningsstrategier som kan användas och utvecklas för att skydda dessa våtmarker.

Vad innebär begreppet rikkärr och hur skiljer sig dessa kärr från andra typer av våtmarker i sin förmåga att stödja unika arter?

Hur påverkar klimatförändringarna, genom ökade medeltemperaturer och förändrade nederbördsmonster, förekomsten av bladmossor och kärlväxter i rikkärr? Vilken roll spelar förändrade vattennivåer och pH-värden, som en följd av detta, för rikkärrens ekosystem och deras förmåga att upprätthålla biodiversitet och ekosystemtjänster?

Hur har människans användning av våtmarker förändrats genom historien, och vilka är de viktigaste drivkrafterna och konsekvenserna av dessa förändringar för ekosystemen och deras biologiska mångfald?

Hur påverkar dränering samt eutrofiering som följd av jordbruket, rikkärrens biodiversitet och ekosystemtjänster?

Vilka restaureringsåtgärder kan användas för att effektivt återställa av rikkärrsekosystem?

## 2.3. Avgränsningar

Avgränsningen att fokusera på rikkärr är gjord på grund av deras biologiska mångfald och en stark koppling till människans hävd historia i Sverige. Den biologiska mångfalden i arbetet kommer att vinklas in på olika specialiserade växtarter såsom brunmossor och kärlväxter eftersom de är känsliga för olika miljöförändringar och är grunden för att den övriga biologiska mångfalden ska kunna fungera.

Gällande restaureringsarbetet kommer fokus vara på både kemiska, fysiska och biologiska aspekter för att återställa funktionen, men kommer inte att gå in på den

ekonomiska eller lagstiftande aspekten. De problem som kommer att tas upp kopplat till rikkärr kommer främst att vara sammankopplade till dränering, eutrofiering, försurning och klimatförändringar. Andra aspekter, såsom urbanisering eller industriell utsläpp, kommer att nämnas men inte utforskas i detalj.

### 3. Metod och material

Arbetet är en litteraturstudie där källor som undersöks innefattar skötselplan i rikkärr samt databaser som Web of Science, ResearchGate, Scopus och SLU-bibliotekens Primo. Annat material som använts är information från Naturvårdsverkets och Regional Miljöövervaknings hemsidor. Eftersom jag vill undersöka rikkärrs funktion och restaureringstekniker kan jag få en omfattande bild genom att använda mig av detta material, och metoden lämpar sig därför väl för min studie.

## 4. Resultat

### 4.1. Rikkärrens definition, kemi och hydrologi

Det som skiljer rikkärr från fattigkärr är högre nivåer av basiska katjoner såsom kalcium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) och kalium (K) (Lamers et al. 2015). Rikkärr är beroende av mineralrikt grundvatten (som har höga halter av basiska katjoner främst kalcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) men också magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )) med ett neutralt pH (pH 6–8), som har passerat lättvittrad berggrund eller kalkrika jordavlagringar (Hansson & Gunnarsson 2022, s. 8). Trots att de är mineralrika, har rikkärr dålig tillgång på växttillgängligt kväve och fosfor, vilket begränsar tillväxten (Hansson & Gunnarsson 2022, s. 8). Rikkärrens högre pH-värde leder till att de är effektiva buffertsystem i landskapet (Lamers et al. 2015).

De olika definitionerna för kärr kopplat till pH-värden och kalciumkoncentration ( $\text{Ca}^{2+}$ ) i olika myrtyper (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Data visar en tydlig gradient från mer basiska och kalkrika myrar till mer sura och kalkfattiga miljöer (Sjörs & Gunnarsson, 2002).

**Extremrikkärr** har de högsta pH-värdena, i genomsnitt 7,4, med en variation från 6,2 till 8,6 (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Kalciumkoncentrationen här är också den högsta bland de undersökta myrtyperna, med ett genomsnitt på 49,8 mg/l och en variation från 18 till 108 mg/l. Detta indikerar en mycket basisk miljö som är rik på kalcium (Sjörs & Gunnarsson, 2002).

**Medelrikkärr** visar lägre pH-värden, med ett genomsnitt på 6,5 och en spridning från 5,4 till 7,9 (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Kalciumkoncentrationen minskar även här, med ett genomsnitt på 18,2 mg/l och en variation från 2 till 60 mg/l, vilket pekar på en mindre basisk miljö jämfört med extremrikkärr (Sjörs & Gunnarsson, 2002).

**Intermediära kärr** har ännu lägre pH-värden, i genomsnitt 6,0, med variation från 4,6 till 7,2 (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Kalciumkoncentrationen här är 7,1 mg/l i genomsnitt, med en spridning från 0,8 till 38 mg/l, vilket indikerar en övergångsmiljö mellan rikkärr och fattigkärr (Sjörs & Gunnarsson, 2002).

**Medelfattigkärr** presenterar ett genomsnittligt pH-värde på 5,5, med en spridning från 4,4 till 6,9 (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Kalciumkoncentrationen är ännu lägre, med ett genomsnitt på 3,2 mg/l och en variation från 1,7 till 6,4 mg/l, vilket tyder på en surare miljö med lägre kalciuminnehåll (Sjörs & Gunnarsson, 2002).

**Extremfattigkärr** har de lägsta pH-värdena bland de undersökta myrtyperna, med ett genomsnitt på 4,5 och en variation från 3,6 till 6,1 (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Kalciumkoncentrationen här är i genomsnitt 1,5 mg/l, med en spridning från 0,46 till 4,8 mg/l, vilket indikerar en mycket sur miljö med mycket låg kalciumhalt (Sjörs & Gunnarsson, 2002).

Mosse, som representerar den mest sura miljön bland dessa myrtyper, har ett genomsnittligt pH-värde på 3,9, med en spridning från 3,4 till 5,1 (Sjörs & Gunnarsson, 2002). Kalciumkoncentrationen är den lägsta, med ett genomsnitt på endast 0,5 mg/l och en variation från 0,18 till 1,9 mg/l, vilket tydligt visar på en extremt sur och kalciumfattig miljö (Sjörs & Gunnarsson, 2002).



### 4.1.1. Hydrologi

Torvmarker innehåller 10% av jordens sötvatten, och spelar därför en betydande roll i den globala hydrologin i form av vattenreservoarer (Ramboll 2019). Vattenkvaliteten och vattenmängden i ett rikkärr bestäms till främst av nederbörd samt av grund- och ytvatten som når kärret genom vattenflöden högre upp i landet (Vitt et al. 2022). Det krävs en minimal nederbörd på 600 mm per år för att rikkärrs ska kunna upprätthålla sin hydrologiska funktion men det varierar mellan olika områden hur mycket som krävs beroende på olika mängder annan vattentillförseln (Jiménez-Alfaro et al. 2023). För att upprätthålla en tillräcklig vattennivå måste vattentillförseln vara tillräcklig för att kompensera för förluster genom avrinning, avdunstning och transpiration (Lamers et al. 2015). Denna hydrologiska balans styrs av både inflöde och utflöde, och förändringar i någon av dessa kan leda till förändrade hydroperioder eller ökad översvämning. Förmågan hos rikkärr att fungera som buffertsystem är kopplat till grundvattennivån, området måste bli översvämmat under perioder på året så det kalkrika vattnet når upp till det översta torvlagret (Lamers et al. 2015).

Om mängden torv som bildas genom ackumulation av organiskt material är större än vad det minerotrofa vattenskiktet kan stödja med näring och mineraler kan detta leda till en minskning av tillförseln av viktiga mineraler och joner till det översta torvlagret (Lamers et al. 2015). Detta påverkar dess förmåga att fungera som en effektiv buffert mot inkommande regnvatten. Denna process gör att rikkärr kan få ett lägre pH-värde med tiden (Lamers et al. 2015).

#### 4.1.2. Aeroba och anaeroba reaktioner

Det sker en reduktion av järn i anaeroba (syrefattiga) miljöer där kemoautotrofa mikroorganismer får energi från att omvandla Fe(III) till den reducerade formen Fe(II) (Zak et al. 2010). Detta oxidations tillståndet för järn Fe(II) kan inte binda fosfor lika effektivt som Fe(III) denna process sker ofta i våtmarker eftersom de är syrefattiga och leder till att fosfor lättare frigörs och ackumuleras i porvattnet och ytvattnet. Detta gör våtmarker känsliga för överskott av fosfor (Zak et al. 2010). Denna process kan ha direkt påverkan på torvbildningen i våtmarker där dött organiskt material inte kan bryts ner på grund av anaeroba förhållanden, ackumuleringen av detta växtmaterial bildar torv över tid (Lamers et al. 2015). När torven torkas ut leder det alltid till ökad produktion av H<sup>+</sup> på grund av aeroba oxidationsreaktioner inklusive nitrifikation, järnoxidation och svaveloxidation (Lamers et al. 2015).

#### 4.2. Rikkärrssarter, geografisk utbredning och ekosystemtjänster

Rikkärr namngavs på 1940-talet på grund av sin rikedom på arter (Hansson & Gunnarsson 2022). Begreppet användes för att särskilja dem från de vanligare och artfattigare fattigkärren. Rikkärr är kända för sin biologiska mångfald, inklusive orkidéer, mossor och landlevande mollusker (Hansson & Gunnarsson 2022).

Cirka 60 arter bland kärlväxterna anses vara specialiserade på rikkärr och förekommer främst i dessa miljöer (Sundberg 2006). Det finns även 65 arter generalister inom kärlväxter som växer i rikkärr. Av de ungefär 1100 mossarter som finns i Sverige, är cirka 40 arter specialiserade på rikkärr medan ytterligare 50 arter betraktas som generalister inom rikkärrsmiljöer. När det gäller landmollusker, av Sveriges totalt 120 arter, återfinns omkring 60 arter i rikkärr, med tolv av dessa som specialister för just rikkärr. Bland storsvampar identifieras åtminstone åtta arter som specialister på rikkärr, och sju av dessa arter är upptagna på rödlistan. Det inkluderar två arter av röksvampar, sumpäggsvamp (*Bovista*

paludosa) och kärröksvamp (*Lycoperdon caudatum*). Rikkärren har ofta en låg andel av introducerade arter (Sundberg 2006).

#### 4.2.1. Brunmossor

Brunmossor, särskilt arter från växtfamiljerna Amblystegiaceae och Calliergonaceae, utgör grunden för rikkärrens biologiska mångfald; eftersom de växer horisontellt på ett krypande sätt bildar de en typ av "matta" som täcker marken (Singh et al., 2021). Dessa "mossmattor" skapar en miljö som skyddar mot miljöförhållanden och gynnar frögroning och de unga plantornas överlevnad hos många hotade arter. Dessa mikrohabitat som bildas skapar en diversitet genom att de skapar många olika nischer för specialiserade arter vilket leder till minskad konkurrens. Brunmossan har en hög vattenhållande kapacitet vilket kan göra vatten tillgängligt även under torrperioder. De kan även absorbera näringsämnen i sin struktur vilket kan skydda mot övergödning, de har även möjlighet att fördröja frigörandet av näringsämnen vilket leder till en mer balanserad näringscykel (Singh et al., 2021).

#### 4.2.2. Kärlväxter i rikkärr

För att ge en inblick i växtligheten i rikkärr följer här en kort genomgång av några kärlväxter. Artsammansättningen av kärlväxter i rikkärr skiljer sig mellan olika regioner i landet (Naturvårdsverket 2014). Andra faktorer som bidrar till denna variation inkluderar källvattensflöde, översvämningsperioder och tillgång på mineraler (Hansson & Gunnarsson 2022). Rikkärr har många unika kärlväxter, av dessa är orkidéer (*Orchidaceae*) de mest uppseendeväckande. Några exempel på dessa orkidéer är ängsnycklar (*Dactylorhiza incarnata*), kärrknipprot (*Epipactis palustris*), Guckusko (*Cypripedium calceolus*), Gulyxne (*Liparis loeselii*), Flugblomster (*Ophrys insectifera*), Brudsporre (*Gymnadenia conopsea*) och Sumpnycklar (*Dactylorhiza traunsteineri*). Det finns även många specialiserade rikkärrsarter inom starrsläktet (*Carex*) och även från andra släkten och familjer exempelvis glansstarr (*Carex saxatilis*), loppstarr (*Carex pulicaris*), svedstarr (*Carex atrofusca*) och gullbräcka (*Saxifraga aizoides*) (Hansson & Gunnarsson 2022).



Figur 1. "*Dactylorhiza incarnata*" av Ivar Leidus (CC BY-SA 3.0)



Figur 2. "*Epipactis palustris*" av Ivar Leidus (CC BY-SA 3.0)



Figur 3. "*Ophrys insectifera*" av Ivar Leidus (CC BY-SA 4.0)



Figur 4. "*Cypripedium calceolus*" av Lotte76 (CC BY-SA 4.0)

#### 4.2.3. Geografisk utbredning av rikkärr i Sverige

Rikkärr är bara mellan två till tre procent av den totala ytan av myrar i Sverige (Sundberg 2006). Man räknar med att det finns 100 000-150 000 hektar. Rikkärr förekommer i hela Sverige men är beroende av områden med kalkrik jord eller där kalkhaltiga sediment har lämnats kvar från istiden. De områden i Sverige som har den största utbredningen av rikkärr är Jämtlands fjällregion, Norrbotten, Uppland, sydöstra Gästrikland, Gotland, Öland, Östergötland, Västergötland och Skåne. Sedan 1800-talet har rikkärren genomgått stora förändringar, främst på grund av att en betydande del användes som slåtterängar samt betesmark. Faktorer som dränering, odlingsåtgärder, upphörd skötsel, eutrofiering, acidifiering samt torrare somrar i södra delen av Sverige har spelat en stor roll i denna omvandling. Även rikkärr som inte är dikade växer igen eftersom det inte pågår någon slåtter eller skötsel längre, detta beror på att grundvattennivån har sjunkit och näringsämnen i grundvattnet har ökat. Därför är många rikkärr idag beroende av hävd för att upprätthålla en hög biologisk mångfald. Enligt den nationella

våtmarksinventeringen (VMI) är två tredjedelar av de "högklassade" rikkärren påverkade av dikning (Sundberg 2006).

#### 4.2.4. Ekosystemtjänster

Rikkärr erbjuder många ekosystemtjänster, till exempel vattenrening, vattenreglering och kolbindning (Lamers et al. 2015). Dessa funktioner är viktiga för lagring av näringsämnen. Kolbindning har en positiv effekt på klimatförändringarna och vattenrening och vattenreglering bidrar till en viktig vattenkälla i landskapet (Lamers et al. 2015). Totalt täcks ungefär 4 miljoner kvadratkilometer av jorden av torvmarker som har ett torvlager på 30 cm eller mer detta är ungefär 3% av jordens landytan och lagrar mer än 30% av hela jordens C lager (kol) som är 400–550 Pg (gigaton) (Ramboll 2019). Det uppskattas att ytterligare 5–10 miljoner kvadratkilometer av torvmark finns med ett torvlager som är mindre än 30 cm tjockt, främst i permafrostområden. Torvmarker innehåller 10% av jordens sötvatten, och spelar därför en betydande roll i den globala hydrologin. Det är även ekosystem som är hem till många specialiserade arter för just denna miljö och som hotas att försvinna ifall dessa miljöer gör det (Ramboll 2019).

Rikkärr som inte dränerats av människan har möjlighet att absorbera stora mängder vatten (Hansson & Gunnarsson 2022). Detta fungerar som ett skydd mot översvämningar vid plötsliga regnfall och höga vattenflöden. De kan även verka i syfte att lagra vatten som kan vara användbara vid torkperioder vilket användes exempelvis sommaren 2018 när det var problem med vattentillgångar (Hansson & Gunnarsson 2022).

Det finns även kulturella ekosystemtjänster som friluftsliv, vilket bidrar till hälsofrämjande (Lamers et al. 2015). Det kulturhistoriska landskapet blir mer enformigt och förlorar sina värden när dessa ekosystem försvinner. Utbildning om rikkärrens betydelse och degradering minskar, liksom möjligheten att bevara arkeologiska och paleontologiska spår i torv (Lamers et al. 2015).

### 4.3. Historia i Sverige och det moderna jordbruket

Boplatser från den tidiga stenåldern i Sverige återfinns ofta nära vattenkällor (sjöar, floder och kustlinjer) och våtmarker för att utnyttja det rena dricksvattnet, transportmöjligheter, samt möjligheter till jakt, fiske och växtlighet (Kjellsson et al. 2005). Efterhand när människan började föda upp boskap och hålla dem i stall under vintern, ökade våtmarkernas betydelse ytterligare. Under århundraden har en betydande del av våtmarkerna använts för att skörda gräs för att producera hö till djuren, och även betesmark för djuren. För detta var rikkärren troligen extra eftertraktade med sin högre produktion av växtlighet. Dessa områden berikades regelbundet med näringsrikt sediment från översvämningar, vilket säkerställde en stor skörd av hö även under torra perioder. Efter höskörden på senare delen av sommaren brukade man låta djuren beta på dessa marker resten av året (Kjellsson et al. 2005).

Historiskt sett har de flesta av Sveriges rikkärr i befolkade områden använts för slåtter (Kjellsson et al. 2005). I vissa fall kunde tillgången på kärr vara avgörande för om området kunde bebos av människor eller inte (Sundberg 2006). Man slutade med slåtter i södra Sverige under tidigt 1900-tal. I Norrland fortsatte dock slåtterarbetet under en längre period, och ända fram till 1937 var det fortfarande omkring 137 000 hektar mark i Norrbotten där man utförde slåtter. När på året man utförde slåttern varierade mellan olika områden men oftast ganska sent när åkermarkerna var skördade. I kustområdena i Norrbotten och Västerbotten genomfördes skörden av starr och ängsull i övergången mellan juni och juli, före starrens frösättning, medan skörden av fräken, knappsäv, tuvsäv, snip samt kärrrika på örter huvudsakligen ägde rum från och med mitten av augusti (Kjellsson et al. 2005).

Under de senaste 200 åren började de istället gradvis gå över till betesängar för djuren eller dränering av våtmarkerna för att få tillgång till mer odlingsmark (Sundberg 2006). De våtmarker som fortfarande sköts och bevaras är viktiga kulturella och historiska resurser, med en unik flora och fauna som påminner om tidigare tiders landskap och miljöer, och det finns ett kulturellt intresse i att bevara

och restaurera dessa områden. Människans inverkan på våtmarker har varit som mest intensiv och skadlig under de senaste tvåhundra åren. Dränering av våtmarker för jordbruksändamål och skogsbruk är en verksamhet som historiskt sett har börjat ganska sent. Användningen av våtmarker förändrades från att nyttja dem i deras naturliga skick till att förändra dem till helt andra typer av mark. Idag har nästan alla rikkärr lämnats att förfalla, vilket lett till att de har blivit igenväxta områden som inte längre är användbara för jordbruk eller bidrar till biologisk mångfald (Sundberg 2006).

#### 4.3.1. Moderna jordbruket

Jord- och skogsbruket samt urbaniseringen har lett till en stor minskning av våtmarker; runt 50% av våtmarkerna har dränerats på grund av jordbruket och 30% för skogsbruket (Sundberg 2006). Enbart runt 20% av Sveriges inventerade våtmarker är i orört tillstånd medan de andra har blivit dränerade i olika stor grad. Dräneringen förändrar växternas biotopförhållanden, det uppenbara är att vattenförhållandena förändras men detta leder även till övergödning och försurning. Övergödningen beror på att kväve och fosfor frigörs ur torven när den oxideras, vilket resulterar i en ökad tillväxt som gynnar växter som konkurrerar ut den naturliga florans i rikkärren. Ansamlingen av kväve och fosfor beror dels på intensiv gödsling från närliggande jordbruk men också från nederbörden. Mängden svavel och kväve i nedfallet intensifierades under 1800-talets mitt fram till 1900-talets slut. Svavelnedfallet har sin högsta nivå under 1970-talet och har sedan dess minskat till mindre än hälften medan kvävenedfallet fortsatte öka till 1989 men har också minskat kraftigt sedan dess (Sundberg 2006).

I jordbrukslandskapet har de flesta kärr tappat en stor del av sina naturliga ekosystemtjänster, och deras ursprungliga funktioner har ofta ersatts med jordbruk eller urban expansion (Lamers et al. 2015). På en global nivå har 16% av tidigare myrområden försvunnit på grund av mänsklig inverkan. I Nordamerika är siffran 5%, medan Europa har förlorat mer än hälften 52% av sina myrområden. Våtmarker som tidigare hade en bred funktionell mångfald och hög biologisk mångfald har omvandlats till monokulturella jordbruksmarker vilket kräver stora



mängder vatten. Kärr som en gång var system för torvbildning som bidrog till kolbindning visar nu på kolutsöndring. De omvandlade kärrmarkerna har även förlorat sin förmåga att reglera vattenlagring och agera som hydrologiska buffertar landskapen vilket är särskilt problematiskt med tanke på dagens klimatförändringar. Vattenkvaliteten har försämrats, och områden som tidigare fungerade som näringsfällor har blivit källor till näringsämnen, vilket leder till eutrofiering. Biodiversiteten har minskat avsevärt. Dessutom har myrmarkernas förmåga att skydda mot översvämningar minskat (Lamers et al. 2015).

#### 4.4. Klimatförändringar

Mikroklimat och jordmånsfaktorer påverkar biodiversiteten i kärr på olika sätt. Medelårstemperaturen under året har stor påverkan på hur våtmarksekosystem ser ut. Det är extra viktigt under sommaren, även hur mycket nederbörd det är under året spelar roll som nämnts tidigare i uppsatsen.

Klimatförändringar kan påverka ekosystemen genom att det blir varmare och genom en minskad nederbörd (Jiménez-Alfaro et al. 2023). Dock har nivån av årsnederbörden ingen direkt korrelation med biodiversiteten i alla våtmarker på grund av stora skillnader i hydrologin mellan olika kärr. Det som har inverkan är istället de kombinerade hydrologiska egenskaperna i habitatet som till exempel vattenhållande förmåga och vattentillförsel vilket leder till att vissa våtmarker kan vara mer känsliga när det kommer till förändringar i nederbörd än andra. Det finns dock en minimal nederbörd på 600 mm per år som är nödvändig för att rikkärrsekosystem ska fungera och ha kvar sin biodiversitet (Jiménez-Alfaro et al. 2023).

Förekomsten av bladmossor har en stor korrelation med temperaturen, detta kan man se genom att kärr har en högre biologisk mångfald i kallare klimat och områden som inte är kontinentala (Jiménez-Alfaro et al. 2023). Detta beror på att många bladmossors fysiologiska reaktioner påverkas negativt vid höga temperaturer som till exempel cellandningen, upptaget av giftiga joner, sämre

tolerans mot UV-strålning samt tillgängligheten av fri koldioxid (Singh et al., 2021). Det är på grund av detta som kärr i södra Europa har färre arter inom bladmossor även om de övriga lokala förhållanden i kärret skulle tyda på större mångfald. Men samtidigt kan man se ett ökat antal arter inom kärlväxter vid höga sommartemperaturer om vattennivån i kärret också är hög. Kalkrika kärr "rikkärr" som ofta domineras av brunmossor är känsliga för höga vattennivåer, detta visar att den biologiska mångfalden i våtmarker är beroende av att den lokala hydrologin bevaras. Vattnets pH har en stark korrelation med artrikedom när det kommer till kärlväxter men inte lika stor påverkan när det gäller mossor. Det finns stor risk att kärr på norra breddgrader kommer domineras av sphagnum-arter (vitmossor) till följd av varmare temperaturer på grund av klimatförändringar, vilket kommer att leda till förändring från kärr till sura myrmarker (Singh et al., 2021).

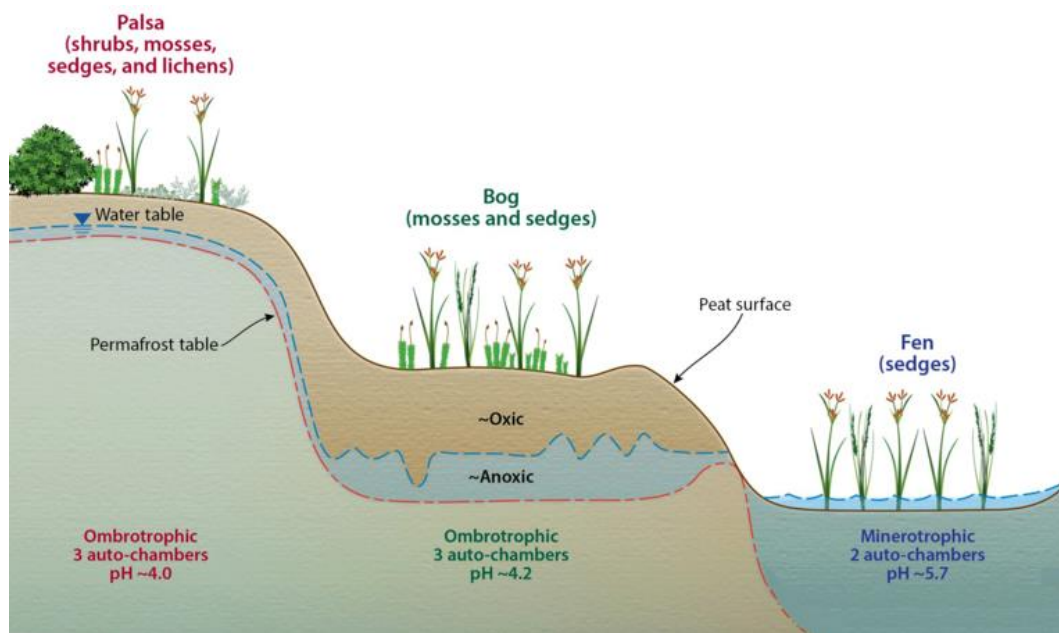
#### 4.4.1. Succession

Successionen i myrlandskap, särskilt från rikkärr till mosse, är en långsam naturlig process som beror på förändringar i mikrotopografi och vegetation (Sundberg, 2004). Denna process börjar ofta i rikkärr, som är rika på näring och har en varierad vegetation, och övergår gradvis till fattiga myrar, som är sura, artfattigare och domineras av olika typer av vitmossor (Sundberg, 2004). Rikkärr har oftast ett tunt torvtäcke och kan vara känsliga för förändringar i torvens tjocklek (Hansson & Gunnarsson 2022). Om torven blir för tjock kan det påverka flödet av mineralrikt vatten till toppskiktet och leder till att kärret blir mindre artrikt (Hansson & Gunnarsson 2022). Denna förändring drivs av expansionen och försurningen från vitmosstuvorna, som gradvis isolerar området från grundvattnet och skapar förhållanden som gynnar vitmossor på bekostnad av brunmossor och annan vegetation mellan tuvorna (Sundberg 2004).

Denna succession tar normalt hundratals år och påverkas av flera faktorer, inklusive källflöden och landhöjning, vilket kan leda till nybildning av rikkärr i vissa områden (Sundberg 2004). Klimatet har också en avgörande inverkan på detta, där ett torrare klimat främjar trädetablering och ett fuktigare klimat kan

orsaka träddöd, vilket påverkar myrarnas utveckling och succession (Sundberg 2004).

Specifikt pekar forskning på att källpåverkade rikkärr i sluttande terräng är bland de mest stabila, men även dessa kan utsättas för förändringar över långa tidsintervall (Sundberg 2004). I områden med landhöjning, som Norduppland och södra Gästrikedkusten, skapas kontinuerligt nya rikkärr som ett resultat av den geologiska processen. Framtidsprognoser med utgångspunkt i klimatförändringarna förväntas ett fortsatt torrt klimat, vilket sannolikt kommer att leda till en ökad successions takt mot myrlandskap som kommer resultera i att rikkärr växer igen, särskilt de som inte sköts (Sundberg 2004).



Figur 5. "Succession" av Chang, K.-Y., Riley, W.J., Crill, P.M., Grant, R.F., Rich, V.I., & Saleska, S.R. (2019). (Tillgänglig under Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International licens)

## 4.5. Restaurering

Det är av vikt att välja mål för ekologisk restaurering baserade på det faktiska området snarare än att förlita sig på historiska data om hur det har sett ut tidigare (Lamers et al. 2015). Detta synsätt framhålls som en väg bort från den tidigare metoden med försök och misstag, mot en mer evidensbaserad strategi inom restaureringen av rikkärr. Denna omorientering understryker vikten av att undvika de besvikelser som ofta uppkommer när historiska data används som grund för restaureringsmål. Innan man börjar med återställningen ska målen vara tydliga, och man ska ha i åtanke att det ofta inte går att återställa alla ekosystemtjänster. Om man till exempel vill återställa kärret som en kolsänka med hög produktion av vegetation, kommer detta ofta leda till lägre biodiversitet (Lamers et al. 2015).

### 4.5.1. Restaurering av hydrologisk och buffertsystem

Restaurering av rikkärr bestäms som tidigare nämnts av startförhållandena (typ av mänsklig störning) och logistiska alternativ (t.ex. för hydrologisk restaurering). Olika typer av störda kärr kan definieras efter: **Typ A: utgrävda kärr och oljesandgropar; Typ B: kraftigt dränerade kärr som används som åkermark; Typ C: mindre kraftigt dränerade kärr med modifierad hydrologi; Typ D: eutrofierade kärr** (Whiteman et al. 2004).

För att uppnå tillräckliga nivåer av vatten i torvmarker måste vattentillförseln (från nederbörd, yt- och grundvatten) vara tillräcklig för att kompensera för förluster genom avrinning, avdunstning och transpiration (Whiteman et al. 2004). Denna hydrologiska balans styrs av både inflöde och utflöde, och förändringar i någon av dessa kan leda till ökad dränering, förändrade hydroperioder eller ökad översvämning. De flesta rikkärrens ursprungliga biogeokemiska och fysiska egenskaper har förändrats, och att enbart återfukta områden kommer endast att leda till högre grundvattennivåer och lägre Co<sub>2</sub>-utsläpp, vilket oftast inte är det enda restaureringsmålet. Alla mer eller mindre orörda rikkärr visar på naturliga variationer i grundvattennivån mellan kärren, och vegetationssamhällena är anpassade till våtare och torrare förhållanden vid olika tider på året. Återställning

av den 'ursprungliga' hydrologin, alltså innan de hydrologiska åtgärderna genomfördes för att omvandla kärr till åkermark, kan vara en stor utmaning. Även att påvisa den hydrologiska effekten av denna vattenförlust på ett våtmarkssystem kan vara en svår uppgift (Whiteman et al. 2004).

Förmågan hos dränerade kärr (Typ B) att motstå försurning genom att höja grundvattennivån beror i hög grad på om området blir översvämmat eller inte (Lamers et al. 2015). Detta är eftersom vattenrörelsen genom torv är långsam på grund av dess begränsade förmåga att leda vatten, vilket innebär att bara höja vattennivån i diken och kanaler, utan att faktiskt översvämma marken, kommer inte att påverka det omgivande kärret och potentiellt endast förbättra den buffrande effekten närmast vattenkällan. Under vinterns översvämningar är det ofta låg infiltration, beroende på nivån av vattenåterföring till området, vilket kan leda till att grundvattnet inte kommer i kontakt med det översta torvlagret. Därför är det utmanande att återskapa de positiva effekterna av tidigare högre grundvattennivåer enbart genom att öka ytvattennivåer. Att höja ytvattnet som en åtgärd ledde till att typ C-kärr fick problem med eutrofiering, samt utslag av giftigt ammonium och sulfid. Dessa höjda ytvattennivåer blockerade flödet av grundvatten i kärret. Att direkt öka grundvattennivån är ett mer effektivt sätt för att förbättra buffertsystemen i dessa miljöer. Det har gjorts försök att återställa bufferteffekten genom att ta bort det översta lagret torv, gräva kanaler eller applicera kalk, detta har gett mycket varierande resultat. Det har visat sig att uttorkade kärr som inte blivit kalkade har blivit väldigt försurade jämfört med de som har blivit kalkade (Lamers et al. 2015). Även om kalkning har visat sig vara initialt effektivt för att motverka försurning, finns resultat som visar att på längre sikt ökade nedbrytningsprocessen med högre halter av ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) och något högre fosfor (P) (Van Diggelen et al. 2015).

#### 4.5.2. Exempel på restaurering av hydrologin

Ett projekt som gjordes vid Uppsala universitet var att restaurera hydrologin i fyra rikkärr 2002 (Sundberg 2006). Kärren var tidigare utsatta för dikning och är belägna i Uppland samt Gästrikland. Dikerna dämades upp med trädämmen och

jord, man utförde även avverkning av träd. Efter detta gjorde årliga inventeringar av växtligheten man kunde se att halvgräs som flaskstarr, gråstarr, hirsstarr, stjärnstarr, trådstarr och ängsull fick en snabb tillväxt (14 gånger så stor population jämfört med innan åtgärderna efter 3 år i ett av kärren) (Sundberg 2006). Brunmossor tar betydligt längre tid att etablera sig. Genom att uppföra dämningar har vattennivån ökat med i snitt 15 centimeter inom ett område på 10 meters radie från diken, vilket också har resulterat i längre perioder av förhöjt vattenstånd. Detta indikerar att det är en utmaning med att öka vattennivån längre bort från diken, eftersom torv och jord närmast dikena har kollapsat. Som en lösning på detta problem rekommenderas att bygga dämmena högre än kanten på diket och förlänga dem längre bort från diket (Sundberg 2006).

### 4.5.3. Eutrofiering

Eftersom många av kärrens näringsammansättning samt vattentillgångar har förändrats till en så stor grad till följd av jordbruket går det inte att återställa dessa marker helt till sitt naturliga stadie (Smolders et al. 2008). Det första steget för att få tillbaka en något fungerande våtmark är att återställa vattennivån, speciellt för Typ B- och C-kärr; ett problem är dock att torven fortfarande innehåller en stor mängd näringsämnen som är svåra att få bort så det går inte enbart att lösa genom att ändra hydrologin i många fall. När man mätt koncentrationer av fosfor på ytvattnet i våtmarker har resultatet varit oförändrat även om det har varit en 50% minskning av fosfortillförseln; detta beror på att det har lagrats stora mängder i torven som kommer till ytan vid översvämningar. I torv är fosfor mycket mindre rörligt vilket leder till att det ackumuleras i det övre torvlagret (Smolders et al. 2008). Denna ansamling i det övre lagret utgör ett stort hinder för återställandet av kärr som tidigare varit jordbruksmarker (Zak et al., 2010).

Nedbrytningstakten av döda växtmaterial i våtmarker och dess konsekvenser är en viktig aspekt i våtmarksekosystemen, särskilt där eutrofiering är utbredd (Smolders et al. 2008). Växtarter som vecketåg (*Juncus effusus*), rörflen (*Phalaris arundinacea*) eller kaveldun (*Typha latifolia*) har en kemisk sammansättning som leder till att deras biomassa bryts ned snabbt. Denna snabba nedbrytning i

kombination med höga näringskoncentrationer är en direkt följd av eutrofiering. Överskott av näringsämnen kan i sin tur ytterligare påskynda nedbrytningsprocessen, vilket skapar en självförstärkande cykel av näringsupptag och nedbrytning. Denna process har direkt påverkan på torvbildningen i våtmarker där dött organiskt material ackumuleras för att bilda torv över tid. Torvbildning är avgörande för koldioxidlagring och bevarande av biologisk mångfald, men den snabba nedbrytningen av organiskt material som dessa arter har motverkar denna process. Istället för att ackumuleras och gradvis omvandlas till torv, bryts det organiska materialet ned för snabbt, vilket förhindrar torvbildningen. Detta innebär att våtmarker, som annars skulle fungera som kolsänkor och bidra till att minska mängden växthusgaser i atmosfären, får motsatt effekt och bidrar med koldioxid till atmosfären (Smolders et al. 2008).

Hydrologiskt restaurerade kärr med höga halter fosfor kommer under vintern när det är låg biologisk aktivitet inte absorbera fosfor (Lamers et al. 2015). Detta leder till att utflöden transporterar fosfor vidare i vattensystemet till andra kärr. Därför avråder man från hydrologisk restaurering av kärr som har hög koncentration av fosfor om man inte också vidtar åtgärder kopplat till hela det hydrologiska nätverket (Lamers et al. 2015).

Om torven innehåller höga koncentrationer av fosfor blir porvatten och vattenkvaliteten alltid negativt påverkade efter hydrologiska åtgärder på grund av fritt fosfor som är ett resultat av mikrobiell Fe-reduktion som nämndes tidigare i uppsatsen. Översvämning i dessa områden kommer alltid att leda till ökade nivåer av fosfor (Zak et al., 2010).

Det går att minska nivåerna av fosfor genom fosforavskiljning där man tillsätter järn (Fe) eller aluminium (Al) salter till vattenförsörjningen eller direkt till ytvattnet (Lamers et al. 2015). När dessa salter tillsätts, reagerar de med fosfater i vattnet och bildar olösliga föreningar som sedan kan avlägsnas från vattnet genom sedimentering eller filtrering. Denna process kan vara effektiv för att minska löst fosfor och förhindra att det blir tillgängligt (Lamers et al. 2015).

Om denna metod används är det viktigt att noga övervaka och kontrollera doseringen för att undvika negativa effekter på vattenkvaliteten eller vattenlevande organismer (Lamers et al. 2015). Överdoserings kan leda till andra miljöproblem, såsom toxiska effekter på akvatiska organismer eller förändringar i sedimentens kemi. Därför kräver dessa metoder noggrann planering, implementering och övervakning för att säkerställa att de är effektiva och miljövänliga (Lamers et al. 2015).

En annan metod som även nämndes i 4.5.1 är att försöka lösa eutrofiering genom att ta bort det översta lagret torv som har högt innehåll av fosfor (Smolders et al. 2008). Det har gjorts försök med dessa två nämnda metoder i kombination, som gav bra resultat under några år. Men resulterade sedan i att fosforvärdena i det översta lagret blev extremt höga tre gånger det ursprungliga värdet innan försöket hade påbörjats (Michielsen et al 2007).

## 4.6. Växtpopulationer återkolonisering

Även om man lyckas genomföra en habitatrestaurering betyder det inte att den tidigare rikkärnsvegetationen kommer återkomma eftersom det kan vara hinder med habitatfragmentering (se 4.6.1 nedan) (Lamers et al. 2015). För att lyckas med åter introduktionen av arter ska man ha uppsatta mål innan man börjar med restaureringen. Bevarandet av kärntyper som redan är artrika bör ges högre prioritet. I fall när naturlig spridning bedöms vara osannolik kan arterna återföras genom frön, sporer, hö, jord och vegetativ förökning. Innan detta genomförs ska man uppskatta hur sannolikt det är att återkoloniseringen kommer lyckas precis som med återställningen av habitatet. Ett problem som har uppkommit är skador på växtmaterialet av vilda djur som måste åtgärdas med nät (Lamers et al. 2015).

### 4.6.1. Habitatfragmentering

Fragmentering inom ekologin innebär processen när naturområden blir uppdelade i mindre fragmenterade och isolerade segment; ofta på grund av mänsklig aktivitet



(jordbruk, vägar, urbanisering) men kan också ske av naturliga händelser (Lamers et al. 2015). Fragmentering leder ofta till mindre och mer sårbara populationer i drabbade ekosystem; i rikkärr leder detta till att återkoloniseringen av naturliga arter kan bli mycket svår eftersom fröspridning inte kan ske över stora avstånd (Lamers et al. 2015). Många av de typiska ovanliga rikkärrens arterna har bara frön som klarar sig upp till 5 år i jorden (Klimkowska et al. 2010); frön från dessa arter är också ofta vindspridda och kan bara färdas några meter per år även om vissa arters frön som ängstistel (*Cirsium dissectum*) kan färdas upp till 100 m (Soons et al. 2005). Detta är för korta avstånd för återkolonisering när ekosystemen ofta är fragmenterade, vilket leder till att manuell spridning av dessa arter är den enda möjligheten (Lamers et al. 2015).

De mest effektiva sätten att introducera växtarter är genom hö, frön eller jord som tagits från andra våtmarker (Kiehl et al. 2010). Som nämnts tidigare kan det krävas att det översta lagret jord eller torv tas bort för att lyckas. Särskilt på marker som är dominerade av konkurrenskraftiga arter som gör återinförande av önskade arter väldigt svårt, metoder som slåtter kan också hjälpa att stoppa detta men om dessa arter har fått för stor utsträckning räcker ofta inte detta (Kiehl et al. 2010).

Ett problem som har studerats med frön från ängsvädd (*Succisa pratensis*) är att små växtpopulationer har reducerad grobarhet som följd av inavelsdepression (Vergeer et al. 2003). Inavelsdepression är något som kan ske inom små populationer. Anledningen är att de har mindre tillgång på varierat genetiskt material. Detta kan leda att skadliga recessiva gener förs vidare i större utsträckning och kan få effekter som minskad fertilitet, sämre överlevnadsförutsättningar och sjukdomar inom populationen (Achrem et al. 2023).

En metaanalys av Miguel-Peñaloza et al. (2023) fann ingen tydlig koppling mellan habitatfragmentering och degradering av växtpopulationernas genetik. De fann däremot en tydlig negativ påverkan kopplat till fröspridningen men inte

pollineringen. Stora skillnader i resultaten mellan de ingående studierna gör det svårt att dra någon slutsats, det behövs fler studier för att utforska detta djupare, särskilt genom att jämföra orörda och störda habitat samt inkludera fler växttyper (Miguel-Peñaloza et al. 2023).

#### 4.6.2. Några exempel på lyckade försök av återintroduktion

I ett projekt att återställa kärr i tidigare utgrävda torvområden i Quebec, visade det sig att användningen av förökningsmaterial såsom frön, rotstammar och bitar av mossa var mycket framgångsrikt för att återinföra florán (Gignac et al., 2004).

Ett annat restaureringsprojekt i Donaumoos, Tyskland lyckades med återkoloniseringen av ett dränerat kärr som använts för intensivt jordbruk i mer än 200 år (Patzelt et al. 2001). Genom att ta bort det översta lagret av näringsrik jord och sedan lägga ett lager hö som samlats in från ett kärr, vilket innehöll fröer av de arter man ville återinföra, lyckades man återinföra 70% av arterna. Höet används även för att skapa en gynnsam miljö för groningen och tillväxt samt bryta frövilan genom temperatur och ljusfluktuationer som krävs för många av dessa arter (Patzelt et al. 2001).

### 4.7. Pågående skötsel

Slätter för bevarande av rikkärr bedrivs på olika sätt och platser i Sverige och Norge (Sundberg 2006). I Norrbottens län används lie, slätterbalk eller slättermaskin på 23 kärr över 416 ha, inklusive rikkärr, med Vasikkavuoma som det största området. Nedan följer några framgångsrika exempel på rikkärr med pågående skötsel i Norden som Sundberg lyfter fram.

En lokal förening (MEJA) sköter återskapandet och skötseln av Vasikkavuoma sedan 1996, delvis finansierat av EU-medel, och har utvecklat en anpassad slättermaskin i samarbete med Dorotea mekaniska AB (Sundberg 2006).

I Sølendet naturreservat i Norge bedrivs slåtter sedan 1976 på 158 ha subalpina rikkärr för att bevara vegetationen, där större delen av området slås vartannat år (Sundberg 2006). Återupptagandet av slåttern krävde omfattande röjning och visade sig gynna vissa växter på bekostnad av andra, med slutsatsen att extensiv slåtter är mest fördelaktig (Sundberg 2006).

I Uppland testades olika skötselmetoder i Dumdals ängar för att omvandla betade eller ohävdade rikkärr till slåttermarker (Sundberg 2006). Experimentet visade att olika skötselmetoder gynnade olika arter, där slåtter generellt var mest fördelaktigt för kärlväxter i rikkärret. Även bortröjning av enbuskar och tall visade positiva effekter på rikkärrsväxternas frekvens och täckning (Sundberg 2006).

I Skåne lyckades man öka antalet blommande plantor av gulyxne genom att lägga igen diken, underhålla med slåtter och sprida ut frön, vilket visar på möjligheten att positivt påverka artdiversiteten genom aktiv skötsel (Sundberg 2006).

#### 4.7.1. Sularpskärret

Sularpskärret är ett rikkärr som ligger en bit utanför Södra Sandby västerut mot Lund (Glad och Petersson 2010). Kärret lyfts fram för att det ofta används i utbildande syfte med typiska rikkärrsarter. Sularpskärret är omgivet av jordbruksmark och en gammal banvall går igenom kärret. Historiskt sett har området främst använts som ängsmark. Under 1900-talet övergick användningen till bete på grund av förändrade jordbruksmetoder, inklusive vallodling och konstgödselanvändning. Sedan 1940-talet har områdets landskap varit öppen betesmark, med få träd och buskar. Hydrologi i kärret har påverkats av banvallen och andra dikningsprojekt men är trots detta fungerande. Den södra delen av naturreservatet räknas som ett Natura 2000-område och ingår även i Sveriges Myrskyddsplan från 2007 eftersom kärret har en unik flora och fauna, vilket också gör det relevant att lyfta. För att uppnå bevarandemålen för naturreservatet krävs kontinuerliga skötselåtgärder. I skötselarbetet ingår regelbunden röjning för att hålla området fritt från sly och oönskade buskar, med undantag för videbuskar

som bevaras till förmån för områdets landmollusker. Dessa buskar klipps periodvis för att förhindra att de växer sig för stora; man vill inte ha en krontäckning som överskrider 1 procent (Glad och Petersson 2010).

Varje år genomförs en sen slåtter mellan augusti och september (Glad och Petersson 2010). Det avklippta höet avlägsnas från området inom två veckor från slåtterdatumet, antingen manuellt eller med hjälp av en fyrhjuling utrustad med en höräfsa. Man utför även förslåtter varje år för att få bort konkurrenskraftiga växter som älgört, nässlor och rosendunört. Detta görs innan blomningen i början av juni, om det krävs kan ett extra slåttertillfälle behövas om det är extra stor tillväxt det året. Dessa arter ska inte täcka mer än 5 procent av den totala arean av skötselområdet. Det är viktigt att ha en hög grundvattennivå för att typiska rikkärsarter ska ha en långsiktig överlevnad samt att vattenkvaliteten i hela området är anpassad för rikkärsarter, vilket innebär att inga näringsämnen eller bekämpningsmedel får tillföras (Glad och Petersson 2010).



Figur 6. "Majviva" av Lindman, C.A.M. (mellan 1917 och 1926). Majviva, *Primula farinosa* L. Bild ur *Nordens Flora*. Stockholm. Tillgänglig i public domain på grund av att upphovsrätten för det ursprungliga konstverket har utgått.

Figur 7. "rikkärr i sverige majviva" av Pereric Corine Bliok (2010) (Tillgänglig under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0.)

#### 4.7.2. Björnekullakärret

Ett av de få rikkärren på Småländska höglandet där skötsel pågår är Björnekullakärret. Det är ett rikkärr på cirka 5 hektar som ligger i Store Mosse Nationalpark (Naturvårdsverket 2015). I detta kärr finns en rad ovanliga växter för området, några av dessa är loppstarr, kärrknipprot, brudsporre, sumpnycklar, ängsnycklar och gräsull. Detta är ett intressant exempel för arterna skiljer sig från övriga nationalparken. Det finns också stora populationer av mossor som är typiska för rikkärr bland dessa arter ingår kärrklomossa (*Scorpidium scorpioides*), späd skorpionmossa (*Scorpidium cossoni*), purpurvitmossa (*Sphagnum warnstorfi*), gyllenmossa (*Tomentypnum nitens*), kalkkammossan (*Ctenidium*

*molluscum*) och svartknoppsmossa (*Catoscopium nigratum*) (Naturvårdsverket 2015).

Enligt skötselplanen för Store Mosses nationalpark utgörs skötselåtgärderna av följande. Det sker oftast årlig slåtter efter målarters blomningstid (Naturvårdsverket 2015, s. 40). Höet avlägsnas sedan från platsen och omlaceras till andra delar av området som har lägre biologiska värden. För att skapa habitat för mollusker i kärret ska dock en del av höet inte tas bort runt buskar. Rövning av sly och buskage görs när det är nödvändigt. Riset från detta förs sedan bort för att brännas där det inte har påverkan på områdets flora. Odlingsdiken både inom och runt området rengörs vid behov för att motverka oönskad växtlighet (Naturvårdsverket 2015, s. 40).

## 4.8. Skyddsåtgärder

### 4.8.1. Våtmarksinventeringen (VMI)

Under 25 år har den nationella våtmarksinventeringen (VMI) kartlagt våtmarker i Sverige som ligger söder om fjällkedjan (Gunnarsson och Löfroth 2009). Med en total inventering av 35 000 våtmarker som täcker en yta på 4,3 miljoner hektar, representerar detta 10 % av Sveriges landareal. Data från inventeringen har även som syfte att användas som grund för beslut inom myndigheter gällande bland annat dränering och avverkning. Av praktiska skäl fokuserade inventeringen på större våtmarker, med olika storlekskriterier i norra och södra Sverige, ursprungligen fastställdes en nedre storleksgräns på 10 hektar för våtmarksinventeringen. När inventeringsarbetet utvidgades till att inkludera Norrland, justerades denna gräns uppåt till 50 hektar (Gunnarsson och Löfroth 2009). Eftersom de flesta rikkärr är små till storlek har många rikkärr inte inventerats i denna undersökning. Alla inventerade områden har analyserats via flygbilder och klassificerats efter deras naturvärde, där 12 % även undersöktes på plats. VMI:s resultat är viktigt för skyddet av våtmarker i Sverige, som används

av länsstyrelser och kommuner, och Naturvårdsverket som koordinator (Sundberg 2004).

#### 4.8.2. Natura 2000

Natura 2000 är ett EU-omfattande nätverk av naturskyddsområden inriktat på att bevara den biologiska mångfalden (Sundberg 2004). Bland de skyddade habitatstyperna finns rikkärr, inom detta nätverk har rikkärr, med habitatkod 7230, en yta på 14 474 hektar spridda över minst 358 objekt i Sverige, vilket motsvarar 17% av den totala kända arealen inom Sverige för denna naturtyp. Dessa områden fördelas ojämnt över landet, med en stor del i södra Sverige och den mest omfattande arealen i Norrland. Det är noterbart att Kronobergs län saknar rikkärr inom Natura 2000, och några län har bara ett eller två sådana områden (Sundberg 2004).

Naturvårdsverket ger följande kriterier för att uppfylla Natura 2000:

“För att ett område ska klassificeras som rikkärr inom Natura 2000, finns specifika kriterier som måste uppfyllas:

- Arealen för rikkärr ska vara minst 1,5 hektar.
- Täta bestånd (mer än 50% täckning) av negativa indikatorarter som blååtåtel, vass, eller älgört, som är större än 100 m<sup>2</sup> per hektar, ska inte förekomma.
- Minst två av de typiska kärlväxarterna ska förekomma i minst 50% av provytorna i fastmattorna, och minst tre av de typiska mossarterna ska finnas i minst 60% av provytorna.” (Naturvårdsverket 2007, s. 2).

#### 4.8.3. Ramsarkonventionen eller våtmarkskonventionen

Ramsarkonventionen är en internationell överenskommelse som syftar till att skydda och hållbart förvalta våtmarker (Naturvårdsverket 2024b). De länder som ingår i konventionen ska ge stöd för forskning och utbildning kring våtmarker och även samarbeta med andra länder i konventionen, alla medlemsländer ska ha minst ett område som är av internationellt värde som benämns ramsarområden. Valet av dessa områden görs kopplat till deras biologiska mångfald, hydrologi och ekosystemtjänster (Naturvårdsverket 2024b).

Sverige har 68 områden klassificerade som ramsarområden, vilka sammanlagt täcker en yta på 665,474 hektar (Naturvårdsverket 2024c). I detta ingår alla typer av våtmarker, inte bara rikkärr. Dessa områden är viktiga och internationellt erkända för deras betydelse kopplat till naturvård och biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2024c).

#### 4.8.4. Myrskyddsplanen (MSP)

Myrskyddsplanen är ett projekt av Naturvårdsverket och länsstyrelsen för att åtgärda och skydda värdefulla våtmarker i Sverige (Naturvårdsverket 2024a). Planen antogs 1994, uppdaterades 2007, och gränserna justerades 2016. Varje område som ingår i myrskyddsplanen ingår i en eller flera av dessa fem kategorier beroende på skyddsåtgärder som har gjorts (Naturvårdsverket 2024a).

Naturvårdsverket beskriver de fem klasserna på sin hemsida:

- **“Skyddat** är areal med områdesskydd med specifika föreskrifter, oftast naturreservat.
- **Natura** är areal som inte är ”Skyddat” men som är med i nätverket Natura 2000.
- **Markåtkomst** är areal som varken är ”Skyddat” eller ”Natura” men där markåtkomst är genomförd, (ett steg på vägen för att bli ”Skyddat”).
- **Skyddas ej** är den areal som samhället valt att inte gå vidare med skyddsåtgärder för.
- **Inga resultat** är den areal som återstår att vidta skyddsåtgärder för, eller där åtgärder påbörjats men som ännu inte gett resultat som indikatorn mäter.” (Naturvårdsverket 2024a).

Nedan följer siffrorna för 2023, i detta ingår alla typer av våtmarker:

<b>Skyddat</b>	<b>Natura</b>	<b>Markåtkomst</b>	<b>Skyddas ej</b>	<b>Inga resultat</b>
412969.2 ha	67193.7 ha	26633.5 ha	17231.5 ha	157911.2 ha

Tabell 1. Areal för skyddade våtmarker i de fem olika klasserna (Naturvårdsverket 2024a).



## 5. Diskussion

Resultatet som presenteras i denna uppsats visar att dessa ekosystem erbjuder en livsmiljö för många unika arter och bidrar med viktiga ekosystemtjänster. Rikkärr är även utsatta för stora hot både från jordbruk och klimatförändringar. Genom att analysera data och skötselplaner har detta gett en bild av effektiva sätt att gå tillväga för restaurering, skydd och bevarande av dessa ekosystem. Diskussionen kommer att undersöka hur resultatet ger en förståelse av rikkärrens kemi, samt belysa utmaningar och möjligheter som ingår i rikkärrens bevarande och funktion med fokus på hur klimatförändringar och mänskliga aktiviteter påverkar rikkärrens biologiska mångfald och ekosystemtjänster.

### 5.1. Kemi

Den kemiska variationen mellan de olika typerna av kärr leder till stora skillnader i hur deras ekologiska samhällen ser ut samt deras ekologiska funktioner i landskapet (Lamers et al., 2015; Hansson & Gunnarsson, 2022). Rikkärr fungerar som naturliga buffertsystem vilket kan mildra försurning och ge en mer balanserad vattenkemi i landskapet. De olika kärrtyperna från extremrikkärr till extremfattigkärr ger upphov till många habitat som stödjer olika typer av arter; detta visar på vikten att bevara dessa ekosystem för att ha fungerande komplexa och resilienta landskap (Lamers et al., 2015; Hansson & Gunnarsson, 2022).

## 5.2. Hävd och jordbrukshistoria

I Sverige sträcker sig hävdhistoria och jordbrukets inverkan på våtmarker från de första samhällenas användning till nutida konsekvenser av det moderna jordbruket. Rikkärr har en viktig historisk koppling till människan i Sverige men stora förändringar har skett i användningen av dessa ekosystem över tid. I tidiga samhällen var dessa marker kritiska resurser som i dagens samhälle har övergått i stor del till helt andra biotoper. Som följd av människans tekniska möjligheter inom jord- och skogsbruk har landskapet under de senaste 200 åren blivit mer anpassat till ökad produktion genom landskapsförändringar som dränering, intensivgödning, kemisk bekämpning och stora sammanhängande åkrar där maskiner effektivt kunnat användas. Detta har troligen varit en nödvändig förändring till följd av samhällets utveckling. Under 1800-talet var den stora majoriteten av Sveriges befolkning jordbrukare som idag enbart är en bråkdel av befolkningen. Förändringen från flera småskaliga självförsörjande jordbruk till det storskaliga jordbruket idag är vad som har lett till att det moderna samhället kan existera med ökad urbanisering och växande befolkning. Dock har detta storskaliga jordbruk, befolkningsökningen och urbaniseringen blivit en självförstärkande cykel med negativa konsekvenser för våtmarker och andra viktiga ekosystem. Idag med vår ökade kunskap och tekniska utveckling måste vi lösa denna negativa inverkan om vi vill ha kvar dessa ekosystem och de ekosystemtjänster de tillhandahåller.

## 5.3. Restaurering

Efter att ha samlat in data om restaurering av kärr har jag insett att det är en väldigt komplex process som kräver mycket kunskap och att det inte finns en enkel lösning som går att applicera på alla kärr. Beroende på platsen och förutsättningarna måste man i olika stor utsträckning kombinera många restaureringstekniker. Om man ska lyckas med restaureringen är startförhållanden avgörande och vilka målen med restaureringen är även om det är möjligt att förbättra vissa funktioner som kollagring eller biodiversitet (Lamers et al. 2015).

Exempelvis kan en effektiv kolsänka ha negativ inverkan på biodiversiteten och att bara återställa hydrologin kan leda till problem med näringsbalansen samt buffertsystemet i kärret om det inte görs på rätt sätt (Lamers et al. 2015).

Projektet som genomförts vid Uppsala universitet som nämns i 4.5.2 Exempel på restaurering av hydrologin visar på vikten av att anpassa restaureringsmetoder efter de specifika hydrologiska och geologiska förhållandena på en plats för att åstadkomma en mer omfattande hydrologisk återställning som Lamers et al. (2015) går in på i texten att det inte finns någon universell lösning som kan tillämpas på alla kärr.

Att återintroducera arter kan bli ett problem, även ifall man har kunnat återställa habitatet för att stödja dessa eftersom många av de typiska rikkärrsarterna sprids med vinden och ofta väldigt korta avstånd. Eftersom dessa ekosystem har blivit väldigt fragmenterade på grund av mänsklig aktivitet (jordbruk och urbanisering) måste man sprida dessa manuellt. Det är svårt att få tillgång till frömaterial och även vegetativt förökat material. I många fall är dessa våtmarker så pass täckta av vegetation att även ifall de mot förmodan skulle kunna spridas så kommer fröna inte att kunna gro.

Eutrofiering i våtmarker ser ut att vara ett av de mest utmanande problem att lösa, eftersom våtmarker är extra känsliga för fosforöverskott på grund av reducerat järn Fe(II). Fosfor ansamlas i översta torven vilket är anledningen till att återställd hydrologi kan föra upp mer fosfor från sediment, detta kan vara en långvarig process även om fosfortillförseln upphör. De metoder som används för att lösa eutrofiering är att ta bort det översta lagret torv som innehåller höga halter fosfor. Det finns även fosforavskiljning där man tillsätter järn (Fe) eller aluminium (Al), detta kan dock ha negativa konsekvenser för miljön och man bör därför vara försiktig (Lamers et al., 2015; Zak et al., 2010). Det behövs mer forskning på nya effektiva hållbara sätt att lösa dessa problem.

En fundering skulle kunna vara om det är möjligt att använda sig av fångstgrödor där man använder specifika växter såsom tuvrör (*Juncus effusus* L.), glyceriaarter

(inklusive rörflen) eller kaveldun (*Typha* spp.) över ett helt kärr eller våtmark för att absorbera överskott av näringsämnen, detta skulle även kunna fungera för att avlägsna torvlager i rikkärr som är utsatta för eutrofiering för att få tillgång till grundvatten. För att sedan ta bort dessa växter, sedan återintroducera arter typiska för rikkärr. Detta skulle behöva ta hänsyn till flera miljöaspekter som växternas ekologiska roll, interaktion med vattenkvalitet och näringscykler.

## 5.4. Klimatförändringar

Resultatet i uppsatsen visar det stora hotet som klimatförändringarna utgör och kommer utgöra för våtmarker. Med de ökade temperaturerna och förändrade nederbörden kommer detta att leda till stora förändringar i dessa ekosystem. Det är viktigt att bevara de fungerade hydrologiska förhållandena som finns idag. Klimatförändringarna kommer även att påverka successionen där en torrare miljö kan skynda på processen för övergången från rikkärr till fattigare myrar. Våtmarker står för viktiga ekosystemtjänster, såsom vattenrening, vattenreglering, kolbindning, och stöd för biodiversitet och kulturella värden. Funktionen som de här ekosystemen har för det globala klimatet och hydrologiska funktioner gör dem väldigt värdefulla och viktiga att bevara för framtiden. Skötsel, skydd och restaureringar är nödvändiga för deras förmåga att bidra till klimatmålen och den globala biologiska mångfalden.

## 5.5. Problemen med skyddsåtgärderna

Våtmarksinventeringen (VMI) är väldigt viktig för att kartlägga våtmarker i Sverige. Trots det stora arbetet som gjorts finns det begränsningar. Genom att fokusera på större våtmarker och justera storlekskriterierna (10 hektar i södra Sverige och 50 hektar i norra Sverige) beroende på geografiskt område, leder detta till att många mindre rikkärr inte tas med i inventeringen. Det resulterar i att viktiga ekosystem med höga naturvärden missas. Det är förståeligt att det måste finnas storleksbegränsningar för att det ska gå att utföra inventeringen i praktiken

men dessa storleksbegränsningar borde minskas med tiden för att få in fler våtmarker med särskilt höga naturvärden i inventeringen.

Skyddsåtgärderna som ingår i Natura 2000, Ramsarkonventionen, och Myrskyddsplanen (MSP) utgör tillsammans en bred strategi för att skydda och bevara våtmarker och rikkärr. Genom att kombinera globala initiativ med nationella stärks skyddet till dessa ekosystem. Det finns dock utmaningar och svagheter i dessa skyddsåtgärder. Nedan följer några exempel på förbättringar.

Natura 2000 har en ojämn fördelning av skyddade rikkärr. Vissa län, exempelvis Kronobergs län, saknar helt skyddade rikkärr inom Natura 2000. Detta kan leda till att man förlorar viktiga områden med hög biologisk mångfald och potentiellt förlora lokala växtpopulationer i dessa områden. De strikta kriterierna kan även leda till begränsade möjligheter där lokala förhållanden inte uppfyller kriterierna även om dessa områden skulle kunna vara värdefulla att skydda.

Dessa skyddsåtgärder har ett indirekt fokus på att återställa de hydrologiska funktionerna. För att lösa ekologiska problem så skulle mer direkt fokus kunna läggas på återställning för att få fungerande vattencykel i landskapet. Detta skulle kunna göras genom att samarbeta med vattenmyndigheter vilket kan leda till att fler aspekter av vattenflöden skulle kunna tas i åtanke. Genom ett samarbete med dessa myndigheter kan man få bättre perspektiv kring hållbar användning av vattenresurser och våtmarker.

## 5.6. Pålitlig information

Ett problem som jag märkte när jag sökte information till uppsatsen är att datan jag utgår ifrån blir begränsad eftersom tiden inte räcker till att gå igenom en större mängd studier, detta leder till att man inte alltid kan veta hur pålitlig det som använts i resultatet blir. Ett exempel på detta var när jag letade information kring återkolonisering av arter, naturliga arter och det kom upp i texten att det uppstår "reducerad grobarhet som följd av inavelsdepression" (Vergeer et al. 2003)". Det visade sig efter jag gick igenom flera studier om detta att det inte fanns någon

tydlig koppling till detta i en metastudie där de analyserade 65 studier som inkluderade 37 familjer och 73 arter i spannet 1960-2020 (Miguel-Peñaloza et al. 2023). Detta behöver inte betyda att det inte finns en koppling eftersom metastudien inkluderade en stor mångfald av arter. Detta är enligt mig en fråga som är viktig att studera mer, särskilt för hotade arter med små populationer i avgränsade områden.

## 5.7. Forskningsluckor

Sammanfattningsvis ser det ut att finnas forskningsluckor inom våtmarkers kemiska processer och deras komplexa geokemi. Man vet inte alltid resultatet om man ändrar någon av dessa variabler. De variabler som ingår i detta kommer skilja sig mellan varje kärr vilket gör bedömningen hur olika restaureringsmetoder kommer påverka området extremt svårt. Exempel på detta är försöket som gjordes där fosforvärdena tredubblades från det tidigare värdet (Lamers et al., 2015). Ett annat exempel är varför kalkning har visat sig vara initialt effektivt mot försurning men på längre sikt ökar nedbrytningsprocessen med högre halter av ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) och fosfor (P) vilket inte var de förväntade resultaten (Van Diggelen et al. 2015).

## 6. Slutsats

Denna studie har utforskat de komplexa hoten mot rikkärr, både ur ett historiskt perspektiv i samband med förändrad mänsklig aktivitet och dagens hot från klimatförändringar samt fortsatt negativ påverkan av jordbruket och urbanisering. Omfattande information har samlats in kopplat till rikkärrens funktion, restaureringstekniker, skötselplaner och skyddsåtgärder. Därefter har restaureringsmetoder utvärderats efter effekt, utmaningar och potentiella negativa konsekvenser. Diskussionen visar på potentiella kunskapsluckor och bristande effektiva lösningar för många av problemen. Det finns ett behov av mer forskning i framtiden som kan undersöka och utforska nya hållbara och effektiva restaureringsmetoder samt ge en djupare kunskap om rikkärrens funktion, vilket kommer kräva samarbete mellan många olika forskningsområden. Uppsatsen konkluderar att samhället borde värdera dessa ekosystem högre eftersom de tillhandahåller hjälpmedel till många miljöproblem som klimatförändringar, vattenrening, vattenreglering och neutraliserande förmåga.

## Referenser

Achrem, M., Stępień, E., & Kalinka, A. (2023). Epigenetic Changes Occurring in Plant Inbreeding. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5407.  
<https://doi.org/10.3390/ijms24065407>

Dahlqvist, P., Thorsbrink, M., Nilsson, K., & Persson, A. (2018). Övervakning av grundvattennivåer i anslutning till rikkärr i Skåne län. SGU-rapport 2018:07. Sveriges Geologiska Undersökning.

Gignac, L.D., Gauthier, R., Rochefort, L. and Bubier, J. (2004). Distribution and habitat niches of 37 peatland Cyperaceae species across a broad geographic range in Canada. *Canadian Journal of Botany*, 82, pp.1292-1313. doi: 10.1139/B04-081.

Glad, E. och Petersson, K. (Bergman) (2010). Skötselplan för naturreservatet Sularpskärr i Lunds kommun. Lunds kommun, Tekniska nämnden. Beslut 2010-01-20, bilaga 2, dnr 09/124/43.

Gunnarsson, U. & Löfroth, M. (2009). Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar: Nationell slutrapport för våtmarksinventeringen (VMI) i Sverige. [Rapport 5925]. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5925-5.

Hansson, J. och Gunnarsson, U. (2022) 'Rikkärr en introduktion till livsmiljön', i Handbok för skötsel och restaurering av rikkärr. Länsstyrelsen i Dalarnas län. Rapport 2022:11, s. 8.



Hedberg, P., Kotowski, W., Saetre, P., Mälson, K., Rydin, H. & Sundberg, S., (2012). Vegetation recovery after multiple-site experimental fen restorations.

Jiménez-Alfaro, B., Aunina, L., Carbognani, M., Dítě, D., Fernández-Pascual, E., Garbolino, E., Hájek, O., Hájková, P., Ivchenko, T.G., Jandt, U., Jansen, F., Kolari, T.H.M., Pawlikowski, P., Pérez-Haase, A., Peterka, T., Petraglia, A., Plesková, Z., Tahvanainen, T., Tomaselli, M. and Hájek, M., (2023), "Habitat-based biodiversity responses to macroclimate and edaphic factors in European fen ecosystems"

Kiehl, K., Kirmer, A., Donath, T.W., Rasran, L. och Hölzel, N., (2010). Species introduction in restoration projects - Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology*, 11.

Kjellsson, A., Löfroth, M., Pettersson, Å. & von Essen, C. (2005). *Våtmarksstrategi för Sverige: Policy och strategi för bevarande, hålligt nyttjande och återskapande av våtmarker och deras funktioner, ekosystem och arter*. Världsnaturfonden WWF, Sveriges Ornitologiska Förening SOF, Svensk Våtmarksfond VMF, Svenska Jägareförbundet SJF.

Klimkowska, A., Bekker, R.M., Van Diggelen, R. & Kotowski, W. (2010) Species trait shifts in vegetation and soil seed bank during fen degradation. *Plant Ecology*, 206, 59-82. DOI: 10.1007/s11258-009-9624-1.

Lamers, L.P.M., Vile, M.A., Grootjans, A.P., Acreman, M.C., van Diggelen, R., Evans, M.G., Richardson, C.J., Rochefort, L., Kooijman, A.M., Roelofs, J.G.M., & Smolders, A.J.P. (2015). Ecological restoration of rich fens in Europe and North America: from trial and error to an evidence-based approach. *Biological Reviews*, 90, 182–203. <https://doi.org/10.1111/brv.12102>

Michielsen, B., Lamers, L.P.M. and Smolders, A.J.P., (2007). Interne eutrofiëring van veenplassen belangrijker dan voorheen erkend? *H2O*, [online] January 2007. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/241875873> [Accessed 7 March 2024].

Målson, K. & Rydin, H., (2006). The regeneration capabilities of bryophytes for rich fen restoration. Department of Plant Ecology, Evolutionary Biology Centre, Uppsala.

Miguel-Peñaloza, A., Cultid-Medina, C.A., Pérez-Alquicira, J. & Rico, Y., (2023). Do habitat fragmentation and degradation influence the strength of fine-scale spatial genetic structure in plants? A global meta-analysis. *AoB PLANTS*, 15, pp.1–12. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plad019>

Naturvårdsverket, (2007). Bevarandeplan för Natura 2000-området Jutjärn-Ovanmyra (SE0620273) enligt 17 § förordningen om områdesskydd enligt miljöbalken mm.

Naturvårdsverket. (2014). *Rik- och kalkkärr i jordbruksmark*. Stockholm: Naturvårdsverket. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/4ac512/globalassets/vagledning/skyddad-natur/biotopskyddsomraden/01-rik-kalkkarr-jordbruksmark-2014-04-15.pdf>

Naturvårdsverket. (2015). Skötselplan för Store Mosse nationalpark. Arkitektkopia AB.

Naturvårdsverket. (2024a). Genomförande av myrskyddsplanen. Sveriges Miljömål. Tillgänglig på: <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/myllrande-vatmarker/genomforande-av-myrskyddsplanen/> [Tillgångsdatum: 2024-02-22].

Naturvårdsverket. (2024b). *Våtmarkskonventionen*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/internationellt-miljoarbete/internationella-miljokonventioner/vatmarkskonventionen/>. [Tillgångsdatum: 2024-03-06].

Naturvårdsverket (2024c). *Våtmarker skyddade enligt Ramsarkonventionen*, tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/skyddad-natur/olika-former-av-naturskydd/vatmarker-skyddade-enligt-ramsarkonventionen/> [2024-03-18].

Patzelt, A., Wild, U. & Pfadenhauer, J., (2001). Restoration of wet fen meadows by topsoil removal: vegetation development and germination biology of fen species. *Restoration Ecology*, 9(2), pp.

Ramboll. (2019). Ekosystemtjänster knutna till våtmarker och svämplan i skogslandskapet. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/projektwebbplatser/grip-on-life-ip/rapporter-grip-on-life/2019.02-ekosystemtjanster-knutna-till-vatmarker-och-svamplan-i-skogslandskapet2.pdf>

Regional Miljöövervakning (2024). Rikkärr. Hämtad 2024-02-28 från <https://www.regionalmiljoovervakning.se/programomraden/vatmarker/rikkarr/>

Singh, P., Ekrtova', E., Hola', E., Stechov ˇ a', T., Grill, S., & Hajek, M. (2021). Restoration of rare bryophytes in degraded rich fens: The effect of sod-and-moss removal.

Sjörs, H. & Gunnarsson, U. (2002) "Calcium and pH in north and central Swedish mire waters", *Journal of Ecology*, 90, s. 650-657.

Smolders, A.J.P., Lucassen, E.C.H.E.T., van der Aalst, M., Lamers, L.P.M. and Roelofs, J.G.M., (2008). Decreasing the abundance of *Juncus effusus* on former

agricultural lands with noncalcareous sandy soils: Possible effects of liming and soil removal. *Restoration Ecology*, 16(2), pp.240-248.

Soons, M.B., Messelink, J.H., Jongejans, E. & Heil, G.W. (2005). Habitat fragmentation reduces grassland connectivity for both short-distance and long-distance wind-dispersed forbs. *Journal of Ecology*, 93, 1214–1225.  
doi:10.1111/j.1365-2745.2005.01064.x

Sundberg, S., (2006). Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr inklusive arterna gulyxne *Liparis loeselii* (NT), kalkkärrsgrynsnäcka *Vertigo geyeri* (NT) och större agatsnäcka *Cochlicopa nitens* (EN). Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 5601.

Tillgänglig på:

<https://www.naturvardsverket.se/publikationer/5600/atgardsprogram-rikkarr/>

Sundberg, S. (2004). Underlag till övervakningsprogram för rikkärr. Avd för växtekologi, Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala universitet.

Van Diggelen, J.M.H., Bense, I.H.M., Brouwer, E., Limpens, J., Van Schie, J.M.M., Smolders, A.J.P. and Lamers, L.P.M., (2015). Restoration of acidified and eutrophied rich fens: Long-term effects of traditional management and experimental liming. *Ecological Engineering*, 75, pp.208-216.

Vergeer, P., Rengelink, R., Copal, A. & Ouborg, N.J., (2003). The interacting effects of genetic variation, habitat quality, and population size on performance of *Succisa pratensis*. *Journal of Ecology*, 91(1), pp.

Vitt, D.H., House, M. & Glaeser, L., (2022). The response of vegetation to chemical and hydrological gradients at a patterned rich fen in northern Alberta Canada. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 40, p.101038. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101038>

Whiteman, M., José, P., Grout, M., Brooks, A., Quinn, S. and Acreman, M.C., (2004). Local impact assessment of wetlands - from hydrological impact to ecological effects. In: *Hydrology: Science & Practice for the 21st Century*, Vol. II. London: British Hydrological Society, pp. 1-12.

Wildlife Trust for Bedfordshire, Cambridgeshire and Northamptonshire (2024). A brief history of the Great Fen. The Great Fen. Hämtad 2024-02-28, från <https://www.greatfen.org.uk/about-great-fen/heritage/brief-history-great-fen>

Zak, D., Wagner, C., Payer, B., Augustin, J., & Gelbrecht, J. (2010). Phosphorus mobilization in rewetted fens: The effect of altered peat properties and implications for their restoration. *Ecological Applications*, 20(5), 1336-1349.